

Федеральное агентство по делам молодежи (Росмолодежь)

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

СНТО имени Н.Е. Жуковского

В сборник включены тезисы докладов, представленных на Всероссийской студенческой конференции «Студенческая научная весна», посвященной 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова. Сборник представляет интерес для студентов, аспирантов и преподавателей вузов.

**ВСЕРОССИЙСКАЯ
СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ВЕСНА»,
ПОСВЯЩЕННАЯ 165-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ В.Г. ШУХОВА»**

Москва
2–30 апреля 2018 года

**СБОРНИК
ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ**

ВСЕРОССИЙСКАЯ
СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПОСВЯЩЕННАЯ 165-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ В.Г. ШУХОВА»

ISBN 978-5-6040896-2-0



9 785604 089620

Федеральное агентство по делам молодежи (Росмолодежь)

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

СНТО им. Н.Е. Жуковского

ВСЕРОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ВЕСНА»,
ПОСВЯЩЕННАЯ 165-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ В.Г. ШУХОВА»

СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

г. Москва, 02-30 апреля 2018г.

УДК 001
ББК72

М **75** **Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», посвященная 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова»:** сборник тезисов докладов / Федеральное агентство по делам молодежи (Росмолодежь), Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, СНТО им. Н.Е. Жуковского. Москва: ООО «Издательский дом «Научная библиотека», 2018. 506 с.

ISBN 978-5-6040896-2-0

В сборник включены тезисы докладов, представленных на Всероссийской студенческой конференции «Студенческая научная весна», посвященной 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова». Сборник представляет интерес для студентов, аспирантов и преподавателей вузов.

Тексты докладов размещены в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU.

**УДК 001
ББК72**

ISBN 978-5-6040896-2-0

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018

© Издательский дом «НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА», 2018

СЕКЦИЯ «СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ»

УДК 623.4.082.6

КОМБИНИРОВАННОЕ ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВОГО И ВРАЩАЮЩЕГО ЭФФЕКТОВ НА ГЛУБИНУ ПРОНИКАНИЯ КУМУЛЯТИВНОЙ СТРУИ

А.С. Стешин, студент

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

astboom@yandex.ru

Научный руководитель: А.В. Бабкин, д.т.н., профессор

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

pc-os@bmstu.ru

Из физики быстропротекающих процессов известно, что предварительный нагрев кумулятивной облицовки (КО) кумулятивного заряда (КЗ) сказывается на увеличении температуры кумулятивной струи (КС), по сравнению с её естественным уровнем. Это приводит к уменьшению динамического предела текучести материала Y и к увеличению его динамической пластичности – коэффициента предельного удлинения $n_{пр}$ [1,2]. В свою очередь, увеличение коэффициента предельного удлинения соответствует увеличению длины КС. Согласно формуле Лаврентьева, чем длиннее КС, тем глубже она проникнет в преграду.

С другой стороны, известно, что реальные кумулятивные заряды средств ближнего боя на полёте вращаются с частотой до 30 об/с. По закону сохранения кинетического момента по мере схлопывания кумулятивной облицовки, при формировании КС и при её растяжении, непрерывно уменьшается момент инерции и нарастает частота вращения. При сильной раскрутке КС возможно её объёмное центробежное разрушение, приводящее к снижению её средней плотности и (вновь согласно формуле Лаврентьева) к снижению проникающей способности струи. Центробежное разрушение струи проявляется тем сильнее, чем меньше её динамическая прочность Y .

Таким образом, в работе вращающегося «теплового» КЗ с увеличением начального нагрева облицовки будут проявляться две противоположные тенденции: температурное удлинение струи и её температурно-центробежное разуплотнение. Какая из тенденций возобладает - было не ясно.

Исследование проводилось расчётно-теоретическим путём с помощью известной методики расчёта действия КЗ – методики В.М. Маринина [2] – которая была дополнена блоками учёта вращательных [3] и тепловых эффектов. Необходимая для расчёта характеристика прочности Y определялась на основании расчётно-экспериментальных данных с помощью *критической скорости* – зависящей от Y величины перепада скорости между соседними отдельными элементами струи. Для меди различного качества она может быть в пределах 90...130 м/с.

Результаты таковы. Для КЗ диаметром 66 мм, частотой вращения 30 об/с, естественной температурой медной КС 500°С [2], для каждой критической скорости (или динамической прочности Y) имеются температурный оптимумы для нагрева, при которых достигается наибольшая глубина проникания. Например, для критической скорости 90 м/с, которой соответствует $Y = 0,17$ ГПа, наибольшая глубина проникания достигается при температуре предварительного нагрева 260°С. По сравнению с ненагреваемой КО и для вращающегося КЗ обнаруживается прирост в проникании, соответственно: 14,5%...28,5%.

Список литературы

1. Кореньков В.В., Обухов А.С., Смеликов В.Г. Увеличение глубины пробития стальной преграды зарядом с предварительно нагретой кумулятивной облицовкой // Двойные технологии. 1999. №4.
2. Физика взрыва / Под ред. Л.П. Орленко. Изд. 3-е испр. – В 2 т. - Т.2. М.: Физматлит. – 2002. – 656 с.
3. Бабкин А.В., Рассоха С.С., Ладов С.В. Методика расчета параметров функционирования вращающихся кумулятивных зарядов // Оборонная техника. 2010. № 1-2. С. 23-30.

УДК 531.66:621.039:629.735

О ПОДХОДЕ РИЕРЫ К РАСЧЕТУ НАГРУЗОК НА СООРУЖЕНИЕ ПРИ УДАРЕ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Ю.В. Попов, студент

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

mva_2805@mail.ru

Рассмотрим подход к определению нагрузок на сооружение при ударе летательного аппарата (ЛА), предложенный Дж. Риерой [1]. Данный вопрос имеет важное практическое значение, так как конструкции зданий и сооружений атомных станций (АС) по нормам [2] необходимо рассчитывать с учетом возможного воздействия при падении самолета. Предложенный Дж. Риерой подход позволяет определить зависимость нагрузки от времени при взаимодействии «мягкого» (разрушающегося) ударника, такого как самолет на посадочной скорости, с жесткой преградой.

Упрощенная модель мягкого ударника, введенная в [1], предполагает наличие двух зон: пренебрежимо тонкой «деформационной» зоны, прилегающей к поверхности преграды и жесткой зоны. Из закона сохранения импульса в [1] получена зависимость для нагрузки:

$$F_x = m \frac{dV}{dt} + (V - V_r) \frac{dm}{dt}. \quad (1)$$

Основное допущение Дж. Риеры [1] – это то, что «остаточная» скорость V_r равна нулю. Тогда применение второго закона Ньютона к жесткой части ударника позволяет приравнять mdV/dt к нагрузке P_c , необходимой для разрушения или деформации (смятия) ударника. Также запишем выражение:

$$\frac{dm}{dt} = \mu \frac{dx_c}{dt} = \mu V, \quad (2)$$

где μ – погонная масса самолета, то есть масса единицы длины.

Тогда из формулы (1) получим выражение [1]:

$$F_x(t) = P_c[x_c(t)] + \mu[x_c(t)] \cdot V^2(t), \quad (3)$$

где $x_c(t) = \int_0^t V(\xi) d\xi$ – расстояние от носовой оконечности ударника.

В отечественной практике получило распространение решение А.Н. Бирбраера в квадратурах [3]. При этом в [3] рассматривается фюзеляж самолета, который в произвольный момент времени можно разделить на две области: примыкающую к преграде смятую часть 1 и несмятую часть 2.

Масса смятой части 1:

$$m_1(t) = \int_0^{x_c} \mu(x_c) dx_c = \int_0^t \mu[x_c(t)] \cdot V(t) dt. \quad (4)$$

Масса несмятой части 2:

$$m_2(t) = m_c - m_1(t), \quad (5)$$

где m_c – общая масса самолета.

Решая дифференциальное уравнение движения для несмятой части ударника получаем [3]

$$t(x_c) = \int_0^{x_c} \frac{d\xi}{\sqrt{v_0^2 - 2\Phi(x_c)}}, \text{ где } \Phi(x_c) = \int_0^{x_c} \frac{P_c(\xi)d\xi}{m_c - m_1(\xi)}. \quad (6)$$

Обратив $t(x_c)$, получаем искомый закон изменения длины смятой части $x_c(t)$. После этого можем определить $P_c[x_c(t)]$, $\mu[x_c(t)]$ и $F_x(t)$.

В работе рассмотрен пример расчета нагрузки от удара «Фантома» массой 20 тонн со скоростью 200 м/с. Такой удар согласно нормам России [2] должны выдерживать наиболее ответственные здания и сооружения АС. Расчет показывает, что нагрузка содержащаяся в нормах России близка к рассчитанной по подходу Риеры.

Основным допущением [1] является то, что конструкция (преграда) является малодеформативной и может быть идеализированно представлена как жесткая преграда. В случае деформируемых конструкций (преград) нагрузку, рассчитанную с помощью формулы (3), следует рассматривать как верхнюю границу к «точной» кривой нагружения.

Список литературы

1. Riera J. D. A critical reappraisal of nuclear power plant safety against accidental aircraft impact // Nucl. Engng. and Des. 1980. Vol. 57. P. 193–206.
2. Нормы строительного проектирования АС с реакторами различного типа. Правила и нормы в атомной энергетике. ПиН АЭ-5.6: Изд. Минатомэнерго СССР. 1986, 21 с.
3. Бирбраер А.Н. Экстремальные воздействия на сооружения / А.Н. Бирбраер, А.Ю. Роледер. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. 594 с.

УДК 531.66:623-451:623.74:623.462:623.468

О ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ УДАРНО-ПРОНИКАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ АВИАБОМБ, САМОЛЕТОВ И УПРАВЛЯЕМЫХ РАКЕТ ПО НАДВОДНЫМ КОРАБЛЯМ

Ю.В. Попов, студент

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

mva_2805@mail.ru

Д.А. Суворов, студент

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

suvorovdi@yandex.ru

Вопросы пробития тонких металлических преград [1] рассматриваются в конечной (терминальной – за рубежом) баллистике. К тонким преградам относятся такие, которые имеют толщину менее полудиаметра ударника $h/d < 0,5$ (h, d – соответственно толщина преграды и диаметр ударника). В работе показано, что элементы конструкции надводных кораблей являются тонкими по отношению к авиабомбам, самолетам для камикадзе и управляемым ракетам.

Используется квазидинамический подход к расчету ударно-проникающего действия. Выражения для определения предельной толщины пробиваемой преграды, баллистического предела и остаточной скорости для малодеформируемых ударников оживально-цилиндрической формы получаем, приравнивая работу по разрушению преграды [1, 2] к кинетической энергии ударника.

Квазидинамический подход, как любая расчетная модель, требует верификации. В работе проведена верификация для случая наиболее удачного применения первой управляемой авиационной бомбы (УАБ) РС-1400 FX («Фриц-Х») против линкора «Рома» (тип «Витторио Венето», Италия), который вызвал его потопление. По данным из литературы были разработаны необходимые для расчета мишенные обстановки при первом и втором попадании «Фриц-Х» [2].

Следует отметить, что относительные толщины пробиваемых преград или тонкие ($h/d < 0,5$), или очень тонкие ($h/d < 0,1$), а суммарные толщины пробиваемых преград находятся в области тонких преград ($h/d < 0,5$). При этом получены близкие значения времени замедления ($t_1 > 82$ мс и $t_2 = 84$ мс) [2].

В отличие от первых УАБ, современные управляемые ракеты являются деформируемыми. Для расчета ударно-проникающего действия летательный аппарат (ЛА) представляется в виде эквивалентного цилиндра с диаметром, равным диаметру миделевого сечения фюзеляжа (корпуса) ЛА [2].

Рассмотрим математическую модель соударения цилиндрического стержня, эквивалентного ЛА, с тонкой металлической преградой. В первом приближении на основе квазидинамического подхода и с учетом того, что ЛА являются деформируемыми при высокоскоростном ударе [2]:

$$V = 2\sqrt{\pi dh^2 \tau_{\text{тд}} / (2m - \pi d^2 h \rho_{\text{п}})}, \quad (1)$$

$$V_{\text{ост}} = \sqrt{V_0^2 - \pi dh(2h\tau_{\text{тд}} + 0,5d\rho_{\text{п}}V_0^2) / m}, \quad (2)$$

где V – баллистический предел; m – приведенная масса ЛА; $V_{\text{ост}}$ – остаточная скорость при пробитии преграды.

Предлагаемый аналитический подход позволяет в первом приближении из энергетических соображений определить возможность пробития или непробития (1) корабельных преград и оценить остаточную скорость деформируемого ударника (2). Полученные аналитические зависимости в [2] были верифицированы для одномоторных поршневых самолетов, противокорабельной ракеты «КС-1» и применимы также для других ЛА, так как у этих процессов схожая механика.

Список литературы

1. [1]. Brown A. A quasi-dynamic theory of containment // Int. J. Mech. Sci. 1964. Vol. 6. No 4. P. 257-262.
2. [2]. Предварительная оценка ударно-проникающего действия летательных аппаратов / А.М. Куся, В.А. Марков, Ю.В. Попов, В.И. Пусев, С.И. Сычев // XXIV Международный симпозиум «Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред» им. А.Г. Горшкова. Вятчи, 19-23 марта 2018 г.: Материалы симпозиума. Т. 2. М.: ООО «ТРП», 2018. С. 163-176.

УДК 531.58

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СРЕДЫ И УДАРНИКА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ТРАЕКТОРИИ ПРОНИКАНИЯ КОРОТКИХ ТЕЛ В ГРУНТ

Д.Ю. Маро, студент

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

themarosha@yandex.ru

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

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

vevladi@mail.ru

Были рассмотрены опыты [1], в которых определялись зависимости силы сопротивления от времени для цилиндрических ударников с конической головной частью

в сухой, влажный (влажность 10%) и водонасыщенный (влажность 20%) песок. Согласно работе [2] было предложено определять нормальное (действующее по нормали к поверхности снаряда) удельное сопротивление σ_n , в виде функции от нормальной составляющей скорости точек поверхности снаряда v_n . Эта функция нормальной составляющей скорости для большинства грунтовых сред может быть представлена в виде :

$$\sigma_n = Av_n^2 + C$$

Коэффициенты A и C индивидуальны для каждой среды и характеризуют её способность оказывать сопротивление прониканию. Обработка этих результатов позволила получить значения этих коэффициентов для сухого песка [3].

С увеличением влажности песка w увеличивается его плотность ρ и уменьшается коэффициент трения μ о корпус ударника. Обработка экспериментальных данных [1] по прониканию в песок влажности 0%, 10% и 20% позволила получить значение коэффициента A , как функцию от плотности песка и его влажности:

$$A = k(w)\rho(w),$$

где $k(w) = -0.0135w + 1.62$, $\rho(w)$ увеличивается с ростом влажности.

Получено, что при скоростях менее 500 м/с значение A остается постоянным при изменении влажности w от 0% до 20%. Получены значения коэффициентов $A = 2840$ кг/м³ и $C = 21$ МПа. Влажность влияет на значение коэффициента трения μ , следовательно и на τ_n .

Во второй части работы была проведена оценка влияния угла полураствора конуса снаряда и коэффициента трения среды на устойчивость траектории движения короткого тела при проникании в грунт.

Расчеты реализуются в пакете прикладных программ «PION» при значениях коэффициента трения $\mu = 0,5$ или $\mu = 0$ соответственно для сухого и влагонасыщенного песка.

В водонасыщенной среде тело, достигая максимальной глубины проникания, претерпевает разворот, в процессе которого боковая сила сопротивления F_z значительно увеличивается, что приводит к быстрой потере скорости, устойчивости и снижению глубины проникания. Для сухого песка разворот тоже имеет место быть, но не в таких масштабах, а конечная глубина проникания оказывается больше на полкалибра. За счет трения о песок траектория ударника будет более устойчива. Большую часть нагрузки содержит в себе осевая составляющая силы сопротивления F_x .

Для коротких тел, умеющих удлинение не более $5d$ трение неоднозначно сказывается на процессе проникания. Расчеты показали, что переходным будет являться полуугол конуса 45°. При внедрении в среду с малым коэффициентом трения лучше использовать конструкцию с большим углом.

Список литературы

1. Баландин В.В., Баландин Вл.Вл., Брагов А.М., Котов В.Л., Экспериментальное изучение динамики проникания твердого тела в грунтовую среду // Журнал технической физики, 2016, Т.86, В.6, С.62-70
2. Велданов В.А. Закон сопротивления прониканию ударников в грунт // Оборонная техника. 1995. № 4. С. 32-34
3. Маро Д.Ю. Высокоскоростное взаимодействие ударников с песком // Молодежный научно-технический вестник 2017. № 5. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/859597.html> (дата обращения 21.01.2018)

УДК 623.438.3

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

Г.С. Бабаева, студент

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

galina-babaevagb@yandex.ru

Научный руководитель: С.С. Рассоха, к.т.н., доцент

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

rassokha@list.ru

Высокая проникающая способность кумулятивных струй (КС) во многом определяется их прямолинейной формой. Возмущение прямолинейной формы КС приводит к резкому уменьшению глубины пробития. На этой идее основан принцип работы динамической защиты (ДЗ).

При срабатывании ДЗ на боковую поверхность КС, воздействует движущаяся под углом к ней металлическая пластина. Это воздействие приводит к отклонению КС, вследствие чего существенно уменьшается глубина ее пробития.

Анализ действия ДЗ на КС проводится в рамках модели, предложенной И.Ф. Кобылкиным и Н.С. Дороховым в работе [1]. Пластина ДЗ сообщает КС импульс, направленный перпендикулярно вектору скорости КС, что приводит к ее отклонению на некоторый угол α . Чем больше значение угла α , тем меньшим бронепробитием обладает КС.

Анализ влияния конструктивных характеристик элемента динамической защиты (ЭДЗ) на угол отклонения КС α в модели [1] показывает, что наибольшее значение имеет относительная масса ЭДЗ на единицу площади. Иными словами, чем больше масса взрывчатого вещества (ВВ) и пластин, тем выше защитное действие ЭДЗ. С другой стороны, их суммарная масса на единицу площади ограничивается требованиями безопасности экипажа, из-за действия ударных волн при контакте пластины ЭДЗ с броней защищаемого объекта.

Преодолеть это ограничение предлагается за счет применения пеноалюминиевого материала (пористого демпфера), который располагается между ЭДЗ и основной броней защищаемого объекта таким образом, чтобы путем пластического деформирования снизить амплитуду ударной волны от продуктов детонации ВВ и пластины ЭДЗ, возникающей в защищаемом объекте.

Требуемая толщина пористого демпфера оценивалась с использованием модельной задачи о взрыве заряда ВВ возле пластины из пористого материала и механики деформирования пористого материала [2,3].

Результаты расчетов показывают, что существует оптимальная величина пористости материала, которая обеспечивает минимальную толщину демпфера, необходимого для уменьшения ударной нагрузки до заданного уровня. Для пеноалюминиевого демпфера оптимальная пористость составляет около 50%, а толщина – около 20 м, что не может быть реализовано на практике.

Таким образом, в данной работе рассчитаны зависимости угла отклонения КС α от различных параметров ДЗ и КС. Показано, что среди конструктивных параметров ДЗ наибольшее влияние на угол отклонения струи оказывает относительная масса на единицу площади. Продемонстрировано, что существует оптимальная величина пористости, которая обеспечивает наименьшую толщину демпфера. Следовательно, предложенный способ защиты с помощью пеноалюминиевого демпфера не может быть реализован на практике из-за его требуемой значительной толщины.

Список литературы

1. Кобылкин И.Ф., Дорохов Н.С. Взаимодействие кумулятивной струи с движущимися

2. Hansen A.G., Enstock L., Langseth M. Close-range blast loading of aluminium foam panels // Int. J. of Imp. Eng. 2002. № 27, pp. 593-618.
3. Gibson L.J., Ashby M.F. Cellular solids. Structure and properties. Cambridge University Press: Cambridge. 1999. 532 p.

СЕКЦИЯ «АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ»

УДК 004.932

УСКОРЕНИЕ ФРАКТАЛЬНОГО АЛГОРИТМА СЖАТИЯ С ПОМОЩЬЮ КЛАССИФИКАЦИИ БЛОКОВ ПО ПОЛЯРНОМУ УГЛУ ИХ ЦЕНТРОВ МАСС

Т.М. Саматов, бакалавр

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

tim717@mail.ru

Рассмотрим базовый фрактальный алгоритм [1]. Первым шагом является формирование множества ранговых блоков путём разбиения изображения на фрагменты. Ранговые блоки не перекрываются между собой и покрывают всё изображение. Вторым шагом является формирование множества доменных блоков, которые могут перекрываться между собой. На третьем шаге для каждого рангового блока перебирают доменные блоки. Целью перебора является поиск домена, который после определенных преобразований (поворот, отражение, сжатие до размеров ранга, сдвиг по яркости, изменение контрастности) будет максимально похож на текущий ранговый блок. Для оценивания расхождения между преобразованным доменным и ранговым блоками вводят соответствующую метрику. Обычно используется функция среднеквадратического отклонения (СКО):

$$Q = \sum_{i=1}^N (D_i^* - R_i)^2 = \sum_{i=1}^N ((sD_i + o) - R_i)^2; \quad (1)$$

где s – коэффициент изменения контраста, o – коэффициент сдвига по яркости. D_i – значение i -ого пикселя доменного блока, R_i – значение i -ого пикселя рангового блока, N – количество пикселей в текущем ранговом блоке. D_i^* – преобразованный домен. Для этой функции вычисляют значения коэффициентов s и o .

Эффект сжатия достигается за счёт того, что вместо исходного изображения необходимо хранить лишь коэффициенты преобразования, которые «делают» домен максимально «похожим» на ранг. Восстановление изображения происходит путем применения найденных отображений к любому изображению. Итерационный процесс, сформированный на базе этих отображений, будет стремиться к своему аттрактору, то есть к закодированному изображению. Обычно хватает 4-6 итераций.

Больше всего времени уходит на сопоставление ранговых и доменных блоков, т.к. количество блоков обычно исчисляется сотнями и тысячами. В [2] авторами было предложено использовать для ускорения алгоритма классификацию блоков по полярному углу их центров масс.

Яркостная конфигурация блоков определяется значениями пикселей внутри блоков, или, иначе говоря, массами пикселей блока. Координаты центров масс (x, y) схожих распределений располагаются близко друг к другу [2], следовательно, данный факт можно использовать в качестве метода классификации блоков. Однако, с

практической точки зрения желательно, чтобы критерий классификации блоков был инвариантен относительно преобразований (1), это подтолкнуло авторов метода перейти от центров масс к их полярным углам:

$$\varepsilon = \arctg \frac{y}{x}; \quad (2)$$

Алгоритм в таком случае видоизменяется следующим образом [2]. Первый и второй шаги остаются без изменения, а на третьем шаге для текущего ранга ведется перебор только среди тех доменов, чьи полярные углы оказываются близкими к полярному углу текущего ранга. Таким образом, сокращается время сжатия.

В пакете MATLAB была разработана программа, выполняющая сжатие по базовому алгоритму и по алгоритму с использованием классификации. Анализ результатов показал, что с помощью классификации блоков можно добиться существенного уменьшения времени сжатия. Также, используя соответствующие метрики, были проанализированы потери при декодировании.

Список литературы

1. Уэлстид С. Фракталы и вейвлеты для сжатия изображений в действии. М.: Триумф, 2003. 320 с.
2. Илюшин С. В. Ускорение фрактального сжатия изображений путем классификации блоков по полярному углу их центров масс // Т-Comm. Телекоммуникации и транспорт. 2011. № 4. С. 43-47.

УДК 004.94

МОДЕЛИРОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ПО ЗАДАННОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ МОЩНОСТИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ РЕАЛИЗАЦИЙ ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ

А.Е. Игнатьева, студент

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

ignatieva.anastasia01@gmail.com

В настоящее время всё большее распространение получили автономные нейросетевые системы, которые не требуют участия человека для успешного выполнения поставленной задачи. Однако для её корректной работы необходимо правильно обучить систему и произвести корректную настройку, что требует огромной базы обучающих примеров. В связи с недостатком реальных реализаций прибегают к их математическому моделированию. В докладе рассмотрено моделирование акустических сигналов по спектральной плотности мощности, которые в дальнейшем используются для обучения нейросетевого алгоритма распознавания типа цели: колесная техника, гусеничная техника, шум. В качестве информативного признака для работы нейросети выбрано распределение длительностей интервалов между нулями.

В работе использован метод скользящего суммирования на основе нерекурсивного формирующего фильтра. [1] На вход подаются некоррелированные случайные отсчёты $x(nT)$, проходящие через формирующий фильтр с передаточной функцией $H(z)$. На выходе сформированы отсчёты $y(nT)$ случайной реализации с заданной спектральной плотностью мощности. Для фильтрации шумовых составляющих введен дополнительный фильтр, позволяющий сгладить влияние шума [3]. Для полученных реализаций построены гистограммные распределения длительностей интервалов между нулями.

Реализация алгоритма проведена в среде обработки данных Matlab для разных видов техники и фона. В результате получены импульсные характеристики для формирующих фильтров для сигналов гусеничной и колесной техники, рассчитаны

коэффициенты нерекурсивного фильтра, получены реализации сигналов и их гистограммные распределения длительностей интервалов между нулями.

Список литературы

1. Бакалов В.П. Цифровое моделирование случайных процессов: учебное пособие. М.: Изд-во МАИ. 2001. 84 с.
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы - 3-е издание. М.: Высшая школа. 2000. 462 с.
3. Цифровая фильтрация шумов в среде matlab <https://studfiles.net/preview/4156450/page:4/> (дата обращения: 4.04.2018)

УДК 621.376.32

РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОМОЩИ ВОДИТЕЛЮ

В.И. Гурин, бакалавр

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

vlad104da@gmail.com

Система помощи водителю в перспективе облегчит процесс вождения автомобиля, за счет возможности использования круиз контроля, а также повысит безопасность вождения, помогая водителю быстрее сориентироваться в ситуации на дороге.

Радиолокационная система помощи водителю содержит приёмно-передающий модуль и модуль обработки сигналов. Приёмно-передающий модуль непрерывно излучает сигнал, модулируемый по закону несимметричной пилы, и принимает отраженный сигнал. Сравнивая излученный и принятый сигналы можно получить информацию о дальности до объекта и его скорость. Для извлечения информации об угле пеленга на объект необходимо иметь две приёмных антенны [1].

На вход модуля обработки сигналов подаётся суммарно-разностный сигнал с приёмно-передающего модуля:

$$S_{sm}(t) = \frac{1}{2} \cdot [\cos(\varphi_{tx}(t) - \varphi_{rx}(t)) - \cos(\varphi_{tx}(t) + \varphi_{rx}(t))],$$

где φ_{tx} , φ_{rx} – фаза излученного и принятого сигнала соответственно.

В модуле обработки сигнала сигнал подвергается фильтрации, удаляется его высокочастотная составляющая, а также происходит восстановление амплитуды. Далее сигнал дискретизируется, так как дальнейшая обработка ведется на цифровом сигнальном процессоре. Для обеспечения определения не только дальности, но и скорости накапливается несколько периодов сигнала.

Проводя цифровую обработку по дальностным и скоростным каналам, построим матрицу дальность-скорость. Для определения дальности или скорости достаточно домножить номер канала на разрешение по дальности и по скорости соответственно. Ниже приведены соотношения для расчета разрешения по дальности и скорости [2]:

$$R_d = \frac{c}{2 \cdot B},$$
$$V_d = \frac{f_n \cdot c}{2 \cdot N \cdot F_0},$$

где c – скорость света, а B – полоса модуляции, f_n – частота модуляции, F_0 – несущая частота, а N – количество накапливаемых отсчетов.

Воспользуемся критерием Неймана-Пирсона для выявления наличия сигнала в каждой точке матрицы [3]. И для точек, прошедших пороговое обнаружение, рассчитаем угол пеленга, используя амплитудный метод:

$$\varphi_{i,j} = \operatorname{atctg} \left(\frac{\operatorname{Im}(\dot{M}1_{i,j})}{\operatorname{Re}(\dot{M}1_{i,j})} \right) - \operatorname{atctg} \left(\frac{\operatorname{Im}(\dot{M}2_{i,j})}{\operatorname{Re}(\dot{M}2_{i,j})} \right),$$

где $M1$ и $M2$ – комплексные матрицы после второго преобразования Фурье.

В случае протяженной цели, сигнал цель может наблюдаться в нескольких соседних точках матрицы дальность-скорость. В таком случае во избежание обнаружения множества целей, необходимо объединить значения из соседних точек матрицы в одну область и посчитать средние значения всех вышеперечисленных параметров. В итоге на выходе модуля обработки сигналов мы имеем структуру содержащую информацию о количестве целей, их мощности, относительной скорости, расстояния до них и их угле пеленга.

В пакете MATLAB был промоделирован сигнал, с приёмно-передающего модуля, содержащий информацию о параметрах дальности, относительной скорости и угле пеленга точечной цели. Также в MATLAB была реализована модель модуля обработки сигнала. На вход модуля обработки был подан промоделированный сигнал, и результате его обработки, были получены параметры цели, совпадающие с параметрами, заложенными в модель сигнала. Также работа модуля обработки была проверена на данных, полученных экспериментальным путем.

Список литературы

1. Виноцкий А.С. Очерк основ радиолокации при непрерывном излучении радиоволн. М.: Сов. радио, 1961. 495 с.
2. Gegory L. Charvat. Small and short-range radar systems. CRC Press. 2014
3. Шахтарин Б.И. Обнаружение сигналов: Учеб. Пособие. М.: Гелиос АРВ, 2006. 488 с.

УДК 621.396.621

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЧАСТОТНОГО СМЕЩЕНИЯ В ПРИЕМНИКЕ QPSK СИГНАЛА

И.Р. Губайдуллин, бакалавр

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

gubaidullin.i@gmail.com

Сигнал, использующий QPSK модуляцию строится на основе того, что кодируются два бита информации. Из этого следует, что битовая скорость в два раза больше символьной скорости. В QPSK модуляции используется 4 значения фазы колебания. Входной поток разделяется на две составляющие: синфазную и квадратурную.

Принятый сигнал можно описать следующим образом [1]:

$$s(t) = \sqrt{2P} \cos(2\pi f_c + \phi(t) + \theta(t)) + n(t) \quad (1)$$

P – мощность сигнала, f_c - центральная частота, $\theta(t)$ - смещение фазы несущей частоты, $\phi(t)$ - символы представленные в виде фазовой модуляции, $n(t)$ - шум.

$$\phi(t) = \frac{2\pi m}{M} \quad (2)$$

где $M = 4$, а $m = 0, 1, 2, 3, \dots, M-1$;

Квадратурные и синфазные составляющие описываются следующими уравнениями:

$$\begin{aligned} i(t) &= \sqrt{\frac{P}{2}} \cos(2\pi\Delta f t + \phi(t) + \theta(t) - \hat{\theta}(t)) + n(t) \\ q(t) &= \sqrt{\frac{P}{2}} \sin(2\pi\Delta f t + \phi(t) + \theta(t) - \hat{\theta}(t)) + n(t) \end{aligned} \quad (3)$$

где $\Delta f = f_c - f_c$.

Восстановление символов из принятого сигнала требует обратного преобразования временных выборок в соответствующих точках созвездий. Реальные системы связи подвержены влиянию аддитивного шума, из-за чего символы распространяются вокруг теоретических точек созвездий. Для успешного процесса обратного преобразования требуется, чтобы принятый сигнал принимался на идеальные позиции, или как можно ближе к этим точкам.

При передаче информации по радиоканалу может возникнуть смещение несущей по частоте. Это происходит из-за возникновения эффекта Доплера, при перемещении либо приемника, либо передатчика. При смещении несущей частоты, созвездие сигнала начинает вращаться, причем скорость вращения точек пропорциональна смещению. В ходе работы была произведена оценка влияния смещения несущей частоты QPSK сигнала на принимаемую информацию. Выяснилось, что QPSK сигнал требует компенсации смещения частоты несущей для работы радиоканала. Полученные результаты способствуют дальнейшему изучению и разработки методов компенсации смещения несущей частоты.

Список литературы

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. 2-е изд., испр.: пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2016. 1104 с. [Bernard Sclyar. Digital Communications: Fundamentals and Applications. New Jersey: Prentice Hall PTR, 2016. 1014 p.].
2. Проakis Дж. Цифровая связь: пер. с англ. / под ред. Д.Д. Кловского. М.: Радио и связь, 2000. 800 с. [Proakis, John G. Digital Communications, 3rd ed. NY: McGraw-Hill, 1995].

СЕКЦИЯ «РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И МЕХАТРОНИКА»

УДК 621.8-1/-9

СИСТЕМА ОЧУВСТВЛЕНИЯ ОПЕРАТОРА МАНИПУЛЯТОРА

Ю.А. Захаров, бакалавр

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

zakharov.yura13@yandex.ru

М.Д. Иванова, бакалавр

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

zakharov.yura13@yandex.ru

Проанализировав современные разработки, было обнаружено ряд недостатков конструкций. Большинство имеющихся аналогов представляют собой громоздкие системы или требуют внешних источников энергии (пневмические и гидравлические системы). В данной работе мы попытались разработать конструкцию, устранив данную проблему, и перед нами встал ряд задач:

- Минимизация габаритов и массы;
- Обеспечение максимальной чувствительности системы;
- Универсальность данного устройства.

Система оцувствления оператора манипулятором представляет собой перчатку с электроприводами, оснащенную различными датчиками.

С помощью этого устройство руке передается силовая обратная связь от захвата манипулятора.

Обратная связь выполнена с помощью двух основных узлов, расположенных на указательном и большом пальце. На указательном пальце система состоит из двух модулей: для основной фаланги и для средней. Обе представляют собой электродвигатель с редуктором. В данной версии большой палец зафиксирован, а управляемый объект представляет собой двупалый схват.

Так как разрабатываемые модули на указательный палец являются универсальными, следовательно, в дальнейшем их можно установить на каждый палец. А также если дополнить систему электроприводом нагружения большого пальца, то это обеспечит оцувствление всей кисти руки.

Особенностью данной конструкции является то, что вся система выполнена на электроприводах и при этом, по сравнению с разработкой Microsoft Research [1], передает обратную связь всей кисти что обеспечивает более точную передачу оцувщений. Также данная система обладает не большими габаритами, благодаря использованию маленьких двигателей компании Maxon [2] и определенной компоновке трибок в редукторе, а так же минимальной массой благодаря применению пластмасс в изготовлении корпуса.

В разрабатываемой конструкции были устранены недостатки аналогов, получена конструкция, готовая к производству, с небольшими габаритами и массой, необходимыми для удобства использования человеком. Применение системы состоящей из нескольких модулей на один палец обеспечивает более точную передачу обратной связи руке, что расширяет сферу применения данной системы.

Список литературы

1. Майкрософт. Режим доступа <https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/touching-virtual-microsoft-research-making-virtual-reality-tangible/> (дата обращения 25.04.18).
2. Maxon motor. Режим доступа: <https://www.maxonmotor.com/> (дата обращения 25.04.18).

УДК 338.02

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОТДЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА НА ПРИМЕРЕ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ КОМПАНИИ UNILEVER

Д.А. Авдейчиков, бакалавр,

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

dimaavdeich@yandex.ru

Компания Unilever на территории Российской федерации имеет несколько фабрик по производству косметической продукции, товаров бытовой химии, а также пищевой продукции, в том числе чая и мороженого. Весной компания дала старт техническому чемпионату CHAINREACTION Volume 2.0 для студентов технических вузов России.

Участникам финального кейс задания было необходимо предложить решение по совершенствованию производственного процесса, в частности доставки готовых вафельных стаканчиков от печи до основного конвейера, с их установкой в специальные ячейки - ламели для наполнения смесью мороженого. Критериями оценки предложенных решений выступали: минимизация рисков относительно качества и безопасности продукции, возможность интеграции инноваций в существующую схему производства на Тульской фабрики компании Unilever, а также осуществимость и экономический эффект от внедрения автоматизации. На момент постановки задачи данный процесс имел несколько существенных недостатков. Во-первых, готовые вафельные стаканчики от

печей через общий конвейер приходили к месту фасовки, где их вручную операторы формировали в колонны по 20 штук и укладывали в коробки. На данном этапе фиксировался большой процент брака стаканчиков. Во-вторых, этап установки стаканчиков в ламели для наполнения смесью мороженого также осуществлялся вручную. В результате наблюдались: высокий риск появления брака и весьма низкая производительность труда.

Команда студентов из трех человек от факультета «Специальное машиностроение» разработала и представила техническое решение, состоящее из трех этапов. На первом этапе был изменен способ доставки готовых вафельных стаканчиков от печи до линии основного конвейера путем внедрения промежуточного реечного конвейера, позволяющего расположить стаканчики в горизонтально-ориентированном положении. С каждой печи стаканчики должны приходиться на отдельную линию основного конвейера.

Следующим этапом решения было введение регулирующих сигнализаторов в виде системы технического зрения (СТЗ), контролирующей качество вафельных стаканчиков. В качестве СТЗ были выбраны фотокамеры. Для выявления дефектов используется "блок просветки", где стаканчики оказываются подсвечены ярким светом, вследствие чего дефекты становятся ярче фона стенок и их легко можно идентифицировать и сделать заключение о качестве стаканчика. Далее осуществляется фасовка стаканчиков в автоматическом режиме в колонны по 20 штук: заканчивая движение на последнем конвейере стаканчики попадают в отверстие блока сборки, где благодаря конусности своей формы и рейке конвейера, которая толкает их, они задвигаются друг в друга. Автоматизация этапа фасовки позволяет исключить возможность появления брака в результате ручного труда занятых работников [2, с. 21]

Последним этапом решения было введение робота-фасовщика, взаимодействующего с магазином паллет и ламелями для заливки смеси мороженого, а также с человеком-оператором [3, с. 35]. Отдельные паллеты заполняются вручную, каждая из них центрирует для робота пять рядов стаканчиков, получаемых с предыдущего этапа. При помощи нескольких схватов робот одновременно забирает 5 рядов стаканчиков и заполняет ламели. В это время магазин паллет, автоматически подводит новую заполненную паллету, а пустую отправляет на загрузку к оператору.

Данный пример демонстрирует возможности введения локальной автоматизации производственного процесса, с точки зрения повышения производительности технологических операций, культуры производства и общей его эффективности. Однако любая инновация требует существенных затрат, которые окупаются в течение нескольких лет. В этом состоит одна из главных проблем введения автоматизации на крупных, а тем более мелких предприятиях [1, с.226].

В результате презентации технического решения в финале кейс-чемпионата, который прошел в Санкт-Петербурге на одном из предприятий компании Unilever, нашей команде были вручены дипломы участников.

Список литературы

1. Волчкевич Л.И. Автоматизация производственных процессов. М.: Машиностроение, 2007, 380 с.
2. Мыльник В.В. Диалектика развития автоматизации промышленного производства на различных ее этапах // Организатор производства: Теоретический и научно-практический журнал. 2009. № 4. С. 21-23.
3. Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Основы управления манипуляционными роботами: Учебник для вузов. 2-е изд., исправ. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. 480 с.

УДК. 599.722

**РАБОТКА АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА РУДНИЧНОГО КОНВЕЙЕРА
С ЦИФРОВОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ АДАПТИВНОГО
РЕГУЛЯТОРА СКОРОСТИ**

С.И. Панов, студент

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

Centurion647@yandex.ru

При проектировании систем управления частотно-регулируемых электроприводов промышленных механизмов существует задача применения корректирующих устройств для придания системе управления требуемых динамических показателей качества [1].

В системах управления промышленных механизмов нашли широкое применение ПИД-регуляторы по причине простоты их реализации, настройки и эксплуатации. Однако применительно к частотно-регулируемым электроприводам с высокой динамикой существуют видимые ограничения по эксплуатации классических ПИД-регуляторов.

С одной стороны, в системе частотного управления электроприводом ПИД-регулятор зачастую реализован непосредственно в структуре микропроцессорного блока управления преобразователя частоты. Такое обстоятельство требует высококвалифицированных специалистов для его настройки.

С другой стороны, известные методы синтеза классических регуляторов ПИД-типа связаны с применением линеаризованной структуры системы управления и объекта регулирования. Линеаризация структуры частотно-регулируемого электропривода связана с существенными допущениями и ограничениями. Как результат, полученный в результате синтеза линейный ПИД-регулятор на практике требует дополнительных усилий по настройке его параметров для обеспечения качества управления в реальных условиях переменных нагрузок и нелинейностей объекта управления.

Практика эксплуатации промышленных механизмов выявила необходимость периодической перенастройки (коррекции) параметров линейных ПИД-регуляторов для систем управления электроприводов. В этом также состоит существенная проблема, связанная с необходимостью остановки промышленного механизма, который может быть задействован в непрерывном процессе производства.

В связи с этим возникает необходимость применения новых способов построения регуляторов и синтеза алгоритмов цифрового управления электроприводами.

В настоящей работе предлагается применение адаптивного регулятора для автоматического управления скоростью электропривода, параметры усиления которого подстраиваются в зависимости от режимов и условий функционирования электропривода.

Необходимость адаптивной настройки регулятора возникла в связи с тем, что цифровая система автоматического управления промышленным электроприводом (САУ ЭП) эксплуатируется в реальных условиях возмущений и переменных нагрузок, в то время как классический ПИД-регулятор обладает высокой чувствительностью к возмущениям входного сигнала, а также невозможностью обеспечения оптимальных характеристик регулятора для требуемых динамических режимов регулирования скорости электропривода в промышленных условиях эксплуатации.

Для управления скоростью электропривода в САУ ЭП часто применяется скалярный закон управления асинхронным двигателем. Проведённые автором исследования [2] привели к необходимости устранить ограничения классического закона скалярного управления с целью обеспечения регулирования скорости электропривода в расширенном диапазоне частот.

Как результат, разработанная функциональная схема цифровой САУ ЭП включает два контура управления. Сигнал корректирующей частоты скольжения АД формируется регулятором скорости в канале управления скоростью. В канале управления частотой он

суммируется с измеренным значением частоты вращения ротора для формирования задания по частоте для блока управления ПЧ. В блоке управления ПЧ реализован усовершенствованный закон скалярного управления в виде расчёта напряжения статорных обмоток двигателя по заданной частоте напряжения.

В канале управления скоростью используется дискретный классический ПИ-регулятор, программный алгоритм которого реализован в микроконтроллере ПЧ. В результате проведённых исследований выявлена необходимость изменения (подстройки) его параметров в двух частотных диапазонах регулирования скорости АД. Также существует необходимость минимизации влияния возмущающих воздействий в канале управления скоростью, переменных моментных нагрузок и влияния нелинейностей, связанных с эксплуатацией асинхронного двигателя.

В связи с указанными обстоятельствами принято решение построить адаптивной регулятор на основе существующего дискретного ПИ-регулятора и дополнительного блока супервизора, реализованного на базе нечёткой логики для подстройки коэффициентов усиления основного ПИ-регулятора.

Основным вопросом при его проектировании является формирование базы знаний в виде нечетких продукционных правил. С этой целью заимствован опыт экспертов в данной области [3], позволивший создать базу правил на основе оптимальной траектории переходного процесса регулируемой переменной, а также выбрать необходимые функции принадлежности переменных контура управления скоростью.

Таким образом, достигнута цель, поставленная перед нечетким регулятором – супервизором – обеспечить желаемые показатели качества переходного процесса за счет подстройки параметров дискретного ПИ-регулятора.

Достоверность полученных результатов подтверждается их совпадением с результатами имитационного моделирования и натуральных экспериментов.

В работе предложена пошаговая методика расчёта и конструирования адаптивного регулятора скорости на базе нечёткой логики для электроприводов промышленных механизмов. Достоинством адаптивной схемы управления является способность обеспечивать высокое качество управления при наличии возмущений и влияния нелинейностей объекта управления. Адаптивный регулятор позволяет исключить дополнительные усилия по настройке параметров регулятора для обеспечения требуемого качества управления.

Практическая значимость работы заключается в разработке методов модернизации цифровых регуляторов ПИД-типа за счёт добавления программного или программно-аппаратного блока супервизора, реализующего нечётко-логическую схему коррекции коэффициентов основного ПИД-регулятора

Список литературы

1. Анучин А.С. Методики расчета параметров цифрового ПИ-регулятора в электроприводе // Электротехника. 2014. № 5. С. 32-39
2. Панов С.И., Рубцов В.И., Совершенствование скалярного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода с улучшенными динамическими характеристиками. М.: Международный научный журнал «Символ науки», №5, 2017. С. 41-48.
3. Бошляков А.А., Рубцов В.И. Проектирование нечеткого регулятора следящей системы // Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. Вып.8.

УДК 531.8

РАЗРАБОТКА ШЕСТИНОГОГО ШАГАЮЩЕГО РОБОТА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГАЗОПРОВОДОВ

Ю.В. Урсу, студент

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

Julia.456456.96@gmail.com

К.В. Коновалов, аспирант

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

bmstu.konovlov2011@yandex.ru

В настоящее время ШР не нашли широкого применения ввиду конструктивной сложности исполнения, сложности управления, энергозатрат [1]. Но, несмотря на это, в мире уделяется все больше внимание проектированию ШР, т.к. они имеют высокую проходимость и лучшую приспособленность к условиям, созданным для человека [2].

Одна из поставленных целей для безопасной эксплуатации газопроводов - обнаружение утечек газа и своевременная их локализация, обеспечивающая сокращение потерь перекачиваемого продукта и вредного воздействия на окружающую среду.

В данной статье будут рассмотрены способы обнаружения утечек газа с помощью шагающего робота на поверхности трубы.

Шагающий робот будет оснащен датчиком утечки газа Xiaomi Mi Mijia Honeywell Gas Alarm, он реагирует на природный газ, на метан и на прочие загрязнители. Питание ШР будет осуществляться с помощью аккумулятора, что не будет ограничивать движение робота в отличие от питания по кабелю. Так же ШР будет принимать данные с системы технического зрения для ориентации на местности, и самостоятельного передвижения по поверхности трубы. Через модуль связи будет осуществляться прием данных от оператора и передача информации о нахождении утечки газа. Каждая из шести ног будет оснащена электромагнитами для надежного передвижения по поверхности трубы.

Были рассмотрены наиболее распространенные походки ШР: 1. треножная походка; 2. походка 4+2; 3. походка 5+1. Так как треножная походка наиболее устойчивая и быстрая из всех перечисленных, то она была выбрана для передвижения по поверхности трубы. Так же выбранная походка обладает свойством статической устойчивости, то есть в каждый момент времени три ноги, находящиеся в состоянии опоры, образуют опорный треугольник, при этом центр масс проецируется внутрь треугольника [3].

В настоящий момент реализуется треножная походка по горизонтальной поверхности трубы в среде MATLAB с использованием библиотеки SimMechanics. Рассчитываются габариты ШР с учетом аккумулятора, датчика утечки газа, камеры и прочих составных элементов. Цели и задачи на будущее: 1. реализация алгоритма шагания с учетом электромагнитов; 2. прохождение препятствий, подъемов и поворотов трубы; 3. принятие самостоятельных решений роботом; 4. расчет массогабаритных характеристик робота.

Список литературы

1. Лапшин В.В. Механика и управление движением шагающих машин. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012, 199 с.
 2. Михайлов В.В., Соловьева Т.Н., Попов В.П. Моделирование кинематики шагающего робота. Спб.: Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН, 2015. 56 с.
 3. Каргинов Л.А. Синтез управляющих воздействий для приводов исполнительных механизмов шагающих роботов без решения обратной задачи кинематики. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. 16 с.
-

УДК 681.513.673

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ АКТИВНОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ПОДВЕСКОЙ

А.С. Зайцев, студент

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

zaytsev134@mail.ru

Сегодня довольно актуальной задачей является снижение уровня вибраций в салоне автомобиля. При этом, особенно актуально данная проблема касается специализированных автомобилей, например, автомобилей скорой помощи. Исследования [1] показывают, что виброскорость часто превышает предельно допустимый уровень не только на месте транспортировки пациента, но и на рабочих местах фельдшеров и водителей, что является причиной возникновения заболеваний опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистой и других систем организма.

Возможным решением является применение систем активной электромагнитной подвески на основе линейных синхронных приводов, которые имеют множество преимуществ по сравнению с другими системами подвески за счет высокого быстродействия и простоты конструкции. Такие электромагнитные системы также перспективны с экономической точки зрения на фоне активного развития электромобилей. В данной работе принято допущение о том, что параметры неровностей дорожного полотна перед транспортным средством известны. Это возможно с помощью систем, построенных с применением, например, компьютерного зрения [2]. При этом неровности можно разделить на мелкие, плавные и резкие. К первому типу относятся те, нахождение которых система активной подвески не может оказать существенного влияния, в силу их размера. Таким образом, мелкими неровностями считаются те, размер которых сравним с пятном контакта шины с дорогой. К плавным неровностям относятся те, которые на участке дороги представимы в виде гармонической функции (например, неровности типа «лежачий полицейский»). Резкие неровности являются источниками импульсных и ступенчатых воздействий на систему подвески (трамвайные рельсы, невысокие бордюры и т.д.). Тип неровности определяет значения параметров регуляторов системы управления синхронными приводами колес. При этом качество работы системы определяется с помощью комбинированного критерия, включающего в себя вертикальное ускорение и угол наклона кузова автомобиля, а также потребляемую мощность приводов. Параметрам соответствуют весовые коэффициенты, определяющие важность каждого из параметров при езде по трем типам дорог. С целью получения оптимальных параметров регуляторов системы управления приводами подвески был применен метод стохастического поиска [3] минимума целевого функционала для трех описанных типов дорожных неровностей.

В результате проделанной работы были решены задачи классификации типов дорожных неровностей, построения математической модели независимой подвески автомобиля, построения многоконтурной системы управления электромагнитными приводами амортизаторов, получен критерий оценки качества работы подвески, применен метод стохастической оптимизации параметров регуляторов системы.

Список литературы

1. Клиническая и гигиеническая оценка профессиональных рисков здоровью медицинских работников станций скорой медицинской помощи / В.О. Красовский [и др.] // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 2.
2. Алтынцев М. А. Автоматизированное определение характерных линий автомобильных дорог по данным мобильного лазерного сканирования // ИнтерЭкспо Гео-Сибирь. 2016. Т.1 № 2. С. 108–116.

3. Кузнецов Б. И. Многокритериальный синтез стохастического робастного управления многомассовыми электромеханическими системами на основе стохастической мультиагентной оптимизации / Б.И. Кузнецов, Т.Б. Никитина, В.В. Коломиец и др. // Вестник национального технического университета «Харьковский политехнический институт». 2014. № 2 (1104). С. 77–86.

УДК 004.932.72

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ

Васильева Екатерина Андреевна, студент

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

ekaterina26v@gmail.com

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-29-04178 офи_м

Существующие на сегодняшний день технологии сельского хозяйства несовершенны и имеют ряд недостатков, влияющих на производительность сектора и негативно сказывающихся на экологии. Проблема контроля и обслуживания сельскохозяйственных посадок очень актуальна. Но площади посевных полей не всегда позволяют выполнять эти задачи быстро. Автономные робототехнические системы могут значительно ускорить и облегчить все процессы обслуживания. Для полноценного решения задач в условиях частичного или полного отсутствия исходной информации о среде функционирования требуется создание средств повышенной автономности, для чего необходим эффективный сбор и анализ данных об окружающем пространстве. Воздушная съемка осуществляется с помощью БПЛА, оснащенного камерой и системой технического зрения.

Целью данного исследования является разработка алгоритма распознавания для семантического анализа изображений в сельском хозяйстве.

Разработка алгоритма распознавания объектов

В рамках этого алгоритма необходимо решать задачи детектирования и распознавания объектов. Объекты распознавания будут разбиты по следующим семантическим классам: деревья, реки, дома, индустриальные строения, поля.

Был проведен сравнительный анализ алгоритмов и для более эффективной работы выбрана комбинация алгоритмов на основе предобученной нейронной сети VGG16 и алгоритма машинного обучения SVM.

Нейронная сеть VGG16 состоит из двух частей: из сверточной части, использующейся для выделения характерных признаков из изображения и полносвязной, реализующей классификацию.

SVM - метод опорных векторов. Суть метода заключается в нахождении гиперплоскости, разделяющей классы. Причем, из всех возможных гиперплоскостей необходимо выбрать такую, расстояние до которой от каждого класса максимально [3].

В данной работе предлагается заменить полносвязную часть из сети VGG16 на новый классификатор SVM. SVM устроен гораздо проще полносвязной части нейронной сети и на выходе формируются 5 классов.

Для тестирования было использовано по 150 изображений в обучающей и тестовой выборках. Каждому классу соответствовало 30 изображений в обучении и тесте соответственно. В результате тестирования удалось классифицировать 141 объекта, что соответствует 94% точности работы классификатора.

Таким образом, разработанную программу можно считать успешно функционирующей. Качество классификации достаточное для эффективного

распознавания образов. Также его можно повысить, добавив в алгоритм предварительную обработку изображений и увеличив обучающую выборку.

Список литературы

1. Н. А. Rowley, S. Baluja, T. Kanade. Neural Network-Based Face Detection // RAMI, January 1998.
2. CNNs Architectures: LeNet, AlexNet, VGG, GoogLeNet, ResNet and more. Available at: https://medium.com/@siddharthdas_32104/cnns-architectures-lenet-alexnet-vgg-googlenet-resnet-and-more-666091488df5, accessed 16.03.2017.
3. Википедия – Метод опорных векторов. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_опорных_векторов (дата обращения: 15.03.2017).

УДК 681.587.72

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ АДАПТИВНОГО ПРИВОДА УПРАВЛЕНИЯ ЛАЗЕРНЫМ УКАЗАТЕЛЕМ

А.Ю. Волоцкий, магистант

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

volotskiy2012@yandex.ru

Разработка адаптивной системы управления лазерным указателем в настоящее время актуальна, так как лазеры, в силу своих уникальных свойств излучения, находят широкое применение во многих отраслях науки и техники, а также в быту (проигрыватели компакт-дисков, лазерные принтеры, считыватели штрих-кодов, лазерные указки и прочее).

Существуют две наиболее перспективные области применения разрабатываемой системы: монтаж печатных плат и посадка вертолётов на палубу корабля.

В данной системе видеочамера является датчиком обратной связи положения лазерной точки. Соответственно, для определения координат лазерной точки необходимо производить обработку изображения.

Существует несколько алгоритмов поиска лазерного пятна по изображению [1], но для работы с видео-поток данные алгоритмы не всегда подходят. Поэтому для решения нашей задачи используем комбинированный алгоритм распознавания лазерной точки по изображению, который заключается в следующем: преобразуем изображение из цветовой модели RGB (Red, Green, Blue) в цветовую модель HSV (Hue, Saturation, Value), далее разделяем преобразованное изображение на отдельные составляющие H, S, V, а оригинальное изображение на R, G, B. Затем делаем пороговое преобразование над матрицами H, S, V и R. Выполняем логическую операцию «И» над матрицами H, S, V, R после преобразования и вычисляем координаты центра масс лазерного пятна.

С целью определения частоты выдачи координат центра лазерной точки была проведена обработка видео-потока [2]. Для этого мы использовали бюджетную веб-камеру, из видео-потока извлекали кадр, обрабатывали его, получали координаты, извлекали следующий и так далее. В результате можем получать координаты лазерной точки каждые 55 - 80 мс. Эти данные использовали при моделировании нашей системы.

В среде Matlab Simulink построили математическую модель привода. С помощью блока Zero-Order Hold учли дискретный характер выдачи координат текущего положения лазерной точки (сигнала обратной связи). Коррекцию произвели с помощью ПИД-регулятора (Пропорционально-интегрально-дифференцирующий регулятор). Результаты моделирования удовлетворяют требованиям технического задания.

В итоге получили работоспособную систему технического зрения, которая обрабатывает видео-поток и выдаёт координаты центра масс лазерного пятна с частотой

12.5 - 18.18 Гц. В дальнейшем планируется доработка данного алгоритма при различном уровне освещенности и разработка алгоритма распознавания объекта, на который или на часть которого луч лазера должен навестись.

Список литературы

1. Распознавание световых пятен лазера на изображении. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/77/13448/> (дата обращения 07.05.2018).
2. OpenCV шаг за шагом. Захват видео с камеры. Режим доступа: <http://robocraft.ru/blog/computervision/275.html> (дата обращения 07.05.2018).

УДК 621.8-1/-9

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТА ПЕРЕКОСА ВЕРТОЛЕТА

Э.В. Фадеева, бакалавр

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

ellifa15@gmail.com

Управление вертолетом осуществляется за счет изменения подъемной силы. Она зависит от ряда факторов, в том числе от скорости движения лопасти несущего винта относительно воздуха и ее установочного угла. Чем он больше, тем большую подъемную силу обеспечивает лопасть. В большинстве конструкций обороты несущего винта поддерживаются постоянными. Таким образом, переменной величиной остается установочный угол.

На данный момент существует две основные конструкции автомата перекоса – Юрьева и Сикорского. В обоих случаях лопасть поворачивается относительно шарнира, а угол наклона невращающегося кольца автомата перекоса, которое управляет положением лопасти, изменяется посредством тяги.

Новизна данного проекта заключается в том, что шарниры на лопастях заменены торсионными - валами, обладающими малой крутильной жесткостью, а механическое управление невращающимся кольцом заменено на электрическое.

Основной целью работы является разработка электромеханического привода (ЭМП), который обеспечит необходимый момент для изменения угла наклона лопасти несущего винта вертолета. Основными требованиями к данному ЭМП были назначены компактность, надежность при способности обеспечить высокий момент на выходном валу редуктора. Планетарный редуктор удовлетворяет всем вышеуказанным условиям. В соответствии с требованиями было сформировано техническое задание:

- | | |
|--|-------------------------|
| 1) Номинальный момент на выходном валу | 20 Н·м |
| 2) Момент инерции нагрузки | 2000 кг·м ² |
| 3) Скорость движения выходного звена | 1,099 рад/с |
| 4) Угловое ускорение выходного вала | 0,01 рад/с ² |

В результате проведенной работы был разработан ЭМП [2] для управления наклоном невращающегося кольца, а, следовательно, углом наклона лопасти. Он состоит из электродвигателя и редуктора [1]. Так как происходит работа с большими моментами, и требуется высокая надежность, было решено разработать трехступенчатый планетарный редуктор. Таким образом, показана новая конструкция автомата перекоса, которая удовлетворяет заданным требованиям и является более совершенной по сравнению со своим предшественником.

Список литературы

1. Потапцев И.С., Нарыкова Н.И., Перминова Е.А., Буцев А.А. Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012.

2. Кокорев Ю.А., Жаров В.А., Ожерельев А.Я. Расчёт электромеханического привода. М.: Типография МВТУ, 1988.

УДК 62.503–55

АДАПТАЦИЯ АЛГОРИТМОВ МАРШРУТИЗАЦИИ И ЦЕЛЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ К ЗАДАЧЕ ОБХОДА ТЕРРИТОРИИ ГРУППОЙ РОБОТОВ

С.Б. Буробин, магистрант

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

buroser@yandex.ru

В данной работе рассмотрен алгоритм оптимального целераспределения при управлении группой роботов, выполняющей задачу обхода территории (например, в целях картографирования). Он основан на алгоритме Левита и венгерском алгоритме, совмещенных друг с другом и дополненных особыми правилами операций над бесконечными гипердействительными числами.

В качестве стратегии управления группой роботов применена комбинация централизованного единоначального управления на стратегическом уровне с децентрализованным коллективным управлением — на тактическом. Тактический уровень управления ограничивается решением задачи избежания столкновений между роботами и не является предметом рассмотрения данной работы.

Поле, по которому перемещаются роботы, дискретизируется (замощаясь квадратами, длина которых несколько превосходит максимальный габаритный размер робота). В каждой клетке в каждый момент времени может находиться не более 1 робота.

Координаты клетки, в которой находится робот, не задают полностью его положение на плоскости; помимо декартовых координат, необходимо также указать угол его ориентации. Как и декартовы координаты, углы ориентации дискретизируются. Показано, что при выборе между простыми способами замощения плоскости наиболее эффективно (с точки зрения избыточности перемещения) разбиение на квадраты с последующим рассмотрением окрестностей Мура. Рассмотрение окрестностей Мура означает дискретизацию углов ориентации на 8 значений с шагом $\pi/4$. Поэтому каждой точке на плоскости будут соответствовать 8 состояний — точек графа, по которому перемещается робот.

Разработан метод преобразования карты поверхности в ориентированный граф. Данный граф — разреженный; из каждой его вершины (кроме находящихся на границе плоскости) можно переместиться в 3 соседние.

В качестве веса дуги AB построенного графа следует принять оценку затрат на перемещение робота из состояния A в состояние B . В качестве такой обобщенной оценки можно принять, например, взвешенную сумму продолжительности перемещения и энергетических затрат на него:

$$\|AB\| = J_{AB} = K_1 t_{AB} + K_2 W_{AB} \quad (1)$$

По этой же формуле вычисляется и оптимизируемый функционал качества целераспределения.

Как временные, так и энергетические затраты на перемещение зависят от типа робота, вида перемещения (поступательное или вращательное), а также от особенностей поверхности в точках A и B . Предложена формула для определения обобщенной оценки затрат, учитывающая все три данных фактора. Обобщенные затраты на перемещение могут принимать любые положительные значения, вплоть до бесконечных (в случае недостижимости цели).

Получив взвешенный ориентированный граф, имея на нем стартовую и финишную точку, можно найти кратчайший (то есть наименее затратный) маршрут между ними. В данной работе для этого применен алгоритм Левита [1]. Далее, имея оценки затрат на перемещение из стартовой точки в каждую из целевых (не будем забывать, что некоторые из таких оценок могут принимать бесконечные значения), а также на перемещения между целевыми точками, можно рассмотреть вопрос оптимального целераспределения.

В данной работе в качестве основы такого алгоритма взят венгерский алгоритм целераспределения [1]; рассмотрена его модификация для случая, когда количество задач превосходит количество исполнителей. Описаны правила выполнения операций над бесконечными числами [2].

Список литературы

1. Верников Б.М. Элементы теории графов: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2005. 194 с.
2. Успенский В.А. Что такое нестандартный анализ? М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. 128 с.

УДК 621.8-1/-9

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СТЕРЖНЯ ТЕНСЕГРИТИ-РОБОТА

С.А. Овчинников, бакалавр

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

k_en_ny@mail.ru

Мы привыкли видеть в качестве роботов, изучающих поверхность других небесных тел, колесные роверы. В истории космической робототехники множество примеров таких машин – от «Луноходов» Советского Союза до исследователя Марса «Curiosity», разработанного NASA, славящегося живописными фотографиями Красной планеты. Но роверы имеют сложную конструкцию механической части, также они относительно тяжелые, что требует разработки дополнительных систем спуска и посадки. Всё это является причиной их чрезвычайной дороговизны в производстве и обслуживании в течение миссии.

Решение данных проблем в виде совершенно нового вида роботов навеяно странной архитектурой 60-х под названием «тенсегрити» (англ. tensegrity от англ. tensional integrity — соединение путём натяжения). В 1961 году Бакминстер Фуллер опубликовал работу, в которой описал совершенно новый тип структуры: он назвал ее «тенсегрити». Она совмещает аспекты сжатия и натяжения с целью создания натянутой сети проводов, в которой существуют также элементы сжатия.[1]

Такую же структуру было предложено использовать в качестве исследовательских зондов. Это исполнение роботов имеет существенные преимущества: они достаточно дешевы в производстве и исключительно легковесны.[2] Следовательно, они не требуют дополнительных систем посадки (благодаря своей структуре они успешно демпфируют удары при падении) и могут отправляться на планеты десятками или даже сотнями, что значительно расширяет области исследования.

Стандартный тенсегрити-робот представляет собой объемную структуру, близкую по форме к сфере, состоящую из стержней (чаще всего их шесть), сжатых системой натянутых между ними упругих нитей. Двигается такой робот посредством изменения своей формы. Это может происходить за счет изменения силы натяжения нитей. По этому принципу уже создан ряд прототипов при поддержке NASA. Альтернативой данному решению является изменение длины стержней. Такая конструкция не имеет аналогов и будет рассмотрена впервые.

Целью данного проекта явилось разработать исполнительный узел робота, представляющий собой стержень, способный изменять свою длину. В соответствии с требованиями к роботу было разработано техническое задание для линейного привода: развиваемая осевая нагрузка и скорость движения выходного штока, максимальная масса.

Для уменьшения диаметральных размеров устройства было решено использовать полностью соосную структуру: от электродвигателя крутящий момент передается на двухступенчатый планетарный редуктор, далее он поступает на винт шарико-винтовой передачи (ШВП), приводящий в движение гайку, на которой закреплен выходной шток. Гайка со штоком, имеющие квадратное поперечное сечение для предотвращения их вращения, опираясь на линейные подшипники из антифрикционного фторопласта, движутся по алюминиевой трубе также квадратного сечения большего размера.

В ходе данного проекта была разработана конструкция стержня тенсегрити-робота на основе линейного привода с использованием ШВП. Он может быть использован в прототипах изучаемого робота для разработки алгоритмов управления и их испытания в условиях реальной среды.

Список литературы

1. Буреев А.К., Овчинников И.И., Овчинников И.Г. Применение структур тенсегрити в архитектуре и мостостроении. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015.
2. Vytas SunSpiral, George Gorospe, Jonathan Bruce «Tensegrity based probes for planetary exploration: entry, descend and landing (EDL) and surface mobility analysis».

УДК 621.8-1/-9

РАЗРАБОТКА ПРИВОДА СИСТЕМЫ АДАПТИВНОЙ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ

В.В. Кехтер, бакалавр

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

zver211@yandex.ru

Дорожное полотно любой страны не во всех местах имеет полностью идеальное состояние. Имеет большое значение, чтобы поездка была комфортной и безопасной. Это необходимо в первую очередь пострадавшим, потерпевшим или больным. Проблема становится более острой в случаях, когда вызов поступает из мест, где дорожные условия плохие или дорог просто нет. Поэтому, основной целью проекта является уменьшение лишних колебаний, повышение комфорта и безопасности перевозок путем разработки системы адаптивной подвески с ШВП – шарико-винтовой передачи.

Актуальность и новизна разработки привода линейного перемещения на основе ШВП заключается в том, что эту систему можно ставить на автомобили скорой помощи такие как Газель Next.

ШВП – это разновидность передачи винт-гайка, в которой в отличие от последней присутствует трение качения вместо трения скольжения. КПД ШВП имеет более 90%, что делает эту передачу одной из самых точных. Сам вал и гайка ШВП изготавливаются с высоким качеством точности. Между винтом и гайкой находятся шарики, которые замкнуты циклически в корпусе гайки, что обеспечивает постоянный зацеп. Минусы по сравнению с винт-гайкой в том, что она имеет большие габариты и стоит в разы дороже.

На данный момент ШВП передачи используются в различных станках, погрузчиках и других механизмах, требующих быстрого и плавного линейного перемещения.

Как уже было отмечено выше, целью проекта является улучшение работы подвески автомобиля скорой помощи для улучшения комфорта перевозки пациентов. Поэтому в рамках проекта поставлены следующие задачи.

Во-первых, разработка конструкторской документации для системы линейного перемещения. Во-вторых, необходимо сформировать требования к установке системы линейного перемещения на автомобиле скорой помощи Газель NEXT.

Из вытекающих требований было сформировано следующее техническое задание: линейная скорость перемещения более 100 мм/сек, которая обусловлена необходимостью быстрого перемещения штока амортизатора для адаптации под неровности дороги; Сила выходного штока 12 000 Н, вытекает из того, что максимальная масса Газели 4.2 тонны, исходя из этого, нагрузка на каждое колесо около 1.05 тонны [2].

Конструктивно привод выполняется в виде цилиндрической системы разных диаметров и состоит из электродвигателя, цилиндрических корпусных деталей, моторамы, ШВП передачи, редуктора и предохранительной муфты.

В ходе данной работы показана возможность применения ШВП в адаптивной системе подвески автомобиля, разработана конструкция линейного привода с использованием ШВП. Следует отметить, что стоимость такого привода высока, но дешевле и проще в изготовлении по сравнению с адаптивными системами зарубежных аналогов. Также эта система универсальна, её можно устанавливать и на раму автомобиля, и на сам кузов.

Таким образом, данное решение является более выгодным с экономической точки зрения и расширяет возможности использования таких модулей не только в подвесках автомобилей, но и в различных других системах.

Список литературы

1. Потапцев И.С., Нарыкова Н.И., Перминова Е.А., Буцев А.А. Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. Ч.1-2.
2. Кокорев Ю.А., Жаров В.А., Ожерельев А.Я. Расчёт электромеханического привода. М.: Типография МВТУ, 1988. 131 с.

УДК 621.8-1/-9

ПОДЪЕМНЫЙ МЕХАНИЗМ МОДУЛЬНЫХ РОБОТОВ

А.С. Доржиев, бакалавр

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

ardan09@mail.ru

Модульные роботы - одна из самых сложных областей робототехники. Они представляют собой совокупность отдельных роботов, способных координироваться и объединяться в единое целое. В отличие от других типов роботов они универсальны и могут видоизменяться под различные задачи.

Модульные роботы могут быть самых разных форм: змееподобные, в виде совокупности кубиков, в форме самособирающихся треугольников и т.д.

Основные плюсы «модульности» в целом и ее новизна заключается в возможности из множества простых отдельных частей собрать сложную конструкцию. В силу простоты разрозненных элементов их можно заменять в случае поломки и вставлять обратно в общую структуру уже новые.

На данный момент модульные роботы представляют собой аппараты небольших габаритов. Они, как выше отмечено, бывают разной формы. Поэтому, за основу под подъемный механизм был взят робот, очень близкий по типу к Marxbot. Так как в данной работе рассматривается не весь робот, а только часть, то для простоты реализации механизма прибегнем к допущению, что один модульный робот представляет собой параллелепипед.

Соединяясь вместе, эти роботы представляют собой «змейку». В силу простоты конструкции и структуры отдельных элементов этой «змейки» любые препятствия она может только объехать, если это невозможно, то данное препятствие полностью ограничивает поле деятельности и работы. Поэтому главной целью проекта является увеличение функционала модульных роботов, а так как крепления у роботов между собой в большинстве случаев не рассчитаны на удержание целиком другого робота, то главная задача заключается в создании подъемного механизма, который позволит им преодолевать больше препятствий. К примеру, ступеньки лестницы или ямы.

Проектирование механизма состоит из нескольких частей. В первой части были рассчитаны и выбраны гайка и винт [1], во второй – электродвигатель и компоненты привода (валы, шестерни, зубчатые колеса) [2]. В третьей части была произведена компоновка электропривода и разработан механизм захвата, представляющий из себя шарнирные соединения, состоящие из кривошипов и «фрук», выполненных в виде стержней. Подбор элементов механизма произведен в соответствии с техническим заданием.

В заключении подведем итог. В ходе проекта показана возможность модернизации модульных роботов, позволяющая им осуществлять прохождение большего числа препятствий, спроектирован электромеханический привод и механизм захвата. Также разработана сопутствующая документация [3].

Таким образом, модульные роботы – это одна из перспективных направлений робототехники. Поэтому, модернизация и совершенствование их функционала даст толчок на развитие различных направлений исследований, к примеру, поверхностей космических тел со сложным рельефом.

Список литературы

1. Тищенко О.Ф. Элементы приборных устройств. М.: Москва «Высшая школа», 1982. С. 198-203.
2. Кокорев Ю.А., Жаров В.А., Ожерельев А.Я. Расчёт электромеханического привода. М.: Типография МВТУ, 1988. 131 с.
3. Потапцев И.С., Нарыкова Н.И., Перминова Е.А., Буцев А.А. Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. Ч. 1-2.

УДК 599.722

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ МАНИПУЛЯЦИОННЫМ РОБОТОМ

Инь Шуай, аспирант

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

shuai.yin@yandex.ru

Научный руководитель: А.С. Ющенко, д.т.н., профессор

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

Мобильный робот на гусеничном шасси оснащен манипулятором, имеющим 6 степеней свободы, который имеет 6 сервоприводов. Гусеничный движитель позволяет обеспечить независимое управление траками. Только одна цветная видео-камера размещена на платформе. Она позволяет с помощью системы компьютерного зрения найти определенный объект пороговым методом [1] и вычислить его пространственные координаты по принципу пространственной перспективы. Задача обработки изображений выполняется с помощью программного пакета OpenCV [2] по полученным пространственным координатам объекта. Когда робот получает пространственные

координаты объекта, требуемое положение манипулятора в пространстве определяется путем решения обратной задачи кинематики. Рассмотрим эту задачу более подробно.

Для манипулятора, имеющего три степени подвижности требуется перевести конечную точку кинематической цепи из точки (x, y, z) в точку (x_1, y_1, z_1) . Эту задачу можно свести к более простой задаче управления манипулятором с двумя степенями подвижности и существует три ситуации для решения обратной задачи кинематики манипулятор.

Моделирование движения робота проводилось в пакете Matlab с использованием программ Simscape, 3D-Animation и Stateflow. Программа Simscape позволяет моделировать динамику робота, а в Stateflow был разработан регулятор управления роботом. Программа 3D-Animation позволяет воспроизвести текущее положение робота. Подсистема, моделирующий регулятор имеет три входа: координаты объекта, координаты платформы и координаты целевой точки. Все входы описываются векторами $[1 \times 3]$. Координаты объекта и координаты целевой точки задаются пользователем, а координаты платформы вычисляются путем решения уравнений, описывающих движение робота.

Система управления макетом мобильного робота была реализована с помощью контроллера Ардуино и двух периферийных устройств L298N и PCA9685 для управления приводами. Микросхема PCA9685 управляет 8 сервоприводами манипулятора и камеры. Из них два управляют положением камеры, а остальные перемещают манипулятор. Контроллер отправляет 8 углов через интерфейс I2C в PCA9685, далее PCA9685 преобразовывает эти углы в ШИМ. Микросхема L298N получает сигналы ШИМ из контроллера и управляет двигателями постоянного тока, которые установлены на платформе. Основная задача микрокомпьютера Raspberry pi состоит в том, что обработать информации из камеры и передать пространственные координаты объекта в контроллер Ардуино.

Как показали эксперименты, робот может самостоятельно выполнять захват, транспортировку объекта и его размещение в указанное место с использованием только одной камеры. В дальнейшей работе, планируется разработать диалоговую систему управления роботом. Основной задачей диалоговой системы является обмен информацией между оператором и роботом. Это потребует использования методов искусственного интеллекта при решении задачи распознавания объектов и команд оператора.

Список литературы

1. Фисенко В.Т., Фисенко Т.Ю., компьютерная обработка и распознавание изображений//учебное пособие. СПбГУ ИТМО, 2008. 56 с.
 2. Alexander Mordvintsev, Abid K, OpenCV-Python Tutorials Documentation Available at: <https://media.readthedocs.org/pdf/opencv-python-tutroals/latest/opencv-python-tutroals.pdf> (дата обращения 05.11.2017)
 3. Ющенко А.С. Управление роботами с использованием нечеткой логики: состояние и проблемы // Новости искусственного интеллекта. 2006. №1. С.119-130.
-

СЕКЦИЯ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ И СТАРТА РАКЕТ»

УДК 537.855

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ТОКОВ ПРОВОДИМОСТИ И ТОКОВ СМЕЩЕНИЯ

О.В. Князькина, студент

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

oliu121987@gmail.com

М.А. Лойко, студент

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

simon1317@mail.ru

И.А. Нежибицкий, студент

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

nezhbitskiy@yandex.ru

Рассмотрим магнитные поля токов проводимости и смещения на примере прямого провода с включенным в него конденсатором. Для определения магнитной индукции этих полей используем два уравнения Максвелла о циркуляциях магнитного и электрического полей и материальные уравнения [1]:

$$\oint_L \bar{H} d\bar{l} = I + \iint_S \frac{\partial \bar{D}}{\partial t} d\bar{S}, \quad (1)$$

$$\varepsilon = \oint_{L'} \bar{E} d\bar{l}' = - \frac{\partial}{\partial t} \iint_{S_0} \bar{B} d\bar{S}_0, \quad (2)$$

Сравним ЭДС, создаваемые магнитными полями токов проводимости и токов смещения, как функцию частоты:

$$\varepsilon_{np.} = \frac{C}{4} \mu_0 \sigma E_0 r_{np.}^2 \omega \cos(\omega t), \quad (5)$$

$$\varepsilon_{см.} = \frac{C}{2} \mu_0 \varepsilon_0 E_0 \pi R^2 \omega^2 \sin(\omega t), \quad (6)$$

где R – радиус пластин конденсатора, $r_{np.}$ – радиус поперечного сечения провода, σ – удельная проводимость меди, C – константа, зависящая от интегрирования по выбранной геометрии.

Измеряемая датчиком ЭДС создается магнитными полями токов проводимости и токов смещения [2]. Для выбранных параметров установки $\varepsilon_{np.}$ (5) и $\varepsilon_{см.}$ (6) будут сравнимы только на частотах порядка:

$$\nu^* = \frac{\sigma r_{np.}^2}{2 \varepsilon_0 \pi R^2} \approx 4 \cdot 10^{12} \text{ Гц} \quad (7)$$

Для экспериментального изучения магнитных полей, создаваемых токами проводимости и токами смещения, была создана установка, представляющая собой цепь из конденсатора с пластинами большого радиуса (250 мм), подключенного к модулю-генератору NI-PXI. Диапазон частот генератора диапазоне от 0 до 20 МГц, напряжение на выходе до 12 В. В качестве детектора выбран пояс Роговского. Измерение ЭДС осуществлялось с помощью осциллографа.

Анализ зависимостей (5) и (6) показывает, что в области частот от 1 кГц до 20 МГц

$\frac{\mathcal{E}_{см.}}{\mathcal{E}_{пр.}} = 10^{-8} \div 10^{-4}$, то есть в данном диапазоне ЭДС, создаваемая магнитными полями

токов смещения существенно меньше ЭДС, создаваемой магнитными полями токами проводимости.

Чтобы увеличить чувствительность установки для измерения токов смещения предполагается поместить в конденсатор диэлектрик с диэлектрической проницаемостью существенно большей, чем у воздуха.

Список литературы

1. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. М.: Высшая школа, 1983. 463 с.
 2. Станишевский Г.Ю., Рязанов Р.С., Сумнительный Н.В. Гетерогенность электромагнитных полей в межпластинном объеме пространства плоского конденсатора при переменном токе в диэлектрике // Всероссийский форум научной молодежи «Богатство России»: сборник докладов. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. С. 188-191.
-

СЕКЦИЯ «РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

УДК 621.45.038.3

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ПЕРФОРИРОВАННОЙ ЖАРОВОЙ ТРУБЫ В СИСТЕМЕ ЗАВЕСНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ КАМЕРЫ ДОЖИГАНИЯ ПВРД

И.А. Батенин, студент

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

werewolf6993@gmail.com

М.А. Абрамов, аспирант

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

abramovmaks94@gmail.com

Обеспечение рационального функционирования системы охлаждения камеры дожигания (КД) является важным этапом проектирования прямоточного воздушно-реактивного двигателя (ПВРД) на жидком топливе. Реализация наиболее эффективного и стабильного рабочего процесса во время полета ракеты возможна только при обеспечении потребного температурного режима всех элементов конструкции КД.

В данном исследовании рассматривается модельная КД перспективного ПВРД. Конструктивно система охлаждения представляет собой кольцевой канал, ограниченный стенкой корпуса двигателя и перфорированной жаровой трубой (ЖТ). В систему охлаждения направляется только часть воздуха, поступающего в КД из воздухозаборного устройства (ВЗУ), с температурой торможения 750 К. Конструкция ЖТ позволяет перераспределить поток воздуха следующим образом: основная его часть идет на создание завесы вдоль ЖТ, а существенно меньшая часть потока через кольцевой зазор поступает в зону сопла.

Поскольку КД имеет осесимметричную конструкцию, для уменьшения затрат машинного времени расчетная область ограничена сектором с углом раскрытия 1,5 градуса. В этом случае исследуемый участок ЖТ имеет один продольный ряд отверстий. Моделируется три варианта работы ЖТ, когда расход воздуха в систему завесного охлаждения m_e составляет заданную часть суммарного массового расхода воздуха M_e через двигатель (вариант 1 - $m_e = 0,1 M_e$; вариант 2 - $m_e = 0,2 M_e$; вариант 3 - $m_e = 0,3 M_e$).

Целью исследования является анализ закономерностей формирования завесы при равномерном расположении отверстий. Анализ производится с помощью численного моделирования в современном программном комплексе.

На основе полученных расчетных данных определен массовый расход воздуха через каждое отверстие в ЖТ, что позволило проанализировать закономерности формирования завесы по всей длине ЖТ. При сравнении рассмотренных вариантов показано, что при увеличении m_e доля воздуха, идущего на создание завесы уменьшается с 0,74 до 0,7.

Показано, что расход воздуха m_{ei} через единичное отверстие существенно меняется по длине ЖТ. Характер этого изменения не линеен. Одним из основных результатов расчета являются зависимости, позволяющие описать изменение m_{ei} по длине ЖТ.

Полученные данные дают возможность повысить точность теплового расчета завесной системы охлаждения камеры дожигания ПВРД.

УДК 536.24

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО СОСТОЯНИЯ СТЕНКИ КОНСТРУКЦИИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ РЕЖИМОВ НАГРЕВА И ОХЛАЖДЕНИЯ

Д.В. Годорожа, студент

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

Sweettwister23@gmail.com

Проблема разработки эффективной теплоэнергетической установки или аппарата обычно связана с необходимостью проведения огневых испытаний зачастую при достаточно высоких температурах. В связи с этим актуальной становится оценка температурного состояния поверхности теплообмена при различных режимах нагрева и охлаждения.

Целью настоящей работы является прогнозирование и планирование режимов безаварийного испытания теплообменных трактов.

Задачи исследования:

- получить расчетные зависимости для исследования температуры стенки;
- сравнить степень влияния различных режимных и конструктивных параметров тракта на температурное состояние стенки.

Согласно известным закономерностям теплопереноса, температура стенки, как целевая функция исследования, представляется в виде зависимости, отражающей режимы нагрева и охлаждения.

$$t_{ст} = f\left(\alpha_r, \alpha_x, t_r, t_x, \frac{\lambda}{\delta}\right), \quad (1)$$

где t_r , t_x – температуры горячего и холодного теплоносителей соответственно; $t_{ст}$ – температура поверхности стенки; α_r – коэффициент теплоотдачи от горячего теплоносителя к стенке; α_x – коэффициент теплоотдачи от стенки к холодному теплоносителю; λ – коэффициент теплопроводности стенки; δ – толщина стенки.

На основании баланса тепловых потоков получена следующая зависимость для температуры горячей поверхности теплообмена, например, плоской стенки, при граничных условиях III рода [1]:

$$t_{ст.г} = \frac{t_r \left(\alpha_r \frac{\delta}{\lambda} + \frac{\alpha_r}{\alpha_x} \right) + t_x}{1 + \alpha_r \frac{\delta}{\lambda} + \frac{\alpha_r}{\alpha_x}}. \quad (2)$$

Методика исследования построена на использовании параметрического расчетного эксперимента, где целевой функцией является температура горячей стенки, точнее, отношение температуры горячей поверхности стенки к температуре горячего теплоносителя.

Целевая функция в параметрической форме представляется в виде:

$$\frac{t_{ст.г}}{t_r} = \frac{n_\lambda + n_\alpha + \frac{1}{n_t}}{1 + n_\lambda + n_\alpha}, \quad (3)$$

где $n_\alpha = \alpha_r/\alpha_x$; $n_\lambda = \alpha_r \delta/\lambda$; $n_t = t_r/t_x$.

Характер исследования – двухпараметрический, т.е. предполагается, что нужно выбрать два из вышеперечисленных параметров, а остальные зафиксировать.

Диапазоны исследования выбраны на основании диапазонов натуральных переменных реальных задач и предстоящих испытаний и составляют:

$$n_\alpha = 0,05 \dots 10; n_\lambda = 0,001 \dots 0,01; n_t = 5 \dots 100.$$

На основании полученных результатов были сделаны следующие выводы.

В заданном диапазоне исследования с увеличением отношения α_r/α_x в 10 раз температура стенки монотонно возрастает приблизительно в 2...5 раз в зависимости от

параметров n_t и n_λ при прочих равных условиях. С ростом температурного напора t_r/t_x между теплоносителями в 10 раз температура стенки уменьшается в 1,3...3,4 раза. При этом в диапазоне $t_r/t_x > 15$ температура стенки слабо зависит от температурного напора между теплоносителями. Влияние тепловой проводимости на температурное состояние стенки не существенно в широком диапазоне соотношений α_r/α_x и температурного напора t_r/t_x .

Список литературы

1. В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. Теплопередача: учебник для вузов. 4-е изд. перераб. и доп. М.: Энергоиздат, 1981. 415 с.

УДК 621.45.017

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ КАМЕРЫ ЖРД В ПРОЕКТНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ «ОХЛАЖДЕНИЕ»

В.С. Ивашин, студент

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

ivashinvs@yandex.ru

В. П. Александренков, доцент

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

aleks@bmstu.ru

Проектирование камер ЖРД и других теплообменных устройств во многом определяется выбранной схемой охлаждения, оптимальным исполнением геометрии тракта, выбором режимов охлаждения и другими факторами технического и технологического характера. Проектирование оптимальных систем охлаждения требует больших затрат энергии и времени на многовариантные расчеты и подразумевает под собой решение в формате средств автоматизированного проектирования. Разработанный на кафедре «Ракетные двигатели» МГТУ им. Н.Э. Баумана программно-вычислительный комплекс «Охлаждение» имеет универсальный и интерактивный характер и позволяет решать поставленные задачи.

Комплекс содержит полное описание, программа «СССР», инструкция пользователю и формат машинного отчет. В любой момент проектирования доступен каждый из этих объектов.

Программа СССР, которая является базовой частью вычислительного комплекса, имеет блочно-модульную структуру. Она позволяет формировать любую расчетную схему, выбирать охладитель и материал стенки, а также имеет открытую базу данных. Программа состоит из 4-х модулей: модуль ввода исходных данных, модуль кода программы, который является скрытым, модуль результатов расчета, а так же содержит четвертый модуль в качестве базы данных.

Программно-вычислительный комплекс «Охлаждение» становится интерактивным и оперативным инструментом для решения различного рода задач: варианты расчеты простых, стандартных схем охлаждения; расчеты неординарных схем охлаждения (схема с радиационным охлаждением, схема с локальной завесой).

Для решения задачи следует выполнить предварительное вычисление термогазодинамических параметров продуктов сгорания в камере жидкостного ракетного двигателя, создать геометрию проточной части и задать параметры расчетной схемы. Решение представляется в виде сводной таблицы и графиков, полностью отражающие картину проекта, позволяющие наблюдать за изменением интересующего параметра.

Схема с радиационным охлаждением представляется в виде двух секций: одна – с настоящим, а вторая – с абстрактным охладителем.

Одной из главных нетривиальных задач является схема с локальной завесой. Отличительной особенностью данного расчета является разбиение проекта на 4 самостоятельные задачи. Помимо секции охлаждения дополнительно выделяются три: область деструкции, область перемешивания и область нового действительного соотношения компонентов.

Исследование показало работоспособность программы счета для различных, и в том числе сложных схем теплозащиты, а также отработана методика применения расчетного комплекса «Охлаждение». Созданный комплекс может быть предложен и использован в учебном процессе.

УДК 536.244

РАСЧЕТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ КОНУСА В УСЛОВИЯХ СВЕРХЗВУКОВОГО ОБТЕКАНИЯ

Л.И. Метелешко, студент

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

lyubava.meteleshko@mail.ru

С.А. Мирошниченко, студент

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

slispeed_97@mail.ru

Проведено численное моделирование теплового состояния стенки конуса при различных режимах обдува, рассмотрено влияние температуры стенки конуса на исследуемый процесс. Приведено сравнение расчетных зависимостей коэффициента теплоотдачи в стенку при использовании моделей турбулентности Spalart-Allmaras, $k-\epsilon$, $k-\omega$ и Transition SST. Верификация математической модели, используемой в данном исследовании, проведена на основе сравнения экспериментальных и расчетных данных.

Ввиду осевой симметрии, задача решалась в двумерной постановке. Объектом исследований был тонкостенный конус, диаметр основания которого равен 250 мм, угол полураскрытия 10° и 15° . Носовое затупление выполнено в виде дуги окружности радиусом 20 мм. Для верификационного расчета использованы результаты экспериментального исследования, представленные в [1].

Обтекание описывалось с помощью полной системы уравнений Навье-Стокса, при этом воздух полагался идеальным газом. Моделирование было проведено для обдува конуса потоком воздуха с параметрами, соответствующими высоте полета летательного аппарата (ЛА) от 20 до 50 км и числам Маха от 4 до 10, а также при различных температурах стенки: 500, 600, 700 и 800 К.

При сравнении результатов моделирования с эмпирическими данными из статьи [1] показано, что наименьшая погрешность получена при использовании расчетной сетки со значением безразмерной толщины пристеночной ячейки $y_+=3,5$ и моделей турбулентности Spalart-Allmaras и $k-\omega$. Менее удовлетворительная сходимости наблюдалась для модели турбулентности transition SST, а наихудшие результаты были при использовании $k-\epsilon$. В дальнейших исследованиях в качестве базовой версии принята модель Spalart-Allmaras.

Приведены распределения коэффициента теплоотдачи по длине образующей конуса для исследованных диапазонов изменения высоты и скорости полета ЛА, а также температуры стенки конуса.

Полученные данные позволяют повысить точность моделирования теплового состояния носовой части высокоскоростных летательных аппаратов.

Список литературы

1. Бородин К.А. Валидация пакета ANSYS Fluent применительно к задаче турбулентного сверхзвукового теплообмена. URL:http://conf58.mipt.ru/static/reports_pdf/944.pdf/ (дата обращения 13.05.2018)

УДК 532.5.013.12

ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПОТЕРИ В ШАРОВЫХ ЗАСЫПКАХ

А.Ю. Никулин, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Ракетно-космическая техника»

ruk1998@yandex.ru

И.А. Нуртдинова, студент МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Ракетно-космическая техника»

ruk1998@yandex.ru

Одной из основных задач организации охлаждения реактора является выравнивание поля температур в реакторе. Выравнивание поля температур приводит к уменьшению максимальных температур и термонапряжений. В связи с этим представляют интерес тепловыделяющие сборки на основе шаровых многослойных микротепловыделяющих элементов (микроТВЭЛов) диаметром 2–3 мм.

Шаровые сборки обладают высокой живучестью, поверхностью теплообмена и самыми высокими значениями теплоотдачи. С уменьшением диаметра шарового ТВЭЛа растет поверхность теплообмена и теплоотдача, уменьшаются температурные деформации.

К недостаткам шаровых сборок следует отнести большое гидравлическое сопротивление из-за большого пути движения L теплоносителя через шаровые микроТВЭЛы, высокой скорости движения теплоносителя сквозь шаровые микроТВЭЛы и большого коэффициента гидравлического сопротивления в шаровых ТВЭЛах.

Используя модифицированное уравнения Дарси:

$$-dP/dZ = \alpha \mu w + \beta \rho w^2$$

Определим потери давления в реакторах с продольным (осевым), радиальным и межканальным движением теплоносителя сквозь шаровые ТВЭЛы.

Уменьшение потерь давления при переходе с продольно-осевого движения теплоносителя на радиальную схему при равных расходах теплоносителя m , плотности теплоносителя ρ , габаритах реактора (L , r_2 , r_1), инерционного коэффициента сопротивления шаровых ТВЭЛов β составляет:

$$\Delta P_{п-о} / \Delta P_{рад} = L^3 / \delta^3$$

При межканальной транспирации теплоносителя уменьшается путь движения теплоносителя l сквозь шаровые микротвэлы и увеличивается площадь проходного сечения тракта, что однозначно приводит к уменьшению перепада давления теплоносителя в теплообменном тракте.

Уменьшение потерь давления при переходе с продольно-осевой схемы движения теплоносителя на межканальную при равных расходах m , плотности теплоносителя ρ , габаритах реактора (L , r_2 , r_1), инерционных коэффициентах сопротивления шаровых ТВЭЛов β составит:

$$\Delta P_{мктт} / \Delta P_{п-о} = l^3 / L^3$$

Отношение потерь давления при переходе с радиальной схемы движения теплоносителя на межканальную составит:

$$\Delta P_{мктт} / \Delta P_{рад} = l^3 / \delta^3$$

Переход от продольного движения теплоносителя сквозь шаровые микроТВЭЛы к межканальному движению сквозь шаровые микроТВЭЛы позволяет максимально уменьшить потери давления в ядерном реакторе. Также схема с межканальной транспирацией теплоносителя сквозь шаровые ТВЭЛы выглядит предпочтительней, чем радиальная схема.

Список литературы

1. Ядерные ракетные двигатели / Ю.Г. Демянко, Г.В. Конюхов, А.С. Коротеев и др. М.: ООО «Норма-Информ», 2001. 416 с.
2. Поляев В.М., Майоров В.А., Васильев Л.Л. Гидродинамика и теплообмен в пористых элементах конструкций летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1988. 168 с.
3. Зейгарник Ю.А., Поляев В.М. Теплообмен в пористых структурах: современное состояние и основные направления исследований // Теплоэнергетика. 1996. № 1. С. 62–70.

УДК 621.454.3

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ

М.Е. Пикалов, студент

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

makcpikalov@gmail.com

Смесевые твердые ракетные топлива (СТРТ) в большинстве случаев ведут себя как неньютоновские жидкости, для которых вязкость зависит от градиента скорости [1]. Учитывая большое количество факторов, влияющих на количественные показатели реологических свойств СТРТ, важным направлением является формирование специализированной базы эмпирических данных. Реологические свойства требуется определять в широком диапазоне скоростей сдвига, соответствующим различным типам технологических процессов переработки топливных масс. Поэтому актуальным является создание экспериментальной установки и разработка необходимого методического аппарата для исследования реологических свойств высоконаполненных СТРТ.

В работе была проведена адаптация технологии проведения экспериментов с целью обеспечения возможности определения реологических характеристик неньютоновских жидкостей посредством измерения их массового расхода через капиллярный жиклер при различных перепадах давления в жиклере.

Для повышения точности и автоматизации проведения измерений предложено использовать высокоточные первичные измерительные преобразователи давления и температуры, а также создать единую систему сбора информации на базе аналого-цифрового преобразователя МПС-300М (отечественной разработки НПП «МЕРА»).

На основе методики [2] разработаны программные алгоритмы для ЭВМ, позволяющие в автоматизированном режиме определять реологические свойства испытываемых СТРТ. В основу методики заложен закон Освальда де Вилля, связывающий реологические свойства неньютоновских жидкостей и касательные напряжения, возникающие при их течении.

$$\tau = \tau_0 + K \cdot \dot{\gamma}^n \quad (1)$$

Здесь $\dot{\gamma} = du_x/dy$ - градиент скорости сдвига; u_x – скорость течения вдоль оси x ; τ_0 - касательное напряжение начала течения; K – коэффициент консистенции; n - индекс течения, характеризующие влияние градиента скорости сдвига на величину касательных напряжений; ось y перпендикулярна оси x .

Для надлежащего определения реологических свойств СТРТ в экспериментах проводится несколько измерений параметров течения в капиллярном жиклере при различных перепадах давления. Обработка данных с использованием статистических методов позволяет добиться удовлетворительной точности косвенных измерений (с погрешностью менее 2,5 % от измеримой величины).

В рамках выполнения проекта с использованием высокопроизводительных САД комплексов была разработана и в последствии изготовлена экспериментальная установка. Экспериментальная установка технологична в эксплуатации и обеспечивает пожаро-взрывобезопасность проведения экспериментов.

Проведены эксперименты, в ходе которых были получены новые данные по характеристикам модельных высоковязких жидкостей. Для рассматриваемых жидкостей определены значения диапазонов значений индекса течения $n=0.54\dots 0.9$ и коэффициента консистенции $K=130\dots 540$. Технология проведения эксперимента внедрена в учебный процесс подготовки студентов по специальности «Проектирование авиационных и ракетных двигателей».

Список литературы

1. Ермилов А. С. Теоретические основы процессов получения и переработки полимерных материалов: курс лекций. Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. 159 с.
2. Д. А. Ягодников и др. Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Технология производства и свойства твердых ракетных топлив». М.: ИИУ МГОУ. 2017. 86 с.

УДК 621.455

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СТРУЙНОГО АППАРАТА В КАЧЕСТВЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРА

С.С. Торгашов, студент

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

ashgrowen@yandex.ru

М.А. Абрамов, аспирант

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

abramovmaks94@gmail.ru

На сегодняшний день одним из перспективных направлений в области нанесения защитных покрытий является газотермическое напыление, в частности плазменное напыление. В последнем случае технологический процесс осуществляется с использованием плазмотронов, позволяющих получить поток плазмы с температурой 6000...8000 К.

Для расширения функциональных возможностей оборудования данного класса в ряде случаев целесообразно снижать температуру потока за счет смешения генерируемого плазмотроном высокотемпературного газа (ВТГ) с холодным газом (ХГ). Использование в качестве смесительного устройства струйного аппарата (СА) дает возможность целенаправленно управлять основными параметрами потока газа на выходе СА. В качестве таких параметров рассматриваются температура, давление и удельная кинетическая энергия струи $E=rv^2$, определяющая тянущую способность струи.

Целью данной работы является исследование возможности совместного использования плазмотрона и СА для получения потока газа с пониженной температурой, но более высоким уровнем E .

Проведен анализ влияния давления подачи и температуры ХГ ($p_2^* = 0,8\dots 4,8$ МПа, $T_2^* = 300\dots 2000$ К) на параметры газовой смеси (ГС) на выходе

из СА при фиксированном значении температуры торможения ГС $T_3^* = 3500$ К. Термодинамические параметры газа рассчитывались с использованием [1], аналитическая методика расчета построена на базе работ [2, 3].

Проведенные расчеты позволили провести оптимизацию геометрии струйного аппарата, направленную на достижение максимальных значений E . Для сравнения СА с различной геометрией использовано относительное значение $\bar{E} = E_3 / E_1$, где E_3 – удельная кинетическая энергия ГС на выходе из СА, E_1 – удельная кинетическая энергия ВТГ. Показано, что при $T_2^* = 300$ К может быть реализовано трехкратное превышение E_1 , при $T_2^* = 2000$ К \bar{E} достигает шести.

Проведено численное моделирование процесса смешения в СА, оптимизированном на этапе аналитического исследования под следующие параметры ХГ: $p_2^* = 1$ МПа, $T_2^* = 300$ К. Получено удовлетворительное согласование аналитического и численного расчетов.

Список литературы

1. Трусов Б.Г. Программная система TERRA для моделирования фазовых и химических равновесий. / Труды XIV Межд. конф. по хим. термодинамике, СПб, 2002.
2. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.: Наука, 1991. В 2 ч. Ч. 1. 597 с.
3. Цегельский В.Г. К теории газовых эжекторов с цилиндрической и конической камерами смешения // Известия высших учебных заведений. Машиностроение № 2 М., 2012. С. 46-71.

УДК 621.45

ОПТИМИЗАЦИЯ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ЧАСТИЦ КОМПОНЕНТОВ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ТВЕРДОГО СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА

С.С. Торгашов, студент

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

ashgrowen@yandex.ru

Э.С. Цырендоржиев, студент

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

erdeni1997@gmail.com

Плотность объемного наполнения смесового твердого топлива является фактором, влияющим на энергетические и прочностные свойства заряда [1], поэтому проведение оптимизации по предельной плотности наполнения является важным аспектом при выборе рецептуры СТТ. Решение данной задачи аналитическими методами затруднительно, а использование экспериментальных подходов сопряжено с большими финансовыми и временными затратами, в связи с этим моделирование проводилось численными методами.

В работе рассмотрено СТТ, состоящее из алюминия, перхлората аммония (ПХА) и горючего связующего. Предполагается, что в составе СТТ присутствует ПХА двух фракций (мелкой и крупной), причем для каждой фракции вводится распределение частиц по размерам [2]. Дополнительно используется допущение, что горючее связующее находится на поверхности каждой частицы в виде оболочки определенной толщины. Наличие оболочки позволяет компенсировать незначительное отклонение частиц от сферической формы, поэтому при моделировании каждая частица полагается сферой.

При проведении расчётов соотношение между фракцией алюминия и фракциями ПХА было принято постоянным, при этом изменялось соотношение массовых долей мелкой и крупной фракции ПХА.

В качестве моделируемой структуры была выбрана гексогональная укладка, так как она обеспечивает высокую плотность заполнения единичного объема [3]. Для уменьшения затрат машинных ресурсов рассматривается не полная гексогональная структура, а одна частица крупной фракции ПХА. Вокруг этой частицы формируется расчётная область, форма которой представляет собой правильную шестиугольную призму.

Для выделенной расчётной области в зависимости от соотношения между крупной и мелкой фракциями ПХА с помощью программных средств моделировались размеры частиц каждой фракции, а также их расположение внутри расчётной области. Для увеличения точности расчётов для каждого соотношения моделирование проводилось несколько раз.

Проведенные расчеты позволили получить зависимости предельной объемной плотности заполнения единичного объема от соотношения мелкой и крупной фракции ПХА, а также зависимости предельной плотности заполнения от толщины слоя горючего связующего, покрывающего частицу.

В результате моделирования получено оптимальное соотношение фракций, при котором предельная плотность заполнения составляет $\varphi_m=67\%$, что выше на 10%, чем при использовании только одной крупной фракции, и на 20% выше, чем при использовании только одной мелкой фракции. Показано, что значения предельной плотности заполнения, рассчитанные с учетом кривых распределения плотности вероятности частиц по размерам, выше, чем найденные по среднемассовым диаметрам частиц.

Список литературы

1. Аликин В.Н., Вахрушев А.В. Твердые топлива ракетных двигателей. Топлива. Заряды. Двигатели. Т. IV. М.: Машиностроение, 2011. 379 с.
2. Болкисев А.А. О применении метода случайного поиска к задаче случайной упаковки твердых частиц для моделирования структуры смесового твердого топлива // Вестник удмуртского ун-та. Математика. Механика. Компьютерные науки. 2012. Вып.2. С.106-113.
3. Тот Л.Ф. Расположения на плоскости, на сфере и в пространстве. М.: ГИФМЛ, 1958. 364 с.

УДК 621.438.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛЕЙ ГАЗОВЫХ ТУРБИН, ИЗГОТОВЛЕННЫХ АДДИТИВНЫМИ МЕТОДАМИ

В.В. Алексеев, студент

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

alekseevvaldimii@mstu@gmail.com

К.С. Калугин, студент

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

kalugin-09@mail.ru

Одной из аддитивных технологий для производства деталей является SLM-печать разработанной компьютерной модели на 3D-принтере. Возможной областью применения изготовленных данным методом изделий может стать создание лабораторных стендовых установок.

Цель работы: обоснование возможности использования 3D-печати в производстве модельных турбин, работающих на сжатом воздухе.

Основная задача состоит в обеспечении требуемых прочностных параметров модельной турбины. Для исследования прочностных характеристики детали разработана 3D модель колеса турбины, проведены расчеты ее на прочность, изготовлена модель осевой активной сверхзвуковой газовой турбины из PLA-пластмассы по технологии SLM-печати и проведены её предварительные испытания.

При разработке 3D модели геометрия рабочего колеса была выбрана на основе турбины, использованной в лабораторной стендовой установке на базе МГТУ им. Н. Э. Баумана [1].

Расчет на прочность был проведен двумя методами: с применением программного комплекса (ПК) SolidWorks и с использованием теоретической методики, представленной в [2]. Значения нагрузки турбины были выбраны на основе режимов, реализуемых на лабораторной установке, составляют: центробежная сила при $\omega = 2520$ м/с, вращающий момент $M_{вр} = 3$ Н·м, сила тяжести, обусловленная ускорением свободного падения ($g = 9,81$ м/с²).

Для проведения испытаний был собран испытательный стенд, состоящий из электродвигателя (ЭД), регулятора напряжения, тахометра, видеокамеры, а также исследуемой турбины.

Методика проведения эксперимента: частота вращения вала ЭД с закреплённой на нём турбиной изменяется регулятором напряжения и принимает значения от 0 до 24000 об/мин. Данные о скорости вращения ЭД снимаются с цифрового оптического тахометра. Съёмка эксперимента проводится при помощи видеокамеры. При достижении турбиной предельных значений частоты вращения, материал под действием нагрузки деформируется, что фиксирует камера.

По результатам расчета с использованием ПК SolidWorks максимальные напряжения, возникающие в корневых сечениях лопаток, не превышают 1,95 МПа при допускаемых напряжениях для PLA-пластмассы 94,9 МПа [3], коэффициент запаса составляет 48,7. По результатам теоретического расчета возникающие максимальные напряжения в корневых сечениях лопаток не превышают 1,45 МПа, при этом коэффициент запаса составляет 65,5.

При проведении эксперимента предельная частота вращения колеса турбины составила 12600 об/мин, что вызвано вентиляторным эффектом. По окончании эксперимента на поверхности турбины обнаружены незначительные отслоения материала, обусловленные особенностями 3D-печати. Проведение испытаний планируется продолжить при больших частотах вращения, вплоть до начала разрушения.

Расчеты и испытания на прочность модели газовой турбины показали, что напечатанные модели способны выдерживать рабочие напряжения, что подтверждает возможность их применения в лабораторных стендах, работающих на сжатом воздухе, однако вопрос ресурса и коэффициента запаса требуют дальнейшего исследования.

Список литературы

1. Расчёт, проектирование и конструкция систем подачи топлива: МУ к лабораторным работам / Васильев Ю.А., Лоскутникова Г.Т., Юдин Д.Ю. [и др.]; Под ред. В.М. Кудрявцева. М.: Изд-во МГТУ, 1989. 40 с., ил.
 2. Расчёт на прочность деталей машин: Справочник /И. А. Биргер, Б. Ф. Шорп, Г. Б. Иосилевич. 4-е изд. М.: Машиностроение, 1993.
 3. Информация: материалы. Режим доступа: <http://3dmf.ru/informacziya/materialyi/> (дата обращения 11.05.2018 г).
-

УДК 681.5.015.24

**КИНЕМАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ
ТВЕРДОГО ТЕЛА В СЛУЧАЕ ЛАГРАНЖА – ПУАССОНА В ФОРМЕ**

М.Ф. ШУЛЬГИНА

В.В. Нефедова, студент

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

vaska.nefedova98@mail.ru

Ураков Д.В., студент

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

urakov.danil@yandex.ru

Предлагаемый вариант изложения кинематики твердого тела с помощью кватернионов дает ряд преимуществ, так как в кватернионах это изложение получается наиболее полным и компактным, являясь одновременно достаточно простым и доступным для изучения.

Кватернионы представляют четырехмерные гиперкомплексные числа:

$$\Lambda = \lambda_0 i_0 + \lambda_1 i_1 + \lambda_2 i_2 + \lambda_3 i_3 ,$$

где $\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ – компоненты кватерниона Λ , а i_0, i_1, i_2, i_3 – кватернионные единицы[2].

Запишем уравнения, определяющие компоненты вектора угловой скорости через

составляющие кватерниона[2].

$$\left\{ \begin{array}{l} \Omega_1 = 2(\lambda_0 \dot{\lambda}_1 - \dot{\lambda}_3 \lambda_1 + \lambda_2 \dot{\lambda}_3 - \dot{\lambda}_2 \lambda_3), \\ \Omega_2 = 2(\lambda_0 \dot{\lambda}_2 - \dot{\lambda}_0 \lambda_2 + \lambda_3 \dot{\lambda}_1 - \lambda_1 \dot{\lambda}_3), \\ \Omega_3 = 2(\lambda_0 \dot{\lambda}_3 - \dot{\lambda}_0 \lambda_3 + \lambda_1 \dot{\lambda}_2 - \lambda_2 \dot{\lambda}_1), \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \omega_1 = 2(\dot{\lambda}_1 \lambda_0 - \dot{\lambda}_0 \lambda_1 + \lambda_3 \dot{\lambda}_2 - \lambda_2 \dot{\lambda}_3), \\ \omega_2 = 2(\dot{\lambda}_2 \lambda_0 - \dot{\lambda}_0 \lambda_2 + \lambda_1 \dot{\lambda}_3 - \lambda_3 \dot{\lambda}_1), \\ \omega_3 = 2(\dot{\lambda}_3 \lambda_0 - \dot{\lambda}_0 \lambda_3 + \lambda_2 \dot{\lambda}_1 - \lambda_1 \dot{\lambda}_2), \end{array} \right. \quad (2)$$

(1) – проекции угловых скоростей на оси неподвижной системы координат,

(2) – проекции угловой скорости на оси подвижной системы.

Кинетическая энергии твердого тела с неподвижной точкой в кватернионах может иметь вид:

$$T = \frac{1}{2} \sum_{ij=0}^3 D(\lambda)_{ij} \dot{\lambda}_i \dot{\lambda}_j;$$

Чтобы найти потенциальную энергию, мы должны найти энергию, создаваемую силой тяжести[5].

$$P = Ph = Pa \cos \theta = Pa \left(2 \cos^2 \frac{\theta}{2} - 1 \right) = Pa(2(\lambda_0^2 + \lambda_3^2) - 1);$$

Для расчета мы можем воспользоваться динамическими уравнениями движения в форме Шульгина[1].

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_j} - \frac{\partial L}{\partial q_j} + \sum_{\rho=1}^m B_{j\rho} \frac{\partial L}{\partial q_\rho} = 0, \quad (j=m+1, \dots, n), \quad B_{j\rho} \text{ – известные функции.}$$

В нашем случае, $q_j = \lambda_i$: $q_1 = \lambda_0, q_2 = \lambda_1, q_3 = \lambda_2, q_4 = \lambda_3$,

где $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ – необходимые координаты;

λ_0 – избыточная координата.

Уравнения движения запишем в виде системы:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\lambda}_1} - \frac{\partial L}{\partial \lambda_1} + B_{10} \frac{\partial L}{\partial \dot{\lambda}_0} = 0 \\ \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\lambda}_2} - \frac{\partial L}{\partial \lambda_2} + B_{20} \frac{\partial L}{\partial \dot{\lambda}_0} = 0 \\ \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\lambda}_3} - \frac{\partial L}{\partial \lambda_3} + B_{30} \frac{\partial L}{\partial \dot{\lambda}_0} = 0 \\ \lambda_0^2 + \lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 = 1 \end{array} \right., \text{ где } \left\{ \begin{array}{l} L = T - \Pi \\ B_{10} = -\frac{\lambda_1}{\lambda_0} \\ B_{20} = -\frac{\lambda_2}{\lambda_0} \\ B_{30} = -\frac{\lambda_3}{\lambda_0} \end{array} \right.$$

При подстановке кинетической энергии в уравнение для кинетической функции, выразим $\dot{\lambda}_0$ через независимые координаты, продифференцировав уравнение связи.

Список литературы

1. Шульгин М.Ф. О некоторых дифференциальных уравнениях аналитической механики и их интегрировании. Т.: САГУ, 1958. 181 с.
2. Бранец В.И., Шмыглевский И.П. Применение кватернионов в задачах ориентации твердого тела / гл. ред. физико-математической литературы. М.: Наука, 1973. 320 с.
3. Динамика системы материальных точек: учебник. В 2 т. Т. 2. Основной курс теоретической механики / ред. И.А. Маркузон. М.: Наука, 1966. 332 с.

СЕКЦИЯ «ПОРШНЕВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

УДК 621.43

РАСЧЁТ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДИЗЕЛЯ ТМЗ-650Д

А.А. Литвиненко, магистрант

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

Andryuxa1994@yandex.ru

Актуальность рассматриваемого вопроса состоит в том, что двигатели с воздушным охлаждением имеют склонность к повышенному температурному состоянию в эксплуатации, что требует постоянного учета и снижения риска негативного проявления этого фактора. Тепловое состояние двигателя существенно влияет как на индикаторные показатели его рабочего цикла, так и на изменение механических потерь на трение. Исследование и оценка этих потерь рассматриваются в работе [1]. При перегреве двигателя увеличиваются силы трения и изнашивание деталей, уменьшаются тепловые зазоры, происходит коксование масла с отложением нагара. Ухудшение наполнения цилиндра при повышении температуры его головки является причиной снижения мощности двигателя [2].

Ключевым элементом конструкции системы охлаждения двигателя ТМЗ-650Д, является маховик-вентилятор, создающий поток воздуха с помощью кожуха головки цилиндра, который в свою очередь должен оптимально распределяться и поддерживать рабочую температуру двигателя.

Для оценки эффективности данной конструкции исследовались процессы распределения воздушного потока через кожух головки цилиндра. Представлены результаты аналитического расчёта теплового состояния дизеля, выполненного по методике, описанной в [3] и расчёта методом контрольных объёмов в программном комплексе Ansys Fluent.

По итогам расчётов было установлено, что маховик-вентилятор и существующая модель кожуха не обеспечивает качественное теплоотведение от головки цилиндра и самого цилиндра для работы двигателя в штатном режиме. В результате, существующая система воздушного охлаждения не может производить оптимальное охлаждение теплонагруженных деталей двигателя и, следовательно, требует модернизации.

Одним из наиболее технологичных вариантов, обеспечивающим более качественное охлаждение цилиндра и головки цилиндра, является установка дополнительного вентилятора, работающего от электрического привода. Вентилятор будет приводиться в действие по достижению двигателем температур, превышающих температуру работы двигателя в штатном режиме. Также возможна установка дефлекторов, направляющих потоки воздуха в самые теплонапряженные части цилиндра.

Список литературы

1. Путинцев С.В. Механические потери в поршневых двигателях: специальные главы конструирования, расчета испытаний. Режим доступа: <http://www.cdlib.org/e2/putintsev1.pdf> (дата обращения 15.03.2018).
2. Поспелов Д.Р. Двигателя внутреннего сгорания с воздушным охлаждением. М.: Машиностроение, 1973. 352 с.
3. Барченко Ф.Б. Конструкция и расчет системы воздушного охлаждения поршневых двигателей: учебное пособие. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. 92 с.

УДК 621.43:539.3

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММЫ ПО СБОРУ И ОБРАБОТКЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПО ТЕНЗОМЕТРИРОВАНИЮ В СРЕДЕ МАТЛАВ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

А.Е. Быков, бакалавр

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

filrich3@gmail.com

При проектировании поршневых двигателей широкое распространение получили методы численного моделирования, которые позволяют производить оценку конструкторских решений, сокращая цикл проектирования и производства и обеспечивая качество со снижением стоимости продукции[1]. Применительно к задачам прочности это наиболее актуально при разработке таких высоконагруженных деталей, как шатуны, коленчатые валы, крышки цилиндров, а так же блоки двигателей[1-2]. Однако вопросы проведения физических экспериментов остаются актуальными при верификации математических моделей и создании опытных образцов.

В настоящее время на кафедре "Поршневые двигатели" реализована система сбора и обработки данных тензометрирования на базе измерительной системы фирмы R-Technology[3] QMBOX с 16 канальным аналого-цифровым преобразователем (АЦП) QMS80 при максимальной частоте дискретизации на канал 500кГц. При этом создание прикладной программы автоматизация сбора и обработки данным построенной на модульном принципе остается актуальной прикладной задачей. В данном случае под модульностью подразумевается логическое разделение процессов инициализации, конфигурации, оцифровки сигнала и получения данных, что позволит конечному пользователю работать непосредственно с обработкой и визуализацией результатов измерений, не касаясь вопросов настройки оборудования.

В качестве объекта измерения использовался тарировочный прибор ТА-12, где основным элементом является стальная планка, на центральном участке которой действует постоянный изгибающий момент, обеспечивающий одинаковые деформации. Тензодатчики подключались по схеме «четверть моста Уитстона» с балансирующим резистором 120 Ом. Устройство QMBox в процессе сеанса передачи данных с заданной скоростью оцифровывает входные аналоговые сигналы и отправляет данные через интерфейсную плату в компьютер по шине USB. В компьютере данные помещаются в

кольцевой буфер в оперативной памяти. По мере заполнения этого буфера данные из него обрабатываются создаваемой программой для дальнейшей визуализации и сохранения.

Представленный алгоритм реализуется в среде MatLab в программе, которая состоит из следующих отдельных М-файлов:

- InitAndConfig.m (инициализация и конфигурация оборудования);
- WorkQMX.m (запуск и окончание передачи данных);
- PostWork.m (обработка результатов измерений);
- Result.m (визуализация и экспорт обработанных результатов).

Функция WorkQMX.m организует непрерывное получение данных по напряжениям, записывая их в кольцевой буфер, в то время как PostWork.m преобразует напряжения в деформации на основании данных из буфера в соответствии с пользовательскими настройками и тарировочными коэффициентами.

В результате исследования проверена работоспособность исходной установки по сбору данных. Выполнен сбор данным с тарировочного прибора ТА-12. Разработана структура программы для проведения лабораторных работ, показана целесообразность модульного принципа построения программы сбора и обработки данных в процессе тензометрирования. Проверена работоспособность функций базовой библиотеки QMX[3] в среде MatLab.

Список литературы

1. Конструирование двигателей внутреннего сгорания / под ред. Н.Д. Чайнова. М.: Машиностроение, 2011. 496 с.
2. Мягков Л.Л., Маластовский Н.С., Дьякова Л.Н., Блинов А.С. Исследование напряженно-деформированного состояния крышки цилиндра высокофорсированного дизеля // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2015. № 2 (659). С. 42-52
3. Модульная измерительная система QMBox // Научно-производственная группа «Р-Технологии». Режим доступа: <http://www.r-technology.ru/products/qmbox/index.php> (дата обращения: 25.04.2018).

УДК 621.436

УРАВНОВЕШИВАНИЕ ОДНОЦИЛИНДРОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

И.В. Макаров, студент

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

drobgon@outlook.com

Ю.А. Суворов

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

cowberryshake@gmail.ru

При проектировании любого двигателя всегда стремятся находить наиболее технологичные конструкции. Одной из важных проблем является уравнивание двигателя. Для устранения отрицательных последствий, связанных с наличием вибраций (перегрузка и увеличение износов деталей двигателя, ослабления болтовых соединений и пр.), двигатель должен быть динамически уравновешен. Величины сил и моментов, действующих в поршневом двигателе внутреннего сгорания, определяются силами от давления газов в цилиндрах, силами инерции поступательно и вращательно движущихся частей, силами трения, а также силами тяжести кривошипно-шатунного механизма и массой двигателя.

Уравнивание одноцилиндрового двигателя является более сложной задачей по сравнению с некоторыми многоцилиндровыми, для снижения виброактивности, передающейся на опоры двигателя, из-за неуравновешенности сил инерций первого и

второго рода используют различные материалы с меньшей удельной массой при сохранении механических свойств. [1,103]

1) P_{j1} . Равнодействующая сил инерции первого порядка: $P_{j1} = -M_{no}R\omega^2 \cos(\alpha)$ и направлена по оси поршня.

2) P_{j2} . Равнодействующая сил инерции второго порядка: $P_{j2} = -\lambda M_{no}R\omega^2 \cos(2\alpha)$, направлена по си поршня.

3) P_c . Равнодействующая сил инерции вращающихся масс: $P_c = M_{вр} R\omega^2$,

где $M_{пд}$ — поступательно движущиеся массы, состоящие из массы поршня, поршневого пальца и части шатуна отнесенной к пальцу; R —радиус кривошипа, $M_{вр}$ — вращающиеся массы, состоящие из масс коленчатого вала и части шатуна, отнесенной к шатунной шейке.

Из расчетов видно, что все силы инерций (P_c , P_{j1} , P_{j2}) не уравновешены.

Для уравнивания всех сил инерции используются противовесы на продолжениях щек коленчатого вала, а так же для одноцилиндрового двигателя распространен метод Ланчестера [2,70], в котором используются дополнительные валы с противовесами, схема представлена на рис. 1.

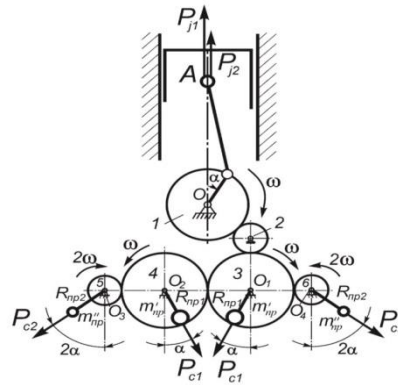


Рис. 1. Метод уравнивания Ланчестера

Из-за сильного ухудшения массогабаритных характеристик в реальных конструкциях пренебрегают уравниванием P_{j2} , а P_{j1} полностью уравнивают с помощью одного дополнительного вала, распределяя необходимый статический момент для уравнивания P_{j1} на дополнительном валу и противовесах коленчатого вала, схема уравнивания представлена на рис. 2.

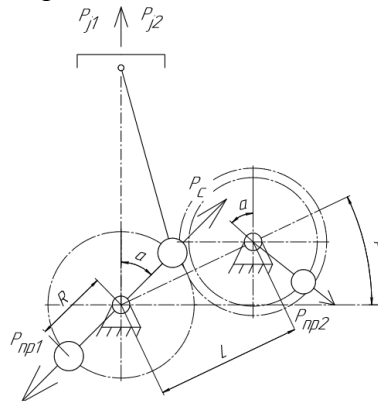


Рис. 2. Силовая схема

$S_{np1} = 0.5(0.5M_{no}R + M_{ep}R)$ —статический момент противовеса коленчатого вала;

$S_{np2} = 0.5M_{no}R$ —статический момент дополнительного вала;

$P_c = M_{ep}R\omega^2$ —сила инерции вращающихся частей.

Дальнейший ход решения данной задачи будет продемонстрирован на примере уравнивания двигателя Ч 7.65/6.52.

В ходе уравнивания коленчатого вала были получены следующие характерные размеры колена вала:

Толщина противовеса: $b_{np} = 19\text{мм}$ —толщина противовеса

Размеры противовеса: $R_1 = 31\text{мм}$, $R_2 = 75\text{мм}$ (выбраны из условия минимума массы при максимальных допустимых размерах без изменения картера).[3,218]

Необходимый угол сектора противовеса определяется из равенства статических моментов колена вала и противовеса [1,102]:

$$\alpha_{np} = 2 \arcsin \left(\frac{3S_{np1}}{2\rho b(R_2^3 - R_1^3)} \right) = 2 \arcsin \left(\frac{3(0.01825 + 0.007)}{2 * 7860 * 19 * 10^{-3} (75^3 - 31^3) * 10^{-9}} \right) = 80.6^\circ$$

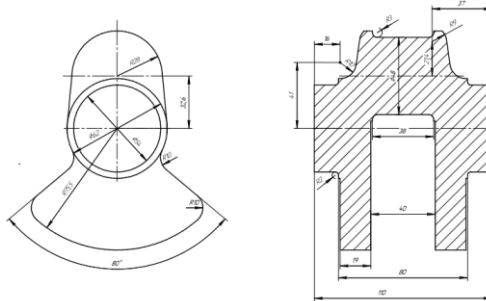


Рис. 3. Эскиз колена вала после уравнивания

При использовании дополнительного вала в плоскости вращения коленчатого вала появляется дополнительный момент. Для уменьшения амплитуд колебаний суммарного момента, передающегося на опоры двигателя, состоящего из реактивного момента от коленчатого вала и момента дополнительного вала, дополнительный вал необходимо располагать под углом к горизонту β . [4]

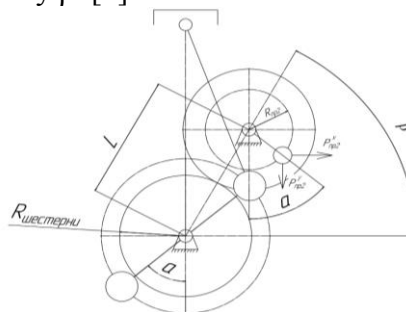


Рис. 4. Расчетная схема

Суммарный момент действующий на опоры:

$$M_{сум}(\alpha, \beta) = -M_{кр}(\alpha) + M_{дон}(\alpha, \beta)$$

Момент, возникающий от дополнительного вала [5,71]:

$$M_{дон}(\alpha, \beta) = -P_{np2}^x(\alpha) * L * \sin(\beta) + P_{np2}^y(\alpha) * L * \cos(\beta)$$

$$P_{np2}^y(\alpha) = m_{np2}R_{np2}\omega^2 \cos(\alpha) = S_{np2}\omega^2 \cos(\alpha)$$

$$P_{np2}^x(\alpha) = m_{np2}R_{np2}\omega^2 \sin(\alpha) = S_{np2}\omega^2 \sin(\alpha)$$

(L – расстояние между осями вращения дополнительного и коленчатого валов.)

Для расчета размеров секторного противовеса, с рассчитанным статическим моментом, дополнительного вала необходимо руководствоваться не только минимизацией массы и размеров самого противовеса, но и влиянием этих размеров на массу и размеры приводных шестерен и блока цилиндра:

$b = 0.08$ м—ширина противовеса в первом приближении для упрощения формы и массы блока цилиндров равна ширине колена вала без коренных шеек.

$R_1 = 0.01$ м—радиус основания дополнительного вала.

$\rho = 7850 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ —плотность стали.

Для оптимизации массы и размеров была получена зависимость:

Угол противовеса как функция внешнего радиуса противовеса:

$$\alpha(R_2) = 2 \arcsin \left(\frac{3S_{np2}}{2\rho b(R_2^3 - R_1^3)} \right) \frac{180}{\pi}$$

Радиус шестерен в зацеплении двух валов:

$$R_{шестерни}(R_2) = \frac{R_{2кг} + 0.005\text{м} + R_2}{2}$$

$$R_{2кг} = 0.075 \text{ м}$$

0,005 м — минимальное необходимое расстояние для отсутствия заклинки валов при вращении

Масса противовеса дополнительного вала как функция внешнего радиуса противовеса может быть записана:

$$M_{np}(R_2) = \left(\frac{\alpha(R_2)}{180} \frac{\pi}{2} R_2^2 + \pi R_1^2 - \frac{\alpha(R_2)}{180} \frac{\pi}{2} R_1^2 \right) \rho b$$

Масса двух шестерен механической связи валов:

$$M_{шестерен}(R_2) = \pi \left(R_{шестерни}(R_2)^2 - \frac{D_{ку}^2}{4} + R_{шестерни}(R_2)^2 - R_1^2 \right) b_{ми} \rho,$$

где в первом приближении толщина шестерни: $b_{ми} = 0.01$ м

Общая масса дополнительного вала и шестерен как функция внешнего радиуса противовеса:

$$M_{суммарная}(R_2) = M_{np}(R_2) + M_{шестерен}(R_2)$$

Для нахождения минимума массы был построен график производной

$$M'_{суммарная}(R_2):$$

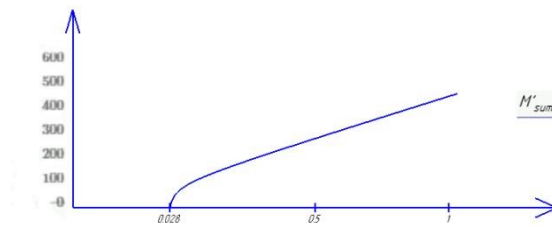
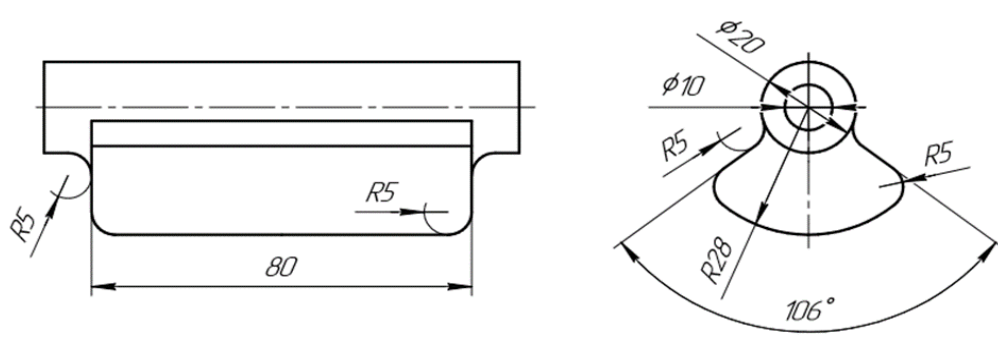


Рис. 5. График зависимости производной суммарной массы двух шестерен и дополнительного вала от внешнего радиуса противовеса

Из рис. 5 видно, что минимум суммарной массы приходится на радиус:
 $R_2 = 0.028\text{ м}$



$$L = 2R_{\text{шестерен}} (R_2) = 0.108 \text{ м}$$

Рис. 6. Эскиз дополнительного вала

Для определения угла β расположения дополнительного вала была написана программа на JAVA, которая, используя индикаторную диаграмму, полученную для данного двигателя в DIESEL-RK, определяет реактивный момент двигателя для каждого угла поворота коленчатого вала, суммирует его с моментом дополнительного вала для всех возможных положений вала и выбирает оптимальное расположение вала из условия минимума амплитуды реактивного момента, передающегося на опоры. Так же необходимо учитывать конструктивное расположение дополнительного вала относительно цилиндра-поршневой группы, так как вал не должен соприкасаться и мешать работе других частей двигателя.

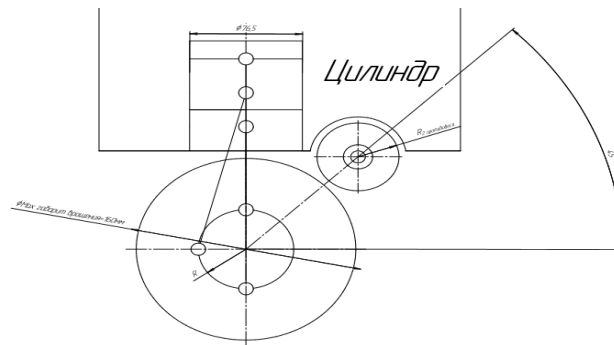


Рис. 7. Габаритная схема кривошипно-шатунного механизма данного двигателя

Из рис. 7 следует, что выбор угла β при данных размерах дополнительного вала ограничиваются диапазоном $-215^\circ \div 45^\circ$, из-за дальнейшего пересечения траекторий движения поршня, шатуна с дополнительным валом, иллюстрация компоновочной 3D модели предоставлена на рисунках 8 и 9.

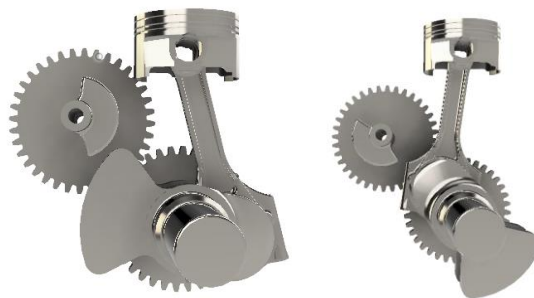


Рис. 8. Два наиболее опасных расположения при работе поршневого двигателя



Рис. 9. Компонентная схема

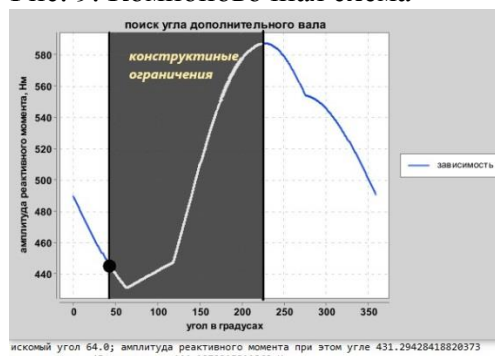


Рис. 10. Результат работы программы

Из рисунка 10 видно, что минимальная амплитуда суммарного момента, с учетом конструктивных ограничений, приходится на угол:

$$\beta = 45^\circ$$

В результате анализа и расчета уравнивания данного типа двигателя были найдены оптимальное расположение и размеры дополнительного вала, позволяющие снизить габаритные и массовые характеристики, уменьшая нагрузки, действующие на опоры двигателя.

Список литературы

1. Конструирование двигателей внутреннего сгорания: учебник / под. ред. Н.Д. Чайнова. М.: Машиностроение, 2011. 496 с., ил.
2. Колчин А.И., Демидов В.П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. М.: Высшая школа, 2011, 496 с
3. Попык К.Г., Динамика автомобильных и тракторных двигателей. М.: Машиностроение, 1965, 256 с.
4. Филимонов А.И., Определение влияния опрокидывающего момента от газовых сил на вибрацию двигателя // Тракторы и сельхозмашины. 1964. № 4. С.7-9.
5. Газиалиев С.В. Разработка методов исследований и способов уравнивания поршневых двигателей: дис. ... канд. техн. наук. М., 2014. 144 с.

УДК 621.43

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО СТРУЙНОГО МАСЛОСНАБЖЕНИЯ ПОРШНЯ И ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА НА ДАВЛЕНИЕ МАСЛА В БЫСТРОХОДНОМ ДИЗЕЛЕ

В.В. Сизонов, магистрант

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

sizonov.95@mail.ru

Актуальность данной работы обусловлена недостаточной изученностью условий маслоснабжения основных деталей цилиндро-поршневой группы (ЦПГ), а именно:

Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», посвященная 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова»

цилиндра, поршня, поршневого пальца в малоразмерных дизелях с комбинированной системой смазки вообще, в частности, дизелей производства ТМЗ, на трущихся поверхностях поршней и цилиндров которых в эксплуатации наблюдаются натир, неравномерный износ и дефицит моторного масла. Кроме того, высокая теплонапряженность деталей ЦПГ, связанная с известным несовершенством системы воздушного охлаждения, требует поиска технических решений, снижающих риск перегрева и задира поршня в цилиндре.

После поиска и анализа существующих систем смазки-охлаждения поршня быстроходных дизелей была выявлена наиболее подходящая конструкция для охлаждения поршня на данном двигателе.

Для обеспечения гарантированного попадания струи на требующую охлаждения внутреннюю поверхность днища поршня и одновременного решения задачи смазывания сопряжений верхнего шатунного подшипника предлагается установка маслоподводящей охлаждающей трубки в картере двигателя. Согласно выполненным оценкам такой способ охлаждения позволит снизить температуру днища поршня на 10...20°C и обеспечит попадание масла за счет разбрызгивания и создания интенсивного масляного тумана во все зоны трения, расположенные во внутренней полости поршня. Основная проблема состоит в том, что в картере данного двигателя практически нет свободного места. Такое решение будет иметь минимальные финансовые и временные затраты и нет необходимости изменять конструкцию системы смазки дизеля.

Единственно возможная траектория прокладки маслоподводящей трубки была определена с помощью натурального моделирования на реальном картере дизеля ТМЗ-450Д. В штуцере главной масляной магистрали просверливается отверстие и к нему приваривается ответвление магистрали, питающее маслоподводящую трубку.

Наружный и внутренний диаметры трубки – 6 и 4 мм соответственно. Для экспериментального исследования струй охлаждающего масла на макетной установке [3] на конец трубки наворачиваются насадки с разными диаметрами отверстий от 0.5 до 1.48 мм. Оцениваются: форма, дальнобойность, зона попадания струи масла на маслоснабжаемую поверхность поршня и цилиндра и изменение давления в системе смазки.

При введении в систему смазки дополнительного отверстия, давление в системе смазки падает и может достигнуть критических значений, при которых невозможна дальнейшая работа двигателя. Минимальное давление работы двигателя 0,2 МПа. Из скоростной характеристики видно, что давление 0,2 МПа достигается при оборотах масляного насоса 350 мин⁻¹. Отверстие в шатуне понижает давление на кратковременные промежутки времени, поэтому риск задира минимальный.

По результатам эксперимента можно сделать вывод, что при превышении диаметра отверстия в маслоподводящей трубке более 1 мм, работа двигателя на холостых оборотах (1000 мин⁻¹) будет невозможна. Чем меньше отверстие в насадке, тем меньше интенсификация маслоотвода от днища поршня. Целесообразным является поиск компромисса между диаметром указанного отверстия (площадью зоны попадания масла на днище поршня) и эффективностью охлаждения-смазки поршня.

Список литературы

1. Путинцев С.В. Механические потери в поршневых двигателях. М., 2011. 288 с.
 2. Дизели ТМЗ-450Д. Руководство по эксплуатации. 077 110 000 РЭ.
 3. Путинцев С.В., Бикташев А.Ф. Макетная установка для прямой визуализации и оценки маслоснабжения деталей ЦПГ малоразмерного быстроходного двигателя с воздушным охлаждением // Проблемы и перспективы студенческой науки. 2017. № 1 (1). С. 18-20.
-

УДК 621.436

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМЫ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ МЕТОДОМ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Ю.А. Суворов, студент

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

cowberryshake@gmail.com

Уменьшение металлоёмкости коленчатого вала улучшает показатели двигателя связанные с мощностью, экономичностью, низким шумом и вибрациями.

В процессе проектирования коленчатого вала предъявляются требования к прочностной надёжности жёсткости конструкции, износостойкости и уравновешенности.

Существуют несколько развитых методик оптимизации конструкции коленчатого вала. Параметрическая оптимизация по критерию увеличения жёсткости конструкции [1], не учитывает влияния части габаритных параметров, связанных с данным критерием. Топологическая оптимизация [2] не учитывала анализ усталостной прочности. Отсутствие работ связанных с параметрической оптимизацией коленчатого вала по критерию снижения металлоёмкости подтверждает актуальность выбранной темы.

Конструкторскими параметрами одномерной оптимизационной задачи являлись диапазоны габаритных размеров формы колена вала [3]. Критерий данной оптимизации – минимальная массы колена вала. Форма колена вала была представлена, как ряд геометрических фигур.

Ограничение формы конструкции по прочности проводилось на основе анализа циклической прочности, выполненной в рамках разрезной схемы [1].

Данная оптимизационная задача включает в себя ограничение давления возникающего в подшипниках скольжения. Для расчёта применяется упрощённая схема расчёта по средним давлениям в подшипнике, значения которых для рядных автомобильных и тракторных двигателей составляют 7-20 МПа.

Без учёта данного ограничения минимизация массы будет проходить за счёт уменьшения диаметра шеек.

Ограничение по длине колена вала связано, с отсутствием возможности изменять расстояние между опор с подшипниками в процессе поиска минимальной массы вала.

Данная задача будет решаться методом перебора различных комбинаций размеров в одномерной постановке рис.5. Структурный код алгоритма поиска написан на языке программирования Java. Мерность такого массива по числу исследуемых значений – 7, что образует 10^7 вариантов коленчатых валов.

Для объекта исследования в данной работе были приняты параметры двигателя общего назначения Ч7,6/6,5. Верификационная модель была построена и смоделирована по средним значениям из диапазона габаритных размеров. Материал колена вала – ВЧ35. Масса составляет 2.26кг, коэффициент запаса циклической прочности 1.74.

В данной работе был предложен новый подход в постановке задач оптимизации конструкции коленчатых валов. Разработан алгоритм, результатом которого удалось добиться снижение массы исходной модели на 21%. В ходе работы была подтверждена необходимость проводить прочностной анализ и учитывать давления в подшипниках.

Список используемой литературы

1. Priya.D.Shah, Prof. Kiran.K.Bhabhor. Parametric Optimization of Four Cylinder Engine Crankshafts // International Journal of Engineering Science Invention ISSN (Online): Volume 3 Issue 6| June 2014 | PP.38-43
2. Gustavo Rocha, Guilherme Vinícius, Emílio Carlos Nelli. Design of a crankshaft for internal combustion engine by using topology optimization. Brazil, Proceedings of COBEM, 2009, 8p.

3. Конструирование двигателей внутреннего сгорания: учебник / под. ред. Н.Д. Чайнова. М.: Машиностроение, 2011. 496 с., ил.

СЕКЦИЯ «ГАЗОТУРБИННЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ»

УДК 62-971.2

АНАЛИЗ СХЕМ ПРИВОДОВ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ МОЩНОСТЬЮ 16 МВт

А.Д. Клюквин, студент

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

aklyukvin@yandex.ru

Газоперекачивающий агрегат (ГПА) - предназначен для компримирования природного газа на компрессорных станциях газопроводов и подземных хранилищ газа. Анализ существующего состояния трубопроводного транспорта природных газов и оценка перспектив его дальнейшего развития показывают, что газотурбинный вид привода центробежных нагнетателей на компрессорных станциях (КС) как в настоящее время, так и на ближайшую перспективу остается одним из основных видов энергопривода КС [1]. Одной из особенностей эксплуатации газотурбинных установок (ГТУ) в качестве привода ГПА является практически постоянная работа установки на режимах частичной мощности [1]. В связи с этим на этапе вариантного проектирования привода ГПА необходимо проводить сравнительную оценку рассматриваемых вариантов в широком диапазоне рабочих мощностей.

В данной работе проводится анализ эффективности работы газотурбинных двигателей различных схем в диапазоне мощностей 30-100% номинальной мощности и дается оценка эффективности использования ГТУ таких схем в качестве приводов ГПА.

В данной работе проводится анализ установок следующих схем:

1. Двухвальная установка со свободной турбиной.
2. Двухвальная установка со свободной турбиной и регенератором.
3. Трехвальная установка со свободной турбиной.

Моделирование ГТУ производится на уровне модели первого уровня, то есть установка разбивается на узлы, взаимодействие между которыми описывается с помощью уравнений, отображающих балансы расходов, энергий и импульсов.

Расчетные узлы компрессоров, турбин и камер сгорания на номинальном режиме работы были реализованы по методике [2]. В качестве характеристик компрессоров использовались обобщенные характеристики из [3].

Сравнение установок проводилось в следующих условиях:

1. Номинальная мощность установок – 16 МВт.
2. Температура газа в основной камере сгорания – 1450 К.
3. В качестве рабочей точки принималась точка, соответствующая максимальному КПД на номинальном режим работы.

В результате проведенного исследования было показано, что использование регенеративной двухвальной схемы позволило сильно увеличить КПД установки по отношению к безрегенеративному варианту (с 0,325 до 0,419) при уменьшении степени сжатия (с 16,5 до 9,5), что положительно сказывается на КПД лопаточных машин высокого давления. Однако применение регенеративной схемы связано с серьезным увеличением капитальных затрат на производство установки. В связи с этим использование данной схемы в качестве привода ГПА кажется нецелесообразным.

Было показано, что переход к трехвальной схеме позволяет повысить КПД установки (с 0,325 до 0,351) при слабом снижении расхода воздуха (с 59,2 до 57,4 кг/с). При этом выигрыш в КПД сохраняется на всех режимах эксплуатации, а в диапазоне мощностей 70-100% номинальной мощности показано более слабое снижение КПД трехвальной установки относительно двухвальной.

Список литературы

1. Б.П. Поршаков, А.А. Апостолов, В.И. Никишин. Газотурбинные установки. М.: ГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. 240 с.
2. Михальцев, В.Е. Расчет параметров цикла при проектировании газотурбинных двигателей и комбинированных установок: учеб. пособие / В.Д. Моляков, И.Г. Суворцев, В.Е. Михальцев. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. 60 с.
3. Ланшин А.И., Зудов С.М., Умнов Е.И. Алгоритм обобщенного представления характеристик свехзвуковых компрессоров при математическом моделировании двигателей высокоскоростных летательных аппаратов // Вопросы авиационной науки и техники. 1995. №2. С. 52–61.

УДК 533.27

ВЫБОР МЕТОДИКИ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ ХИМИЧЕСКИ НЕАКТИВНЫХ ГАЗОВ

Котова Е.С., студент

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

kotovahel@mail.ru

Известно, что смеси газов на основе гелия He, обладающие малыми значениями числа Прандтля Pr, являются перспективными рабочими телами для энергетических замкнутых газотурбинных установок (ЗГТУ) наземного и космического назначения [1] и устройств газодинамической температурной стратификации [2]. Такими смесями являются смеси гелия с неоном He-Ne, аргоном He-Ar, криптоном He-Kr, ксеноном He-Xe, азотом He-N₂ и другие [3].

Для проектирования элементов энергоустановок и для получения базовых представлений о физических явлениях (например, для экспериментального определения значений коэффициента восстановления температуры r при малых Pr) требуется выбрать или создать надежную методику расчета коэффициента динамической вязкости компонентов рабочих тел. Такая методика должна быть верифицирована по экспериментальным данным при максимально возможных давлениях p и температурах T .

Большинство из предложенных на сегодняшний день методик для расчета коэффициента динамической вязкости бинарных смесей газов основаны на подходах Чепмена-Энскога из молекулярной кинетической теории, используемых для нахождения свойств составляющих смесь простых газов. Свойством смеси считается среднее между значениями свойства для компонентов, рассчитываемое по различным модификациям соотношений Сазерленда.

Для перехода к большим плотностям используется закон соответственных состояний. Применение любой из методик расчета требует знания свойств простых газов, составляющих смесь, во всем интервале интересующих температур. К этим свойствам относятся: второй B и третий C вириальный коэффициенты уравнения состояния в зависимости от T (или коэффициент сжимаемости Z) и μ в зависимости от p и T .

В работе выполнен анализ методик расчета указанных свойств в ранее обозначенном интервале p и T для He, Ne, Ar, Kr, Xe, N₂. В число проанализированных вошли: классическая термодинамическая методика на основе подходов Чепмена-Энскога,

потенциалов межмолекулярного взаимодействия в форме Леннарда-Джонса и Кихары и эмпирических выражений для интеграла столкновений; эмпирические зависимости [1] на основе данных NIST; квантово-механическая методика с применением потенциала в форме Танга-Тоенниса и расчетом интегралов столкновений по зависимостям квантовой физики.

Для перехода к большим плотностям использован закон соответственных состояний по эмпирическим соотношениям [1]. Полученные результаты расчетов сравнены со справочными данными NIST и Варгафтика. В указанном диапазоне p и T выполнена верификация методик по имеющимся в открытой печати экспериментальным данным.

Наилучшие результаты могут быть получены с помощью квантово-механической методики с использованием закона соответственных состояний. Точность $\pm 1\%$ в сравнении с данными экспериментов для He, Ne, Ar обеспечивается при 300 К до 2 000 К и давлениях от 0,1 МПа до 35 МПа, для Kr и N₂ – до 10 МПа, для Xe – до 5 МПа.

Список литературы

1. Tournier J-M.P., El-Genk M.S. Properties of noble gases and binary mixtures for closed Brayton Cycle applications // Energy Conversion and Management. 2008. Vol. 49. P. 469–492. DOI:10.1016/j.enconman.2007.06.050.
2. Бурцев С.А., Леонтьев А.И. Анализ цикла замкнутой газотурбинной установки с устройством газодинамического энергоразделения // Известия РАН. Энергетика. 2017. № 4. С. 151-158.
3. Бурцев С.А., Кочуров Д.С., Щеголев Н.Л. Исследование влияния состава бинарных смесей инертных газов на их теплофизические свойства // Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2015. № 11. С. 217–237. DOI: 10.7463/1115.0822897.

УДК 533.27

ВЫБОР МЕТОДИКИ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ХИМИЧЕСКИ НЕАКТИВНЫХ ГАЗОВ

Елецкий И.А., студент

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

ilarstein@gmail.com

Известно, что бинарные смеси инертных газов на основе гелия He с малыми значениями числа Прандтля Pr являются перспективными рабочими телами для энергетических замкнутых газотурбинных установок (ЗГТУ) наземного и космического назначения [1], а также для устройств газодинамической температурной стратификации, которые могут входить в состав ЗГТУ [2]. Такими смесями являются смеси гелия с неоном He-Ne, аргоном He-Ar, криптоном He-Kr, ксеноном He-Xe, азотом He-N₂ и другие [3].

Для проектирования узлов ЗГТУ и устройства газодинамической температурной стратификации, а также для получения базовых представлений о физических явлениях (например, для экспериментального определения значений коэффициента восстановления температуры при малых Pr) требуется выбрать или создать надежную методику расчета теплофизических и транспортных свойств указанных смесей. Такая методика должна быть верифицирована по экспериментальным данным при максимально возможных давлениях p и температурах T .

Большая часть существующих методик для расчета коэффициента теплопроводности бинарных смесей газов основаны на подходах Чепмена-Энскога. Коэффициент теплопроводности λ смеси считается среднее между значениями свойства для компонентов, рассчитываемое по различным модификациям соотношений Васильевой. Для перехода к большим плотностям используется закон соответственных

состояний. Применение этих методик расчета требует знания свойств простых газов, составляющих смесь, во всем интервале температур. К этим свойствам относятся: второй B и третий C вириальные коэффициенты уравнения состояния в зависимости от T (или коэффициент сжимаемости Z) и λ в зависимости от p и T .

В работе выполнен анализ методик расчета коэффициента теплопроводности для He, Ne, Ar, Kr, Xe, N₂. В число проанализированных вошли: классическая термодинамическая методика на основе подходов Чепмена-Энскога, потенциалов межмолекулярного взаимодействия в форме Леннарда-Джонса и Кихары и эмпирических выражений для интеграла столкновений; эмпирические зависимости [1] на основе данных NIST; квантово-механическая методика с применением потенциала в форме Танга-Тоенниса и расчетом интегралов столкновений по зависимостям квантовой физики.

Для перехода к большим плотностям использован закон соответственных состояний по эмпирическим соотношениям [1]. Полученные результаты расчетов сравнены со справочными данными NIST и Варгафтика. В указанном диапазоне p и T выполнена верификация методик по имеющимся в открытой печати экспериментальным данным.

Наилучшие результаты могут быть получены с помощью квантово-механической методики с использованием закона соответственных состояний. Точность $\pm 1\%$ в сравнении с данными экспериментов по λ для He, Ne, Ar обеспечивается при 300 К минимум до 35 МПа, для Kr и N₂ – до 10 МПа, для Xe – до 5 МПа (из-за отсутствия достоверных данных по C для Xe).

Список литературы

1. Tournier J-M.P., El-Genk M.S. Properties of noble gases and binary mixtures for closed Brayton Cycle applications // Energy Conversion and Management. 2008. Vol. 49. P. 469 – 492. DOI:10.1016/j.enconman.2007.06.050.
2. Леонтьев А.И., Бурцев С.А. Цикл замкнутой газотурбинной установки с устройством газодинамического энергоразделения // Доклады АН, 2017. Т. 476. № 3. С. 290 – 292.
3. Бурцев С.А., Кочуров Д.С., Щеголев Н.Л. Исследование влияния доли гелия на значение критерия Прандтля газовых смесей // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014. № 5. С. 314-329. DOI: 10.7463/0514.0710811.

УДК 621.438

РАСЧЕТ ЦИКЛА И ОПТИМИЗАЦИЯ ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ СО ВЗЛЕТНОЙ ТЯГОЙ 18 ТОНН ДЛЯ ШИРОКОФЮЗЕЛЯЖНОГО ДАЛЬНЕМАГИСТРАЛЬНОГО ПАССАЖИРСКОГО САМОЛЁТА

М.М. Крикунов, магистрант

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

kr-mm@yandex.ru

В настоящее время ведущими двигателестроительными корпорациями проводятся исследования по определению облика перспективных авиационных силовых установок (СУ), предназначенных для дозвуковых пассажирских самолетов. Среди них особое место занимает схема с распределенной силовой установкой (PCY), применение которой, по прогнозам, должно существенно улучшить топливную эффективность по сравнению с существующими СУ [1].

Основной идеей проекта является создание электротурбовентиляторного двигателя (ЭТВлД), одновременно создающего тягу и приводящего в действие высокочастотный высокооборотный электрогенератор. Электрогенератор питает вынесенный электрический двигатель, вращающий тяговый вентилятор (ЭВ). В данной работе в качестве

альтернативы существующей 4-х двигательной схеме дальнемагистральных пассажирских самолетов, рассмотрена установка на самолете комбинации из 2-х ЭТВлД и 2-х ЭВ, суммарной тягой 352,8 кН на взлетном режиме. Суммарная тяга распределяется поровну между ЭТВлД и ЭВ, что составляет 176,4 кН. Максимальная температура газа перед турбиной ЭТВлД принята равной 1800 К.

Основная цель работы состоит в определении оптимальных параметров цикла ЭТВлД. Для расчета цикла была принята термодинамическая схема турбовентиляторного двигателя (ТВлД), учитывающая наличие электрогенератора. Расчет производился по методике, изложенной в работе [2]. Основные допущения при расчетах принимались на основе работы [3]. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- определение степени повышения давления вентилятора;
- определение оптимальной степени двухконтурности;
- определение оптимальной степени повышения давления в компрессоре;
- определение удельных показателей цикла.

В результате выполненного исследования:

- определены зависимости основных параметров ЭТВлД (степень повышения давления вентилятора - , удельные тяга - и расход топлива - , расход воздуха -) от степени двухконтурности и степени повышения давления;

- определены расчетные точки для крейсерского и взлетного режима полета;

- получены итоговые параметры СУ.

Дальнейшее развитие работы связано с проведением на основании полученных результатов проектирования основных узлов и проточной части установки с оценкой их эффективности, что позволит создать облик ЭТВлД и уточнить его исходные параметры.

Список литературы

1. Луковников А.В., Полев А.С., Селиванов О.Д., Исянов А.М., Максимов А.А. Исследование концепции перспективных магистральных самолетов 2025–2030 годов и их силовых установок // XXXVIII Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся ученых – пионеров освоения космического пространства (Москва, 28-31 января 2014 г.): тез. докл. Москва, 2014. С. 454-455.
2. Теория воздушно-реактивных двигателей / под ред. С.М. Шляхтенко. М.: Изд-во Машиностроение, 1975. 568 с.
3. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок: учебник для вузов / А.Н. Арбеков и др. / под общ. ред. А.Ю. Вараксина. 4-е изд., испр. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 678, [2] с.: ил.

УДК 532.529

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МАЛОИНЕРЦИОННЫХ ЧАСТИЦ НА ВЫРОЖДЕНИЕ ОДНОРОДНОЙ ИЗОТРОПНОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ

М.А. Орлов, студент

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

ОИВТ РАН, отдел №2.2.4

orlov.m.al@gmail.com

Дисперсная примесь в виде твёрдых частиц или капель присутствует, как правило, по всему газоздушному тракту как высокотемпературных энергетических установок, так и летательных аппаратов (попадание в двигатель инородных частиц, наличие дождевых капель или градин во входящем атмосферном воздухе, сжигание керосина).

Однородная изотропная турбулентность является наиболее простым и изученным типом турбулентного течения. Поэтому предлагаемые новые модели турбулентного

переноса импульса и тепла, прежде всего, должны испытываться на изотропной турбулентности.

Целью данной работы является моделирование влияния небольших тяжелых частиц на однородную изотропную турбулентность.

В зависимости от инерционности и размера частицы могут оказывать как ламинаризирующее, так и турбулизирующее влияние на поток. Уравнения, описывающие генерацию и диссипацию турбулентной энергии, имеют вид [1]:

$$\frac{dk}{dt} = -e - \frac{2Mk}{t_p}(1 - f_k),$$
$$\frac{de}{dt} = -2\frac{e^2}{k} - \frac{4Me}{t_p}(1 - f_e).$$

где k – турбулентная кинетическая энергия, e – диссипация турбулентной кинетической энергии, M – массовая концентрация частиц, t_p – время релаксации частиц, f_k и f_e – коэффициенты вовлечения частиц соответственно для процессов диссипации и генерации турбулентной энергии.

Возникновение дополнительной диссипации энергии происходит вследствие уменьшения энергии крупных вихрей, вызванного вовлечением в них крупных частиц. С другой стороны, мелкие частицы, не взаимодействуя с крупными пульсациями, вызывают подавление высокочастотной части спектра, ответственной за диссипацию турбулентной энергии [2]. Инерционность частиц характеризуется числом Стокса – отношением времени релаксации к временному масштабу турбулентности. В качестве масштабов турбулентности используются лагранжев интегральный масштаб и колмогоровский временной микромасштаб соответственно для низко- и высокочастотных пульсаций.

Предлагается следующий вид коэффициентов вовлечения:

$$f_{k,e} = 1 - \exp\left(-\frac{1}{St_{L,k}}\right)$$

Коэффициенты вовлечения учитывают участие частиц разной инерционности в соответствующих процессах.

Численное решение исходной системы уравнений с использованием предложенных выражений для коэффициентов вовлечения показало хорошие результаты. Максимум турбулизации приходится на частицы с временем релаксации равным микромасштабу, с другой стороны минимум соответствует частицам, вовлекаемым в энергоёмкие вихри. В предельных случаях ($St_L \rightarrow 0$, $St_L \rightarrow \infty$) влияние частиц на турбулентность исчезает.

Решение хорошо соотносится с исходными предположениями. Можно заключить, что предложенные коэффициенты вовлечения надлежащим образом описывают характер вовлечения частиц в процессы, проходящие в турбулентном потоке.

Список литературы

1. Зайчик Л.И., Алипченков В.М., Козлов И.М. Моделирование влияния мелкодисперсных частиц на турбулентность // Теплофизика высоких температур. № 2. 2010. С. 225-233.
2. Зайчик Л.И., Алипченков В.М. Статистические модели движения частиц в турбулентной жидкости. М.: Физматлит, 2007.

УДК 662.76

ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕЗ-ГАЗА ПРИ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ

Чэнь Хуань, магистрант

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

chenhuanemail@gmail.com

Для обеспечения устойчивого роста энергетики более целесообразно использовать угольные технологии, поскольку запасы природного газа при возрастающем росте его экспорта и потребления могут истощиться в течение нескольких десятилетий, а доступные для разработки месторождения угля в России содержат 17,6% его мировых запасов, что составляет около 157 млрд. т., в КНР 12,8% мировых запасов, 115 млрд. т. По оценкам запасов угля при текущем потреблении хватит на 100-150 лет, в то время как нефти и газа лишь на 30-50 лет.

Газификация угля, это процесс неполного окисления свободного углерода и органической массы угля, а также других углеродосодержащих продуктов. Этот процесс можно провести несколькими способами, с использованием в качестве газифицирующих агентов: воздуха, воздуха, обогащённого кислородом, паровоздушной смеси, кислорода, и т.п. [1].

Впервые процесс газификации угля был разработан и освоен в начале XX-го века в Германии [2]. В настоящее время широко известно несколько способов газификации твердого топлива.

Схема паровоздушной газификации в лабораторной установке подтверждается влиянием расхода воздуха и пара на состав синтез-газа. При увеличении расхода воздуха содержание в синтез-газе CO_2 , N_2 повышается, а содержание CO снижается. В то же время при постоянстве расхода воздуха повышение расхода пара приводит к росту содержания H_2 и CH_4 и снижению содержания CO в составе синтез-газа.

И наиболее известно промышленный метод газификации угля можно отнести методы: «Лурги», «Копперс-Тотцек», «Винклера».

Метод «Лурги»: известны самые разнообразные системы аппаратного оформления процесса газификации различного сырья. Используется уголь с частицами размером не менее 5 мм и до 30 мм и влажностью 8-15%, давление в аппарате 2-3 МПа, максимальная температура в слое перерабатываемого угля – 700-1000°C. Газ, получаемый в газификаторе Лурги, содержит (по объему): 58 % CO , 6% CO_2 , 26% H_2 , 9% CH_4 (прочие компоненты около 1 %).

Одним из наиболее эффективных способов газификации движущегося пылевидного слоя является метод «Копперс-Тотцек» (Германия) при температуре 1500-1700°C. Размер частиц угля 0,09-1,00 мм влажностью 1-7%, давление процесса от 0,1 МПа до 3,0 МПа, максимальная температура в слое 1300-1500°C (до 1600°C). Газ, получаемый в газификаторе Копперс-Тотцек, содержит (по объему): 57 % CO , 10% CO_2 , 31% H_2 , 1% CH_4 (прочие компоненты около 1 %).

Газификация по методу «Винклера» (Германия) использует газогенератор с кипящим (псевдооживленным) слоем частиц перерабатываемого твердого топлива размером 0,8-10 мм и влажностью 5-10%. Давление в аппарате от 0,1 МПа до 1,5 МПа, максимальная температура в слое 850-1100°C. Газ, получаемый в газификаторе Винклера, содержит (по объему): 48 % CO , 14% CO_2 , 35% H_2 , 2 % CH_4 (прочие компоненты около 1 %).

Последовательно, современные технологии газификации угля позволяют получать высококачественный синтез-газ, состав которого в зависимости от методов газификации.

Для перевода системы топливопитания ГТУ на синтез-газ, полученный путем газификации угля, необходимо модифицировать турбину ГТУ для повышения пропускной способности из-за увеличения расхода и изменения состава газа, проходящего через

турбину.

Список литературы

1. Митюгин А.С., Кныш Ю.А. Малоразмерный реактор синтез газа для газотурбинных установок // Научно-образовательный центр «знание». 2016.С.262-267.
2. Цибульский С.А. Современные технологии газификации угля в промышленной энергетике // Современная техника и технологии. 2014.С.189-190.

УДК 621.438.082.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ С ИЗМЕНЁННОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬЮ ПРОЦЕССОВ НА ТОПЛИВНЫХ ГАЗАХ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

А.С. Сельницын, магистрант

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

selnitsynas@mail.ru

Научный руководитель: Р.З. Тумашев, доцент

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

В настоящее время актуальной задачей является решения вопроса о снабжение потребителей электрической и тепловой энергией в децентрализованных, локальных системах. При решении этой задачи конкурентоспособность традиционным методам получения энергии могут составить нетрадиционные. Перспективным – является газификация различного сырья и последующее сжигание синтез-газа в газотурбинной установке [1].

Газификация – процесс превращения твердого топлива в газообразное путем окисления органических компонентов при недостатке кислорода и высокой температуре. В результате процесса газификации твёрдого топлива получается генераторный газ (синтез-газ) и твёрдый остаток. Синтез-газ выходит из газогенератора при давлении близком к атмосферному, поэтому целесообразно использовать ГТУ с изменённой последовательностью процессов, и сжигать топливный газ при атмосферном давлении. Данная схема ГТУ уступает традиционной схеме ГТУ с термодинамической точки зрения, но имеет другие значительные преимущества [2,3].

В работе приведен термодинамический расчёт и анализ газотурбинной установки с изменённой последовательностью процессов на топливных газах низкого давления, полученного из следующего сырья: древесных отходов, твёрдых бытовых отходов, антрацита, газового угля, бурого угля, торфа.

ГТУ с изменённой последовательностью процессов работает следующим образом: Воздух из атмосферы поступает в регенератор, где подогревается, затем поступает в камеру сгорания. Одновременно с воздухом в камеру сгорания подаётся синтез-газ. После этого продукты сгорания поступают в турбину и, совершив работу, передают в регенератор тепловую энергию воздуху. Затем продукты сгорания направляются в газоохладитель, в котором подогревают воду, охлаждаются и затем направляются в компрессор и после сжатия в нём выбрасываются в атмосферу. Компрессор просасывает продукты сгорания через установку.

Выполнены численные исследования ГТУ мощностью 200 кВт, с температурой продуктов сгорания перед турбиной 1173 К. Получены оптимальные параметры степени повышения давления в компрессоре 4, степени регенерации в регенераторе 0,85. Мокрая очистка синтез-газа обеспечивает высокую степень очистки от твердых частиц и смол. Температура генераторного газа после мокрой очистки была принята равной 363 К.

Удельный расход топлива и КПД ГТУ при использовании генераторного газа из древесных отходов – 3,4 кг/(кВт*ч) и 23,6 %; из твёрдых бытовых отходов – 3,4 кг/(кВт*ч) и 23,8 %; из антрацита – 4,3 кг/(кВт*ч) и 22,8 %; из бурого угля – 3,7 кг/(кВт*ч) и 23,4 %; из газового угля – 2,9 кг/(кВт*ч) и 24,2 %; из торфа – 3,2 кг/(кВт*ч) и 23,8 %.

Получено, что эффективность ГТУ с изменённой последовательностью процессов практически не зависит от состава продуктов газификации и достигает 23-24%, и может быть рекомендована в качестве преобразователя топливного газа атмосферного давления в электрическую и тепловую энергию.

Список литературы

1. Сельницын А.С. Когенерационные газотурбинные установки на продуктах газификации твердых бытовых отходов // Политехнический молодежный журнал. 2018. № 1(18). DOI: 10.18698/2541-8009-2018-1-240
2. Тумашев Р.З. Утилизация шахтного метана в газотурбинных установках для производства электрической энергии и теплоты / Д. М. Кулаков, Р. З. Тумашев, Н. Л. Щёголев // Безопасность в техносфере. 2015. Т. 4. №. 5. С. 41-48. DOI: 10.12737/16963
3. Тумашев Р.З., Бодров Н.Г. Когенерационная установка на попутных нефтяных газах с высоким содержанием тяжелых углеводородов. Инженерный журнал: наука и инновации, 2012, вып 10. DOI: 10.18698/2308-6033-2012-10-401.

УДК 621.438

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА НА РАБОТУ ГАЗОТУРБИННОГО НАСОСНОГО АГРЕГАТА

А.Ю. Брычева, магистрант

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

bry4eva.lina@yandex.ru

Научный руководитель: В.Д. Моляков, доцент

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

В настоящее время использование газотурбинного двигателя в качестве привода магистрального нефтяного насоса является актуальной задачей. Выбор данного типа привода позволяет избежать ряда проблем, таких как затраты времени на сооружение линий электропередач, возможные сбои электроснабжения, высокая стоимость электроэнергии в некоторых районах, возникающих при использовании традиционного привода – электродвигателя. Кроме того газотурбинный двигатель позволяет в широких пределах регулировать частоту вращения насоса, обеспечивая необходимый режим перекачки нефтепродуктов [1].

Учитывая особенности работы насосного агрегата, в качестве привода был выбран двухвальный газотурбинный двигатель со свободной турбиной. Данная схема, ввиду отсутствия механической связи между турбиной компрессора и турбиной нагрузки, позволяет менять частоту вращения вала насоса, практически не влияя на работу газогенератора. КПД насоса при изменении частоты вращения в допустимых пределах также остается приблизительно постоянным [2].

В работе проводились исследования характеристик двигателя при различных температурах воздуха на входе в компрессор. Температура воздуха в ходе расчетов изменялась в диапазоне от -45°C до $+45^{\circ}\text{C}$. Рассматривались две основные программы регулирования: с постоянной частотой вращения вала высокого давления $n=\text{const}$ и с постоянной температурой газа на входе в турбину компрессора $T_1=\text{const}$. Экономичность двигателя с программой регулирования $n=\text{const}$ оказалось ниже, чем у программы регулирования $T_1=\text{const}$. При падении температуры окружающего воздуха до -9°C мощность двигателя работающего по программе регулирования $T_1=\text{const}$ достигает 8,8

МВт. При дальнейшем снижении температуры воздуха мощность двигателя необходимо поддерживать постоянной. Для этого понижается температура газа на входе в турбину компрессора [3]. При температуре окружающего воздуха $+45^{\circ}\text{C}$ мощность двигателя с программой регулирования $n=\text{const}$ составляет 6 МВт, а для программы $T_r=\text{const}$ 7,4 МВт.

Таким образом, было установлено, что использование двухвального газотурбинного двигателя в качестве привода нефтяного магистрального насоса в ряде случаев может оказаться выгоднее электропривода. При этом использование программы регулирования $T_r=\text{const}$ является наиболее экономичным, однако при температуре окружающего воздуха ниже -9°C мощность двигателя необходимо ограничить, снижая температуру газа на входе в турбину компрессора. В зимнее время при низких температурах воздуха мощность двигателя заметно возрастает, соответственно возрастает и производительность нефтепровода, в летнее время, наоборот, снижается количество перекачиваемых нефтепродуктов.

Список литературы

1. Брычева А.Ю., Моляков В.Д. Выбор параметров газотурбинного двигателя, используемого в качестве привода нефтяного насоса // Машиностроение и компьютерные технологии. 2017. № 11. С. 29-43.
2. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок: учебник для вузов / А. Н. Арбеков и др./ под общ. ред. А. Ю. Вараксина. 4-е изд., испр. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 678 с.
3. Михальцев В.Е., Панков О.М., Юношев В.Д. Регулирование и вспомогательные системы газотурбинных и комбинированных установок: учеб. пособие. М.: Машиностроение, 1982. 95 с.

СЕКЦИЯ «ХОЛОДИЛЬНАЯ, КРИОГЕННАЯ ТЕХНИКА, СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ»

УДК 62-94

АНАЛИЗ АККУМУЛЯЦИИ ТЕПЛОТЫ В ПОДЗЕМНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ МЕТРОПОЛИТЕНА

И. Н. Серебринникова, магистрант

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

i.serebrinnikova@gmail.com

Прогрев подземных конструкций заметно влияет на температуру и другие санитарные параметры воздуха на станциях и в обитаемых помещениях Московского метрополитена. Влияние может быть как положительным: прогрев/охлаждение конструкций сглаживает суточные/сезонные колебания наружной температуры; так и отрицательным: стремительные «пики» (повышения) наружной температуры растягиваются, приобретая затяжной характер.

Основой механизма прогрева подземных конструкций является процесс нестационарного накопления энергии («тепла») в материале стенки тоннеля. Такой процесс хорошо описывается уравнением нестационарной теплопроводности в полуограниченном плоском теле [1]. Были приняты граничные условия третьего рода. Особенность задачи состоит в том, что интервал времени, когда станции, тоннели, находятся под нагрузкой (время эксплуатации метрополитена), существенно больше, чем время, когда нагрузка отсутствует и можно производить охлаждение конструкций.

Модель представляется следующей – сначала происходит линейное повышение

температуры воздуха в течение 18 часов (с 6.00 до 24.00 суточного времени) и после этого в течение 6 часов охлаждения (с 00.00 до 6.00 суточного времени) – тоже принимаем линейным – до исходной температуры.

В результате аналитического решения была получена зависимость изменения температуры стенки тоннеля (1).

$$\Delta t(x, \tau, m) = Pd \cdot \left[Fo(\tau) + \sum_{i=0}^m \left[\left[A_i \cdot \frac{\cos(\mu_i \cdot \frac{x}{R})}{\mu_i^2} \right] \cdot e^{-\mu_i^2 Fo(\tau)} \right] + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{x}{R} \right)^2 - \frac{1}{2} - \frac{1}{Bi} \right] \quad (1)$$

где $Pd = \frac{b \cdot R^2}{a}$ – критерий Предводителя, характеризующий интенсивность повышения температуры окружающей среды;

$Fo(\tau) = \frac{a \cdot \tau}{R^2}$ – число Фурье;

$Bi = \frac{\alpha(v) \cdot R}{\lambda}$ – число Био;

$a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho}$ – коэффициент температуропроводности;

R – характерный размер;

$\alpha(v)$ – коэффициент теплоотдачи;

λ, c, ρ – характеристики материала;

μ_i – корни характеристического уравнения $\text{ctg}(\mu_i) = \frac{\mu_i}{Bi}$;

$A_i = \frac{2 \cdot \sin(\mu_i)}{\mu_i + \sin(\mu_i) \cdot \cos(\mu_i)}$ – начальные тепловые амплитуды;

m – число корней, учитываемых в решении.

Были получены кривые, описывающие изменение температуры по времени и по глубине в грунт. Исследования проводились для 2-х различных материалов – грунта и чугуна, представляющих собой предельные случаи модельной среды [2].

Решение задачи теплопроводности позволило оценить тепловые потоки в стенку и из стенки, в дневной и ночной период времени.

Проведенное исследование может быть основой оценки масштабов влияния теплоаккумулирующей способности стен, их влияния на температуру приточного воздуха на станции, разработки мероприятий по изменению санитарных условий на станциях московского метрополитена в благоприятную сторону.

Список использованной литературы

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности: учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1967. 600 с.
2. Физические величины: справочник / А.П. Бабичев, Н.А. Бабушкина, А.М. Братковский и др. / под. ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. М.: Энергоатомиздат, 1991. 1232 с.

УДК 621.57

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПИРАЛЬНОГО КОМПРЕССОРА ДЛЯ ТРАНСКРИТИЧЕСКОГО ЦИКЛА НА CO₂

А.Ю. Юршин, магистрант

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

yurshin.anton@yandex.ru

Возможной заменой хлор-фтор углеродных хладагентов являются природные хладагенты (ПХ). Один из таких хладагентов – CO₂. Он не токсичен, не горюч, имеет нулевой потенциал разрушения озонового слоя Земли (ODP=0) и очень низкий потенциал глобального потепления (GWP=1).

Для систем кондиционирования на CO₂ в настоящее время рассматривается и применяется транскритический цикл.

Сохранение энергоэффективности установок кондиционирования воздуха при переходе на ПХ, в том числе в циклах, рассмотренных в [1], осуществимо при помощи применения современных компрессоров. В кондиционировании стали широко применяться спиральные компрессоры (СПК), имеющие большие преимущества по эффективности перед поршневыми. Но на рынке не представлены СПК работающие на CO₂ в транскритическом режиме. Далее будут рассмотрены наиболее сложные вопросы в их проектировании для указанного режима работы.

Спирали. В СПК рабочим элементом является спираль (СП). В настоящее время распространены СП трех типов: СП Архимеда, эвольвентные СП, кусочно-круговые СП [2].

Одной из проблем производства СПК является повышенная точность. К примеру точность эксцентриситета составляет 0,005 мм, непараллельность осей 0,003 мм. С точки зрения изготовления, настройки оборудования для обработки – СП Архимеда является преимущественной.

Материалы. CO₂ может применяться со всеми металлами, кроме некоторых щелочных и щелочноземельных металлов (активные), которые могут гореть в атмосфере CO₂, отнимая у него кислород. В основном при изготовлении СП используются марки чугуна и сталей.

Обработка. В связи с высоким давлением в рабочих полостях СП при работе с CO₂ необходимо уделить особое внимание их расчету на прочность. Для того что бы улучшить прочностные характеристики применяют частичную термообработку, например высокочастотного нагрева основания СП, лазерного нагрева мест перехода СП к основанию.

Повышение прочности способствует улучшению сопротивления абразивного износа. Оптимальная твердость составляет 90-100 HRB [].

Противоповоротные устройства. Что бы СП во время движения не проворачивалась вокруг своей оси в СПК применяется муфты Ольдгейма. Так как давление в рабочих полостях СП при работе на CO₂ достаточно велико, силы давления на основание подвижной СП будут существенными. Часть этих сил воспринимается муфтой Ольдгейма.

Для уменьшения потерь на трение трущиеся поверхности муфты шлифуются и смазываются. Материал муфты при данных условиях работы – сталь. Для уменьшения центробежных сил, приводящие к увеличению износа трущихся частей муфты, их необходимо делать кольцевого типа и стремиться к уменьшению диаметра, величину зазора между гребнем и впадиной рабочих элементов назначать по посадкам третьего класса точности. Для улучшения сопротивления абразивному износу необходимо делать термообработку муфты до твердости 95-100 HRB.

Масло. На сегодняшний день СПК на CO₂ работают с маслом на основе PAG. Масло данного типа имеет ограниченную растворимость с CO₂, что способствует образованию оптимальной толщины масляной пленки на поверхностях трения СПК, нет пенообразования. Но этот тип масла имеет и ряд существенных недостатков: при наличии влаги начинается процесс пенообразования, нестабильные свойства масла при высоких температурах.

Список литературы

1. С.А. Гаранов, А.А. Жаров. Водоеиспарительное и комбинированное охлаждение воздуха. М.: Инженерный журнал: наука и инновации, научная статья, 2013. 6 с.
2. Бараненко А.В. Холодильные машины. СПб.: Политехника, 1997. 246 с.
3. Скользящий компонент компрессора, основание скользящего компонента, спиральный компонент и компрессор: пат. 2387878 Рос. Федерация; заявл. 26.02.07; опубл. 27.04.10. 75 с.

УДК 621.56

**КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА И
ОПРЕСНЕНИЯ МОРСКОЙ ВОДЫ С ПРИРОДНЫМ ХЛАДАГЕНТОМ**

А.В. Струговщиков, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
sanekstr@mail.ru

С.А. Гаранов, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
garanov-sergey@yandex.ru

Комплексная система кондиционирования воздуха и опреснения морской воды работает на природном хладагенте R718, который имеет ряд преимуществ по сравнению с широко распространенными холодильными агентами. Помимо того, что потенциал глобального потепления и озоноразрушающее воздействие у R718 равен 0, он прост в обращении, не взрывоопасен, не токсичен, не горюч.

В настоящее время процессы обессоливания морской воды и кондиционирования помещений проводятся отдельно, различными установками, при совершенно разных условиях работы. В традиционном виде опреснение соленой воды происходит с помощью электролиза или обратного осмоса, либо методами испарения, основанными на изменении агрегатного состояния воды. Наиболее распространённые методы дистилляции проводятся в диапазоне температур кипения морской воды от 60°C до 120°C [1]. В предлагаемой установке температура кипения снижена до 13°C. Вследствие низкой температуры испарения морской воды без поверхности нагрева, отсутствует выпадение накипи в «холодном» сосуде.

Установка совместного опреснения морской воды и кондиционирования приточного воздуха работает по открытому циклу. Для такого технического решения требуется постоянное питание системы. Пресная вода производится конденсацией паров при температуре 36°C, откачиваемых двухступенчатой центробежной компрессорной машиной, в кожухотрубном конденсаторе. Отвод теплоты от приточного атмосферного воздуха, предназначенного для кондиционирования помещения, осуществляется охлажденной морской водой, подаваемой насосом в воздухоохладитель ламельного типа [3]. В помещение охлажденный воздух поступает при температуре 18°C [2]. Производительность установки по пресной воде определяется количеством конденсата пара хладагента R718 в кожухотрубном конденсаторе и конденсатом водяных паров, собираемым во влагоотделителе.

Экономическая эффективность предлагаемой установки при прочих равных условиях определяется использованием только одного энергопотребляющего устройства – турбокомпрессора, тогда как для отдельных процессов кондиционирования и дистилляции потребовалось бы не менее двух энергетических устройств.

Список литературы

1. Малафеев И.И. Вакуумный дистилляционный агрегат с теплонасосным энергоподводом: дисс. ... канд. техн. наук. М., 2017.
 2. Тарабанов М.Г. Кондиционирование воздуха. Ч. 1. М.: АВОК–ПРЕСС, 2015. 212 с.
 3. Захаров Ю.В. Судовые установки кондиционирования воздуха и холодильные машины. Л.: Судостроение, 1972.
-

УДК 66.021.2.081.3

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛО- МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В АДСОРБЦИОННЫХ СИСТЕМАХ АККУМУЛИРОВАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА

И.Н. Кравченко, магистрант

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

ilya626227625@gmail.com

Поскольку в настоящее время все актуальнее становится тема альтернативных источников энергии, адсорбированный природный газ предлагается использовать для замены бензинового и дизельного топлива, что выставляет новые требования на математические модели, описывающие процессы, протекающие в ходе адсорбции и десорбции. Основным требованием можно выделить необходимость учета неравновесности процессов адсорбции и десорбции [1].

На данный момент, математическое моделирование процессов адсорбции и десорбции в системах аккумуляции природного газа можно условно разделить на несколько типов. В первом типе используются модели, с высокой точностью описывающие газодинамические параметры процессов, в то же время вводятся грубые допущения для процессов адсорбции, основанные на теоретических данных. Во втором типе моделей предпочтение отдается адсорбционным процессам. Основными допущениями моделей можно выделить: замена природного газа чистым метаном, принятие теплофизических параметров постоянными, задание параметров адсорбентов и микропор. В то же время, ни в одной модели не производится учет неравновесности процессов, возникающей при «быстрой» адсорбции и десорбции, что приводит к необходимости составления новой математической модели.

На основе вышесказанного сформулирована математическая модель, позволяющая учесть неравновесность протекающих процессов. В ее основе лежит система дифференциальных уравнений первого порядка. Основными уравнениями выделяются уравнения материального баланса, теплового баланса, а также уравнение кинетики адсорбции, позволяющее учесть неравновесность протекающих процессов.

Список литературы

1. Атаманов Г.Б., Козицын Е.А., Кравченко И.Н. Адсорбционные системы аккумуляции природного газа: обзор адсорбционных материалов, технических решений и подходов к математическому моделированию // Молодежный научно-технический вестник. 2018. № 1.

УДК 66.021.2.081.3

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАПРАВКА АДСОРБЦИОННЫХ СИСТЕМ АККУМУЛИРОВАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Г.Б. Атаманов, магистрант

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

gb.atamanov@gmail.com

Актуальность темы хранения природного газа обусловлена ограниченностью топливных ресурсов и необходимостью разработки способов получения энергии из альтернативных или возобновляемых источников. Примечательной альтернативой бензиновому и дизельному топливу для транспортных средств является природный газ. По оценкам различных источников, запасов природного газа должно хватить как минимум

на ближайшие 70 лет, кроме того затраты на его добычу и переработку заметно ниже, нежели затраты на получение бензина или дизельного топлива.

В настоящее время широкое применение в транспортном секторе получили системы аккумулирования компримированного природного газа (КПГ) и сжиженного природного газа (СПГ). Недостатки технологии КПГ — высокое давление заправки и хранения газа (20–25 МПа) и, как следствие, повышенные требования к пожаровзрывобезопасности заправочных станций [1]. К недостаткам технологии СПГ можно отнести высокую стоимость и трудоемкость ожижения газа, а также необходимость поддержания его в сжиженном состоянии при транспортировке.

В дополнение к перечисленным выше способам хранения можно привести технологию адсорбированного природного газа (АПГ). При таком способе аккумулирования природный газ находится в «связанном» состоянии в ёмкости с микропористым адсорбентом. Массовое применение технологии АПГ позволило бы внести следующие изменения в структуру заправочных станций и в процесс заправки газа:

1. Низкое давление (до 5 МПа) и нахождение газа в «связанном» состоянии внутри адсорбента приводят к уменьшению количества газа, вытекающего из ёмкости при разгерметизации, что снижает ущерб, который может быть нанесен при взрыве или возгорании этого газа, и способствует снижению требований пожарной безопасности.

2. Низкотемпературная заправка АПГ позволяет заменить холодильными машинами компрессорные установки для многоступенчатого сжатия, либо позволяет перейти к одноступенчатому сжатию с охлаждением.

3. Использование отдельных холодильных машин для природного газа открывает возможность децентрализации заправочных постов, способствует увеличению мобильности заправочных станций и их наилучшей интеграции в городскую инфраструктуру.

Согласно [2], снижение температуры заправки для систем АПГ на 40 К увеличивает количество заправляемого газа на 17–39 % при давлениях заправки 1,3–10 МПа, либо уменьшает давление заправки в 1,9–3,1 раза при удельном количестве аккумулируемого газа 100–200 м³/м³. Использование низкотемпературной заправки при среднегодовом режиме работы (278 К) позволяет снизить затраты энергии на 38,2–74,6 %, по сравнению с заправкой системы без адсорбента, при охлаждении газа в диапазоне 243–263 К.

Таким образом, можно сделать вывод, что технология хранения газа в адсорбированном состоянии перспективна для использования на транспортных средствах и, совместно с низкотемпературной заправкой, позволяет снизить капитальные и эксплуатационные затраты, решить вопросы, связанные с пожаровзрывобезопасностью и интеграцией в городскую инфраструктуру. Дальнейшей задачей развития технологии является улучшение характеристик адсорбционных материалов, разработка усовершенствованных математических моделей, описывающих процессы заправки и выдачи газа, а также применение технических решений, направленных на борьбу с тепловыми эффектами и накоплением примесей.

Список литературы

1. Свод правил. Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности: СП 156.13130.2014. Введ. 01.07.2014. М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2014, 53 с.
 2. Чугаев С.С., Стриженов Е.М., Жердев А.А., Кузнецов Р.А., Подчуфаров А.А., Жидков Д.А. Пожаровзрывобезопасная низкотемпературная заправка адсорбционной системы аккумулирования природного газа // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2016. №. 12. С. 32–38.
-

УДК 621.59, 520.6.03, 520.6.05, 520.3

АНАЛИЗ ПРИГОДНОСТИ КРИОГЕННОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ХРАНИЛИЩА ДЛЯ РЕГИОНОВ РФ

Е.А. Шмелёва, магистрант

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

liza_shmel@mail.ru

Наиболее подходящим районом для размещения криогенного энергетического хранилища является ОЭС Центра. В этом регионе наибольшая доля выработанной электроэнергии приходится на тепловые и атомные электростанции [1]. В целях снижения топливопотребления и выравнивания нагрузок необходимо использовать источники возобновляемой энергии и энергетические хранилища. В этом регионе находится большое количество металлургических и химических предприятий, в структуре которых имеется ВРУ. Часто жидкий азот является побочным продуктом на таких установках, его использование уменьшит капитальные затраты и позволит предприятию снизить энергопотребление.

В качестве цикла ожижения воздуха установки был выбран детандерный цикл Клода [2]. Расчет и оптимизация цикла проведены по рекомендациям описанным в статье [3]. Доля жидкости, проходящая через детандер, составляет 0,735 всего расхода. Мощность производства – 1000кВт.

В ходе эксергетического анализа были рассчитаны удельные потери эксергии в каждом элементе:

$$\Delta e_k = \frac{\Delta e_k^d - \Delta e_k^t}{x}, \quad (1)$$

где Δe_k^d – действительное изменение эксергии в k -том элементе, Δe_k^t – теоретическое изменение эксергии в k -том элементе, x – коэффициент ожижения.

А также эксергетический КПД элемента:

$$\varepsilon_k = 1 - \frac{\Delta e_k}{\Delta e_k^d} \quad (2)$$

Наиболее уязвимыми являются элементы: теплообменный аппарат 2, турбодетандер, компрессор, турбина. Однако эксергетический КПД второго теплообменника достаточно высок. Несмотря на высокие абсолютные значения необратимостей в компоненте, этот компонент достаточно совершенен с термодинамической точки зрения, а причиной высокого значения эксергетических потерь может быть большой массовый расход рабочего вещества. Компрессор, турбина и турбодетандер в установке следует усовершенствовать.

Далее был проведен расчет экономических параметров для нескольких конфигураций криогенного энергетического хранилища: простая установка с рекуперацией тепла внутри цикла, с использованием бросового тепла 545°C, с использованием бросового тепла 320°C и бросового холода от регазификационной установки, с использованием бросового жидкого азота.

Экономия на 1кВт:

$$E = \frac{P_{el} - P_{air}}{A} \quad (3)$$

где P_{el} - стоимость электроэнергии днем, P_{air} - стоимость жидкого воздуха, A – выработанная электроэнергия.

Коэффициент экономической эффективности капитальных вложений определяется как отношение прироста прибыли к капитальным вложениям, вызвавшим этот прирост, по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ко}} = \frac{\Delta\Pi}{K}, \quad (4)$$

где $\Delta\Pi$ – прирост годовой прибыли, вызванной капитальными вложениями, K – капитальные вложения в строительство объектов.

Срок окупаемости капитальных вложений определяется как отношение капитальных вложений к приросту годовой прибыли, по формуле:

$$T_{\text{ко}} = \frac{K}{\Delta\Pi} \quad (5)$$

Наиболее выгодным вариантом является использование криогенного энергетического хранилища в совокупности с источником бросового тепла на высоком температурном уровне. В случае простой установки криогенного энергетического хранилища срок окупаемости почти совпадает со сроком эксплуатации.

Обобщая вышесказанное, можно отметить, что криогенное энергетическое хранилище — это удобный и достаточно эффективный метод сохранения энергии. Возможно, его эффективности еще недостаточно для решения энергетических проблем на уровне регионов, но этот метод вполне подходит для использования на частных предприятиях. Основными его преимуществами по сравнению с другими аккумуляторами являются: независимость от рельефа, способность работать при любых климатических условиях, экологичность.

Список литературы

1. Отчет о функционировании ЕЭС России в 2016 году. Системный оператор единой энергетической системы.
2. Бродянский В.М., Фратшер В., Михалек К. Эксергетический метод и его приложения. М.: Энергоатомиздат, 1988. 288 с.
3. Архаров, И.А., Александров, А.А., Навасардян, Е.С., Москва, 2009. Примеры и задачи по циклам криогенных систем: учебное пособие [Московский гос. технический ун-т им. Н. Э. Баумана, Фак. "Энергомашиностроение", Каф. "Холодильная, криогенная техника систем кондиционирования и жизнеобеспечения"].

УДК 62-529

ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА РАБОТЫ ТЕПЛОВОГО НАСОСА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ

Д. В. Кашина, магистрант

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

dvkashina@gmail.com

И. Е. Морев, магистрант

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

morev.ilya@gmail.com

Предпосылки к созданию средств удаленного мониторинга на кафедре «Холодильная, криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения» в МГТУ им. Н. Э. Баумана появились в тот момент, когда возникла необходимость отслеживать состояние системы отопления производственного помещения тепловым насосом, к которой нет локального доступа в стенах университета. Причин отсутствия доступа несколько:

1) Территориальная удаленность системы (производственное помещение расположено во дворе корпуса факультета "Энергомашиностроение" МГТУ им. Н. Э. Баумана);

2) Недоступность вследствие отсутствия необходимого рабочего места для студентов в данном помещении;

3) Отсутствие необходимых датчиков и систем контроля для наблюдения за работой системы в непосредственной близости от нее.

Тепловой насос «воздух-воздух» фирмы «Mitsubishi Electric» работает по парокомпрессионному циклу. Используемый хладагент (ХА) - R410A. Основными элементами установки являются: герметичный спиральный компрессор с портом инъекции, конденсатор, испаритель, теплообменник НИС (heat interchange circuit) цепи инъекции ХА, три электронных расширительных клапана, четырехходовой клапан. Для создания системы мониторинга работы данного теплового насоса мощностью 11 кВт потребовался следующий набор оборудования, предоставленный компанией «Овен»:

ДТС хх4 — датчик накладной на трубопровод (13 шт.);

ПВТ 100 — промышленный датчик (преобразователь) влажности и температуры воздуха (1 шт.);

МВ110-8А — модули аналогового ввода с универсальными входами (2 шт.);

ПМ210 — сетевой шлюз для доступа к сервису OwenCloud (1 шт.). Преимущества спроектированной системы удалённого мониторинга:

1) Повышение оперативности управления и производительности труда, обеспечение удаленного доступа к параметрам установки;

2) Оптимизация и сокращение энергопотребления оборудования и при наличии средств управления и автоматизации;

3) Обеспечение наиболее удобного для понимания графического представления информации о работе системы;

4) Обеспечение вычисления дополнительных параметров на основе измеренных значений для получения аналитической информации о работе системы и физических процессах.

При наличии системы удалённого мониторинга отопительной установки у инженеров появляется возможность анализа режимов работы теплового насоса и последующей оптимизации работы системы.

УДК 621.56

ДИНАМИЧЕСКАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОДНОСТУПЕНЧАТОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ЦИКЛА

И.Е. Морев, магистрант

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

morev.ilya@gmail.com

Программы управления холодильными системами, как и любые другие, нуждаются в тестировании и отладке. Проверка программ на реальной системе представляет сложности из-за большой инертности данных систем, а также в виду необходимости составления программы до запуска.

Средства отладки, представляемые производителями контроллеров, позволяют вручную задавать показания датчиков температуры, давления, а также дискретные сигналы (включено/выключено; норма/авария). Это позволяет проверить простые сценарии работы. Другой способ отладить контроллер – подключить к его входам аналоговые имитаторы датчиков. Общие недостатки представленных способов – это

значительные затраты времени на проверку работы программы и необходимость глубокого понимания программистом принципов работы холодильных систем для ручного задания сигналов с датчиков.

В работе предложено следующее решение: использовать математическую модель с набором тестов корректности работы системы в связке с блоками ввода и вывода (имитации) сигналов контроллера и датчиков. Принцип работы такой системы заключается в следующем:

1. Запущенная на компьютере математическая модель холодильной системы генерирует показания моделируемых датчиков;
2. Показания датчиков передаются на приборы-имитаторы аналоговых или дискретных сигналов, подключенные ко входам контроллера;
3. Контроллер, на основе показаний имитаторов датчиков формирует управляющие электрические сигналы, которые заводятся на входы модулей ввода сигналов;
4. Компьютер считывает с модулей ввода сигналов управляющие сигналы и применяет их к математической модели. Цикл повторяется.

Преимущества такого решения – это существенное сокращение времени на проверку программы. Также при помощи интерфейса математической модели можно наглядно наблюдать за работой системы управления.

Для моделирования были использованы следующие уравнения:

1. Зависимость мощности компрессора от объемного расхода и перепада энтальпий [1];
2. Зависимость перепада давлений в капиллярной трубке от скорости потока хладагента [1];
3. Уравнение баланса теплообменных аппаратов, составленные по одномерной схеме идеального вытеснения [2].

В результате была написана программа на языке MATLAB, симулирующая одноступенчатый холодильный цикл. Были построены графики основных параметров цикла в зависимости от времени, по которым была установлена корректность применяемой модели. После чего была подтверждена возможность изменения входных переменных во время исполнения. Также был разработан и протестирован на контроллере прибор для имитации терморезисторов, управляемый цифровым сигналом с компьютера.

Список литературы

1. Кишкин А. А. и др. Моделирование режимов работы малых холодильных установок // Инженерный журнал: наука и инновации. 2012. №. 5. С. 8-8.
2. Оносовский В. В. Моделирование и оптимизация холодильных установок: учебное пособие. Л.: Издательство Ленинградского университета, 1990. 208 с.

УДК 536.2

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ЗАТРАТ ХОЛОДА ДЛЯ МАЛОИНВАЗИВНОГО КРИОЗОНДА

Н.А. Андреев, студент

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

al-nikoly@yandex.ru

Создание современных криохирургических установок, отвечающих последним требованиям хирургов, проводящих с их помощью малоинвазивные операции по криодеструкции злокачественных опухолей различных органов, является важным направлением исследований в сфере криохирургии. Затронута данная проблема с технической точки зрения и проведен анализ теплообмена между прямым (теплым) и

обратным (холодным) потоками в криозонде. Использовались экспериментальные данные для криозонда IceSeed («Galil Medical») при его работе под нагрузкой, то есть в модельной среде - желатиновом геле, моделирующей биологическую ткань и «без нагрузки» (на воздухе) [1].

Для охлаждения прямого потока хладагента в криозонде широко используется эффект Джоуля-Томсона (температура газа изменяется при адиабатическом дросселировании). Дроссель располагается на выходе из регенеративного теплообменника, используемого для теплообмена между прямым (теплым) и обратным (холодным) потоками хладагента для получения более низких температур криозонда. Процесс теплообмена внутри криозонда еще мало исследован.

В качестве рабочего вещества для охлаждения криозонда используется аргон. Параметры газа после прохождения через дроссель измерены экспериментально [1], температура составляет «под нагрузкой» 216 К, а «без нагрузки» 153 К, давление 0,1 МПа. В конце рабочей зоны криозонда при работе «под нагрузкой» температура составляет 268 К, «без нагрузки» 216 К, давление не изменяется. Расход хладагента через один криозонд был определен в работе [2] и составил 0.0011 кг/с.

При работе криозонда «без нагрузки» обратный поток хладагента нагревается в рабочей зоне от 153 К до 216 К прямым потоком, при этом происходит обмен удельной теплотой между потоками:

$$q_{m1} = i_2 - i_3 = i_4' - i_4 = 28.88 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (1)$$

где q_{m1} - удельная теплота, кДж/кг, i_j - энтальпия в j -ой точке цикла, определяемая по T_j и p_j на T-s диаграмме аргона, кДж/кг.

Тогда теплота, которую отдает прямой поток обратному:

$$Q_{\text{б.н.}} = q_{m1} \times G = 28880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \times 0.0011 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 31.77 \text{Вт} \quad (2)$$

где $Q_{\text{б.н.}}$ - теплота, отдаваемая при работе «без нагрузки», Вт; G - расход хладагента через криозонд, кг/с.

При работе криозонда «под нагрузкой» обратный поток хладагента нагревается в рабочей зоне от 216 К до 268 К прямым потоком:

$$q_{m2} = i_2 - i_3 = i_4' - i_4 = 26.10 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (3)$$

q_{m2} - удельная теплота, кДж/кг.

Теплота, которую отдает прямой поток обратному:

$$Q_{\text{с.н.}} = q_{m2} \times G = 26100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \times 0.0011 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 28.71 \text{Вт} \quad (4)$$

где $Q_{\text{с.н.}}$ - теплота, отдаваемая при работе с нагрузкой, Вт.

Основная идея заключается в том, что при нахождении криозонда в биоткани (работа под нагрузкой), к нему подводится теплота от нее (значительно больше, чем в изоляции или на воздухе). То есть обратный поток хладагента нагревается не только прямым потоком в теплообменнике, но и теплотой от биоткани. Соответственно уменьшается количество теплоты, которым прямой поток обменивается с обратным потоком из-за того, что температура холодного потока повышается. В результате расчета автор определил данную величину:

$$\Delta Q = Q_{\text{б.н.}} - Q_{\text{с.н.}} = 3.06 \text{Вт} \quad (5)$$

В дальнейшем планируется уточнить метод расчета, а также верифицировать его дополнительными экспериментальными данными.

Список литературы

1. Zherdev A. A., Shakurov A. V., Pushkarev A. V., Burkov I. A., Antonov E. A., Vasilev A. O., Belozеров A. G. Measurement of Characteristics of Cryoprobes under Different Operation Modes // Biomedical Engineering, Vol. 50, No 5, January, 2017, pp. 344 - 347 doi:10.1007/s10527-017-9652-4
2. Пушкарев А.В. Теоретическое и экспериментальное исследование теплообмена при многозондовом низкотемпературном воздействии на биоткани: дис. ... канд. техн. наук: 05.04.03.Москва, 2017. 178 с.

УДК 621.592

СРАВНЕНИЕ ЦИКЛОВ ГЕЛИЕВОГО ОЖИЖИТЕЛЯ

С.И. Хуциева, студентка

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

khutsieva.sofia2012@yandex.ru

Н.А. Лавров, д. т. н, профессор, факультет «Энергомашиностроения»

79035596471@yandex.ru

В данной работе рассмотрено три варианта реализации цикла по ожижению гелия. Первый вариант установки – ожижитель, работающий по дроссельному циклу с предварительной ступенью азотного охлаждения и с параллельным подключением двух последовательно установленных турбодетандеров. Второй вариант совершенствуется добавлением дополнительного парожидкостного детандера вместо дроссельной ступени. Третий вариант цикла совершенствуется добавлением компрессора-нагнетателя на выходе паров из сборника жидкого гелия.

Эффективность схем удобно оценивать по таким целевым показателям, как коэффициент ожижения и удельные затраты энергии [1-3]. Удельные затраты энергии складываются из затрат энергии компрессоров и затрат на производство 1 кг жидкого азота, за вычетом работы детандеров. В расчетах принято, что на производство 1 кг жидкого азота затрачивается 1 кВт/(кг/ч). Каждая схема была оптимизирована по доле детандерного потока и давлению после первого турбодетандера.

В результате расчета и оптимизации наибольший коэффициент ожижения, равный 13,529%, получился в цикле с парожидкостным детандером. Он на 24,69 % больше коэффициента ожижения цикла с дроссельной ступенью и на 51,5 % больше цикла с детандером и дожимающим компрессором. Наличие детандера обеспечивает более совершенный, чем дросселирование, близкий к изоэнтропному процесс расширения, за счет этого увеличивается коэффициент ожижения. Минимальные удельные затраты 12,154 кВт/(кг/ч) получились в цикле с компрессором-нагнетателем. Их величина на 27,13 % меньше по сравнению с первым циклом и на 12,5 % меньше по сравнению со вторым циклом, так как сжатие паров гелия, имеющих температуру около 4,5 К и соответственно большую плотность происходит со значительно меньшими затратами энергии. Уменьшение степени сжатия в «теплом» компрессоре приводит к уменьшению затрат энергии на сжатие гелия. В результате общие затраты энергии уменьшаются почти в 1,4 раза.

Также было выполнено сравнение по площади теплообменной поверхности для ожижителя производительностью 100 л/ч. В установках ожижения гелия применяются витые теплообменные аппараты с трубками, оребренными проволокой. Минимальная

площадь теплообменных аппаратов получилась в цикле с парожидкостным детандером вследствие минимальной тепловой нагрузки из-за минимального расхода гелия, в следствии максимального коэффициента ожижения в данном цикле.

Проведя технический анализ установок, можно сделать вывод о том, что для установки производительностью 100 л/ч при условии создания парожидкостного детандера с кпд 60-70% целесообразнее использовать парожидкостной детандер вместо дроссельной ступени, это позволит сократить удельные затраты на 16,7 %, повысить коэффициент ожижения на 24,69 % и уменьшить площадь теплообменников на 23%. Для окончательного выбора необходимо проведение экономического анализа [3].

Список литературы

1. Архаров А.М. и др. Криогенные системы. Т. 2: Основы проектирования аппаратов, установок и систем. М.: Машиностроение, 1999. 720 с.
2. Лавров Н.А., Хуциева С.И. Гелиевые ожижители сравнение расчетных методов для определения оптимальных параметров // Деловой журнал Neftegaz.ru. 2017. №4. С. 46-48.
3. Буткевич И.К. Криогенные установки и системы. М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2008. 144 с.

УДК 621.59

ЭНТРОПИЙНО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ДЛЯ АНАЛИЗА ПОТЕРЬ В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СИСТЕМАХ

В.В. Осипенко, магистрант

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

vladimirovna_vl@mail.ru

Н.А. Лавров, д.т.н., профессор

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

lavrovna@bmstu.ru

Рассматривается холодильная камера, в которой хранящиеся продукты выделяют постоянную теплоту. Холодопроизводительность холодильной машины Q_x затрачивается на компенсацию следующих тепловыделений: теплоту дыхания Q_n пищевых продуктов, или полезную холодопроизводительность; теплоприток через теплоизоляцию холодильной камеры $Q_{тп}$; теплоту, вносимую воздушным вентилятором,двигающим воздух от испарителя к объектам охлаждения Q_b ; теплоту, вносимую при открытии и закрытии дверей холодильной камеры и включении освещения $Q_{дв}$. В результате получается следующее уравнение теплового баланса:

$$Q_x = Q_n + Q_{mn} + Q_{\varepsilon} + Q_{\delta\varepsilon} . \quad (1)$$

Зная все четыре величины, входящие в правую часть уравнения, можно определить требуемую холодопроизводительность холодильной машины:

$$L = \frac{Q_x}{\varepsilon} = \frac{Q_n + Q_{mn} + Q_{\varepsilon} + Q_{\delta\varepsilon}}{\varepsilon} = \frac{Q_n}{\varepsilon} + \frac{Q_{mn} + Q_{\varepsilon} + Q_{\delta\varepsilon}}{\varepsilon} . \quad (2)$$

где ε – холодильный коэффициент используемой установки.

Целесообразно использовать метод энтропийного анализа для анализа потерь. Действительная работа для реализации процесса термостатирования определится по теореме Гюи-Стодолы [1]:

$$L = L_{\min} + T_0 \sum_{i=1}^k \Delta S_i' \quad (3)$$

где $\Delta S_i'$ - производство энтропии в i -ом процессе, k – число рассматриваемых процессов.

Выразим изменение энтропии через величины тепловыделений, используя классическое выражение:

$$dS = \frac{dQ}{T} \quad (4)$$

Производство энтропии в процессе отвода полезной теплоты определяется как разность изменения энтропии в реальном и идеальном процессах, а общее производство энтропии определится как сумма всех производств энтропий в процессах.

Для уменьшения потерь, то есть сокращения производства энтропии, можно осуществить следующие мероприятия: уменьшить коэффициент теплопередачи между воздухом окружающей среды и воздухом в холодильной; уменьшить тепловыделения вентилятора в холодильную камеру; уменьшения теплоты, вносимую при открытии и закрытии дверей холодильной камеры и включении освещения; уменьшение потерь из-за конечного коэффициента теплопередачи между воздухом и кипящим хладагентом; уменьшение потерь вследствие смешения воздушных потоков.

Каждое из приведенных мероприятий требует затрат средств, которые можно оценить. Определяя эти затраты и выигрыш понижения производства энтропии, можно составить целевую функцию стоимости при использовании мероприятий, уменьшающих эти потери [2]. Нахождением минимума затрат при максимальном понижении производства энтропии, можно определить, какое из перечисленных мероприятий принесет наибольший эффект.

Список литературы

1. Архаров А.М. Основы криологии. Энтропийно-статистический анализ низкотемпературных систем. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014 507 с.
2. Лавров Н.А.. Математическое моделирование низкотемпературных систем. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. 64 с.

УДК 621.592

РАСЧЕТ ЦИКЛА ОЖИЖИТЕЛЯ ВОДОРОДА, МОДЕЛИ ОТВОДА ТЕПЛОТЫ ОРТО-ПАРА КОНВЕРСИИ

С.А. Паршин, студент

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

Sergei.A.P@yandex.ru

Е.С. Навасардян, к.т.н., доцент

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

navasard@mail.ru

При понижении температуры происходит самопроизвольный переход ортоводорода в параводород с выделением теплоты конверсии, превышающая теплоту парообразования водорода при его сжижении. Поэтому для предотвращения испарения всего сжиженного водорода производят его принудительную конверсию [1].

При моделировании циклов ожижения в программах типа PRO/II встает вопрос о корректном проектировании процесса орто-пара конверсии из-за отсутствия модулей — конверторов в данных программах. Для этой цели в данной работе был рассчитан один из циклов ожижения водорода при различном воссоздании условий процесса конверсии в цикле.

В результате сравнения различных вариантов реализации процесса орто-пара конверсии в цикле сжижения водорода выбран один наиболее оптимальный вариант. Для всех исполнений цикла в работе были рассчитаны основные показатели, характеризующие

цикл, с помощью которых осуществлялось сравнение вариантов и анализ их состоятельности. Также каждый из вариантов был оптимизирован по коэффициенту ожигения для корректности сравнения. При этом для расчета теплоты конверсии использовались данные из [2].

Список литературы

1. Архаров И.А. Машины и аппараты криогенных систем / И.А. Архаров, А.А. Александров, Е.С. Навасардян. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 124 с.
2. Малков М.П. Справочник по физико-техническим основам криогеники. М.: Энергоатомиздат, 1985. 432 с.

УДК 621.564

ПОИСК НОВЫХ ЭФФЕКТИВНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ С НИЗКИМ ПОТЕНЦИАЛОМ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

В.С. Махмутова, студент

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

v.makhmutova@gmail.com

15 октября 2016 года была принята Кигалийская поправка к Монреальскому протоколу, предусматривающая поэтапное сокращение производства и потребления гидрофторуглеродов (ГФУ). Как известно, ГФУ, широко используемые в настоящее время в оборудовании для кондиционирования воздуха и в холодильной технике, относятся к парниковым газам со значительным потенциалом глобального потепления (ПГП). Хладагенты (ХА) с ГФУ, имеющие высокий ПГП, будут устранены или их использование будет снижено. Следовательно, необходимо найти новые эффективные ХА с низким ПГП.

На основе исследования, проведенного в институте NIST в США [1], для моделирования были предварительно отобраны 15 веществ, которые могут быть использованы как ХА: R-1270, R-290, R-E170, R-41, R-32, R-161, R-152a, R-1234yf, R-1234ze(E), R-143a, R-717, R-125, R-410a, R-404a, R-134a.

В результате сравнения свойств веществ было выявлено фундаментальное соотношение между COP и Q_v : хладагенты с высокой критической температурой, как правило, имеют высокий COP, но низкую Q_v , и наоборот. Это соотношение представлено в виде фронта Парето (для различных ХА и соответствующими COP и Q_v) [1]. Примечательно также, что известные хладагенты размещаются далеко от фронта Парето на диаграмме COP – Q_v , это значит, что ХА с наилучшими показателями, по крайней мере, разрешены термодинамикой [2].

В данной работе моделировалась производительность (COP и Q_v) ХА, «прошедших» процесс отбора в базовом парокомпрессионном цикле и двух вариантах базового цикла (цикл с рекуперацией и цикл с экономайзером). При моделировании предполагалось, что гидравлические потери равны нулю и что сжатие в компрессоре изоэнтропное. В рассмотренных циклах лучшие результаты показали аммиак, R-E170, R-152a (для базового цикла в режиме кондиционирования $COP_{R-717}/COP_{R-410a}=1,13$, $Q_{vR-717}/Q_{vR-410a}=0,79$, $COP_{R-E170}/COP_{R-410a}=1,10$, $Q_{vR-E170}/Q_{vR-410a}=0,42$, $COP_{R-152a}/COP_{R-410a}=1,09$, $Q_{vR-152a}/Q_{vR-410a}=0,43$)

Поиск однокомпонентных жидкостей с низким содержанием ПГП для использования в небольших системах кондиционирования, отопления и охлаждения показывает, что вариантов ХА для этих установок не так много, особенно с Q_v , аналогичной R-410a или R-404a. ХА с высоким COP и низкой токсичностью, легко

воспламеняются. Смеси хладагентов могут использоваться для повышения гибкости при выборе оптимального соотношения между COP, Q_v , воспламеняемостью и ПГП.

Список литературы

1. Domanski P. A. et al. Low-GWP refrigerants for medium and high-pressure applications // International Journal of Refrigeration. 2017. Т. 84. С. 198-209. DOI: 10.1016/j.ijrefrig.2017.08.019.
2. Domanski P. A. et al. A thermodynamic analysis of refrigerants:
3. Performance limits of the vapor compression cycle // International Journal of Refrigeration. 2014. Т. 38. С. 71-79. DOI: 10.1016/j.ijrefrig.2013.09.036.

СЕКЦИЯ «ВАКУУМНАЯ, КОМПРЕССОРНАЯ ТЕХНИКА И ПНЕВМОСИСТЕМЫ»

УДК 001.4:621.643.4:006.354

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ В РЕГУЛИРУЮЩИХ ОРГАНАХ
НА ОСНОВЕ ПОВОРОТНОЙ ЗАСЛОНКИ**

Говоров А.А., студент

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

alex_govr@mail.ru

Первая часть работы отведена на литературный обзор, обзор сфер применения исследуемых устройств. Показаны существующие методики расчета расходных и силовых характеристик устройств на основе поворотной заслонки ([1],[2]).

По сравнению с другими запорно-регулирующими устройствами, такими как шиберные задвижки или шаровые краны, устройства на основе поворотной заслонки обладают рядом преимуществ:

- малые габариты и вес
- возможность сочетания функций дроссельной и запорной арматуры
- возможность применения для больших диаметров трубопроводов
- простота конструкции, небольшое количество деталей
- при работе в загрязненной РС отсутствие тенденции к накоплению грязи
- возможность длительной работы без обслуживания
- простота эксплуатации
- простой монтаж и ремонт

С развитием производственных технологий появляются новые конструкции поворотных заслонок, которые позволяют увеличить срок службы устройств на основе поворотных заслонок, увеличить степень их герметичности, а также уменьшить момент от гидродинамических сил ([3]), действующих на поворотную заслонку. В связи с усложнением конструкции заслонок, возникает необходимость новой методики расчета таких устройств.

Течение в области поворотной заслонки имеет сложный нелинейный характер и сопровождается отрывом потока, пульсациями давления. Поэтому для описания рабочих процессов в полостях рассматриваемых устройств используется модель в распределенных параметрах. Расчеты проводятся с применением методов вычислительной гидрогазодинамики.

Основная часть работы – описание используемой математической модели.

Математическая модель включает в себя:

- описание расчетной области
-

- принимаемые допущения
- исходные зависимости
- граничные условия
- расчетная сетка

Проведена серия расчетов для углов поворота заслонки от 20 до 80 ° с шагом в 10 °. В результате получены графики зависимости коэффициента гидравлического сопротивления и момента, действующего на заслонку, от угла поворота. Для подтверждения работоспособности разработанной мат. модели необходимы экспериментальные данные. В рамках данной работы была разработана принципиальная схема экспериментального стенда, а также создана трехмерная модель основных элементов стенда.

Список литературы

1. Гуревич Д. Расчет и конструирование трубопроводной арматуры. Москва: ЛКИ, 2008.
2. Идельчик И.Е.. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Машиностроение, 1992.
3. Прудников С.Н. Исполнительные устройства систем автоматического регулирования компрессорных и вакуумных машин // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2015.

УДК 621.6

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И МЕТОДА РАСЧЕТА ВИХРЕВОГО РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ

А.Ю. Усс, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
uss25.ru@mail.ru

А.В. Чернышев, д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
av-chernyshev@yandex.ru

Запорно-регулирующие устройства (ЗРУ) во многом определяют надежность и безотказность работы пневмогидравлических систем, в составе которых они функционируют. Прежде всего это объясняется наличием подвижных элементов, движущихся с большими скоростями и соударяющихся с деталями и узлами конструкции. Подвижные элементы ЗРУ подвержены воздействию нелинейных газостатических и газодинамических нагрузок, что в совокупности с действием сил со стороны упругих элементов часто вводит их в режим автоколебаний.

Повысить надежность работы ЗРУ можно за счет создания конструкций без подвижных элементов, принцип работы которых основан исключительно на аэрогидродинамических эффектах с использованием вихревого течения рабочей среды. Вихревые регуляторы давления газа могут функционировать при работе с высокотемпературными и загрязненными газами.

В работе [1,2,3] рассмотрен принцип работы вихревого регулятора давления рабочей среды с сосредоточенной подачей питающего и управляющего потока рабочей среды, а также представлены результаты численного и экспериментального исследования эффекта запирающего питающего потока рабочей среды. Достоинства вихревых регуляторов следующие: простота конструкции (отсутствие подвижных элементов); долговечность; невосприимчивость к радиационному воздействию, а также воздействию электромагнитных полей; возможность работы с высокотемпературными и загрязненными газами; низкая стоимость изготовления; низкая стоимость эксплуатационных затрат.

В ходе литературного обзора выяснилось, что большинство рассмотренных конструктивных схем вихревых регуляторов давления так и не было доведено до широкого практического применения в связи с отсутствием отлаженных алгоритмов расчета их рабочих процессов.

Целью данной работы является: создание высокоэффективной конструкции вихревого регулятора давления газа. Для достижения цели решен ряд задач: разработан метод расчетно-теоретического и экспериментального исследования; разработана математическая модель течения газа; численно исследовано течение газа в проточной полости вихревого регулятора. С применением аддитивных технологий изготовлен экспериментальный образец вихревого регулятора давления газа. Проведен ряд экспериментов по работе вихревого регулятора давления газа. Сопоставление результатов экспериментальных данных с результатами численного расчета, позволило сделать заключение об адекватности составленной математической модели.

Полученные результаты научно технических и экспериментальных исследований показали, что регуляторы давления рабочей среды с сосредоточенной подачей питающего и управляющего потока имеют несколько недостатков: не обладают герметичностью в безрасходном режиме работы, а самое главное требуют внешнего источника повышенного давления рабочей среды для потока управления. С целью устранения выше изложенных недостатков проведены численные исследования и разработана новая конструкция вихревого регулятора с распределенной подачей управляющего потока рабочей среды, а также с регулированием закрутки питающего и управляющего потоков рабочей среды. Первоначальная серия экспериментальных исследований подтвердили работоспособность конструкции.

Список литературы

1. The development of the vortex gas pressure regulator Uss A. Yu; Chernyshev, A., V Proceedings Paper 2016 WOS:000383945400058
2. Development of gas pressure vortex regulator Uss A.Y.; Chernyshyov A. V.; Krylov V.I. AIP Conference Proceedings 2017 Идентификатор публикации в Scopus: 2 - s2.0 - 85028800083.
3. Разработка вихревого регулятора Усс А.Ю., Стародубцев А.А., Чернышев А.В. Сборник докладов «Будущее машиностроения России – 2015».

УДК 621.822.575

ВЕРИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЛАМИНАРНОГО ТЕЧЕНИЯ ГАЗА В ТОНКИХ КОЛЬЦЕВЫХ ЗАЗОРАХ НА ПРИМЕРЕ ВИХРЕЙ ТЕЙЛОРА

В.В. Волков-Музылёв, студент

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

vladimir_muzylev@mail.ru

Ю.А. Борисов, кандидат технических наук, ассистент МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

boricovy@gmail.com

На сегодняшний день всё чаще в промышленности применяются машины динамического действия с подшипниками на газовой смазке. Данные подшипники имеют множество преимуществ по сравнению с подшипниками на жидкой смазке: работоспособность при высоких и низких температурах, низкий уровень шума и вибрации, отсутствие загрязнений, долговечность и надежность, малое трение и тепловыделение, увеличение несущей способности при высоких скоростях вращения ротора и т.д.

Интересным вопросом для изучения является рассмотрение процессов, которые влияют на работоспособность газодинамического подшипника во время его работы. Например, влияние устойчивости течений на создание подъёмной силы подшипника. Одним из таких является течение Куэтта-Тейлора. Это течение описано в большом количестве статей, часть из них посвящена исследованию вихрей Тейлора в несжимаемой жидкости, также в ряде работ представлено описание течения в сжимаемом газе, но нет работ, посвященных исследованию течения газа в газодинамическом подшипнике.

Газодинамические подшипники имеют различные конструктивные схемы, но во всех подъёмная сила создаётся за счёт эффекта клина, который возникает в зазоре между лепестком, установленным в статоре, и вращающимся внутри цилиндре. При превышении значения угловой скорости вращения внутреннего цилиндра выше определённого порога, в образовавшемся зазоре может возникнуть течение Куэтта-Тейлора.

Рассматриваемые течения моделировались с помощью уравнений Навье-Стокса для вязкого газа и уравнения неразрывности [1] с применением программы ANSYS CFX (лицензия МГТУ). Условие возникновения тороидальных вихрей проверялось аналитическим путём при помощи критериальной зависимости числа Тейлора [2], оценки характера течения проводилась с помощью критерия Рейнольдса [3].

При рассмотрении течения газа в зазоре 10 мкм по критериальным зависимостям и численном моделировании в программе ANSYS CFX реализуется ламинарное слоистое течение, при рассмотрении зазора в 40 мкм наблюдаются ламинарное течение с вихрями Тейлора и при оценке с помощью критериев, и при численном моделировании. Проведённое исследование показывает, что результаты аналитического и численного расчёта показывают хорошее совпадение.

Разработана математическая модель течения газа в тонких кольцевых зазорах. Модель проверена на известных решениях. Результаты расчёта с использованием данной математической моделью хорошо согласуются с известными решениями. Данную модель можно применять для исследования ламинарных течений в тонких кольцевых зазорах.

В дальнейшем разработанная математическая модель будет использоваться при проектировании газодинамических подшипников, т.е. будет учитываться клиновидный зазор, а также влияние газа на лепестки подшипника.

Список литературы

1. Бондарев Е.Н., Дубасов В.Т., Рыжов Ю.В. и др. Аэрогидромеханика: учебник для студентов высших технических учебных заведений. М.: Машиностроение, 1993. 608 с: ил.
2. Аржаник А.Р., Михайличенко Ю.П., Сотиириадис Г. Н. Постановка демонстраций ячеек Бенара и вихрей Тейлора. Физическое образование в вузах. Серия Б, Изд. Московского физ. общ. Том. 6, № 4, 2000, с. 60-67.
3. Неустойчивость проскальзывающего потока в криволинейном течении Тейлора-Куэтта / А.А. Авраменко, А.И. Тыринов, В.Е. Домашев // Промышленная теплотехника. 2012. Т. 34, № 2. С. 22-27.

УДК 621.5

РАЗРАБОТКА СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕЧЕНИЯ ГАЗА В ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ ТРУБОПРОВОДЕ

Бенко М.Н., магистрант

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

maximbenko1036@gmail.com

Научный руководитель: Е.В. Свичкарь, к.т.н., доцент

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

svic@bk.ru

Молекулярно-вязкостный вакуумный насос (МВВН) [1] представляет собой машину динамического действия. На смежных поверхностях статора и ротора выполнены винтовые каналы специального профиля, которые обеспечивают перемещение газа со стороны всасывания на сторону нагнетания. Выбор профиля каналов зависит от ряда факторов, среди которых режим течения газа, откачные параметры насоса.

Для определения откачных параметров МВВН в молекулярном режиме течения газа необходимо разработать математическую модель течения газа в проточной части насоса. Адекватность полученных данных может быть проверена с помощью экспериментальных данных. Однако получение экспериментальных данных в широком диапазоне параметров проточных частей проблематично и не всегда целесообразно. В связи с чем, авторами данной работы принято решение с помощью математической модели течения газа в проточной части МВВН определить диапазон геометрических параметров проточной части насоса с целью получения наилучших откачных параметров при минимальных габаритных размерах. Верификация полученных аналитических данных осуществляется по известным данным для проводимости простых геометрических структур, которыми являются прямоугольные, цилиндрические или другие типы прямых каналов или трубопроводов. Таким образом, на первом этапе разработки полученные данные сопоставляются с данными для трубопровода с сечением в виде трапеции. В дальнейшем математическая модель усложняется добавлением каналов как на роторе, так и на статоре с возможностью учета структуры пересекающихся каналов. Данный подход позволяет получить откачные характеристики МВВН с разными геометрическими структурами и дальнейшее создание экспериментальных моделей насосов с наилучшими параметрами.

Проводимость трубопровода вычисляется по формуле Клаузинга [2]:

$$U = \frac{1}{4} k F_{\text{вх}} v_{\text{ср.ар.}} \quad (1)$$

где $k = \frac{N_{\text{прош}}}{N_{\text{всех}}}$ – вероятность прохождения трубопровода молекулой (коэффициент Клаузинга), равный отношению молекул, прошедших через трубопровод ко всему числу молекул;

$F_{\text{вх}}$ – площадь входного сечения трубопровода;

$v_{\text{ср.ар.}} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$ – средняя арифметическая скорость газа.

Коэффициент k определяется статистическим методом Монте-Карло (методом пробной частицы). При этом определяются координаты входа молекулы газа в канал, траектория полёта и координаты соударения со стенкой канала. Молекула, отражаясь по диффузному закону, продолжает движение до следующей стенки, определяются координаты текущего соударения, и так до тех пор, пока молекула не покинет канал. Течение газа принимается молекулярным ($Kn > 0,33$).

Список литературы

1. Свичкарь Е.В. Разработка математической модели процесса откачки газа и метода расчета откачных параметров молекулярного вакуумного насоса в молекулярно-вязкостном режиме течения газа: дис. ... канд. техн. наук. М.: МГТУ, 2016. 169 с.
2. Демихов К.Е., Панфилов Ю.В., Никулин Н.К. и др. Вакуумная техника: справочник / под общ. ред. К.Е. Демихова, Ю.В. Панфилова. М.: Машиностроение, 2009. 590с.
3. Пипко А.И., Плисковский В.Я., Пенчко Е.А. Конструирование и расчет вакуумных систем. 3-е изд., перераб и доп. М.: Энергия, 1979. 504с.

УДК 599.722

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЛЕКУЛЯРНО-ВЯЗКОСТНОГО ВАКУУМНОГО НАСОСА

В.С. Ключаров, магистрант

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

klyucharov@gmail.com

Е.В. Свичкарь, к.т.н. доцент

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

svic@bk.ru

Одним из важных параметров вакуумных насосов является его энергетическая характеристика, определяющая изменение мощности двигателя вакуумного насоса в зависимости от времени выхода на режим, геометрических и скоростных параметров насоса. Изменение указанных параметров при проектировании вакуумного насоса позволяет понизить мощность электродвигателя и энергозатраты всей вакуумной системы, что позволит не только уменьшить стоимость системы, но и работать в условиях ограниченного энергопотребления, например в космических аппаратах.

Течение газа в проточной части МВВН определяется взаимодействием газа с поверхностью. К параметрам, влияющим на откачную характеристику можно отнести: геометрию канала; окружную скорость периферии канала ротора; зазор между ротором и статором; число каналов; угол наклона образующей канала к образующей цилиндра; шероховатость поверхности; температуру газа и др.

Расчет энергетических затрат можно проводить по аналогии с турбомолекулярными насосами [2]. Так как проточная часть насоса работает в газовой среде (особенно при пуске насоса), необходимо увеличить его расчетную мощность на 10 - 15% для увеличения момента трогания и сокращения времени выхода ротора на рабочее число оборотов. В результате расчетная механическая мощность молекулярно-вязкостного вакуумного насоса определяется зависимостью

$$N = 1,1 \left(N_{сж} + N_{г.тр} + N_n + N_{ин} + N_{в.о.} \right),$$

где $N_{сж}$ – мощность, затрачиваемая на сжатие газа в проточной части насоса;

$N_{г.тр}$ - мощность, затрачиваемая на газодинамическое трение;

N_n – мощность, затрачиваемая на преодоление трения в подшипниковом узле;

$N_{ин}$ – мощность, затрачиваемая на преодоление сил инерции;

$N_{в.о.}$ – мощность, необходимая для питания вспомогательного оборудования.

Основным направлением работы по снижению энергетических затрат привода МВВН является определение зависимости изменения мощности, требуемой для сжатия газа в молекулярно-вязкостном и вязкостном режимах течения газа, за счет: перераспределения нагрузки в ступенях многоступенчатых МВВН; изменения длин проточных частей; изменения скоростей вращения роторов насоса.

Список литературы

1. Свичкарь Е.В., Никулин Н.К., Демихов К.Е. Перспективы развития комбинированных турбомолекулярных вакуумных насосов // Инженерный журнал: наука и инновации. Электронное научно-техническое издание. 2013. №5(17). С. 1 – 15.
2. Демихов К.Е., Никулин Н.К. Влияние состава проточной части комбинированного ТМН на его откачные характеристики // «Вакуумная техника, материалы и технология». Материалы V Международной научно-технической конференции. Под редакцией доктора технических наук, профессора С.Б. Нестерова. М.: НОВЕЛЛА. 2010. С. 63 – 68.
3. Антипов И.А., Никулин Н.К. Исследование энергетических характеристик многоступенчатого молекулярно-вязкостного вакуумного насоса // Сборник трудов I Всероссийской студенческой научно–практической конференции «Вакуумная, компрессорная техника и пневмоагрегаты». М.: МГТУ. 2008. С. 182 – 186

УДК 544.723.2

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ОСУШЕНИЯ СЖАТОГО ВОЗДУХА С ХОЛОДНОЙ И ГОРЯЧЕЙ РЕГЕНЕРАЦИЕЙ АДСОРБЕНТА

Барыкина Е.С., магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
eva_bar.95@mail.ru

Иншакова А.С., магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
Inshakova.anna@list.ru

Козлов В.В., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
Vladimir.kozlov@enecon.ru

Процесс адсорбции представляет собой уплотнение адсорбтива на поверхности адсорбента, обусловленное физическими силами притяжения (силами Ван-дер-Ваальса). Это экзотермический процесс, т.е. он протекает с выделением энергии. Адсорбент – вещество, обладающее поглощательной способностью. Адсорбтив – поглощаемое вещество, находящееся в газовой или жидкой форме (в неадсорбированном состоянии). Уже адсорбированное вещество называется адсорбатом. [1]

Для исследования термодинамических процессов связанных с влажным воздухом используют i-d диаграмму. Она построена в косоугольной системе координат. По оси ординат расположены значения удельной энтальпии. По оси абсцисс под углом 135° к оси i откладывается влагосодержание d. Так же на диаграмме представлены линии постоянной энтальпии и относительной влажности. [2]. Использование i-d диаграммы сжатого воздуха для рабочих давлений системы осушитель – компрессор позволяет провести анализ энергозатрат на осушение сжатого воздуха по технологиям холодной и горячей регенерации.

Современные требования к степени осушения сжатого воздуха классифицируется международным стандартом ISO 8573-1 по уровню температуры точки росы сжатого воздуха (pdp) наиболее жесткие требования 3, 2 и 1 классов соответствуют точкам росы - 20 С°, -40 С° и -70 С°. Такие требования могут быть обеспечены только адсорбционным осушением, т.к конденсация уже невозможна, а вымораживание вызывает дополнительные технические проблемы. Таким образом, создание и совершенствование адсорбционных осушителей сжатого воздуха является актуальной задачей. Для РФ актуальность задачи возрастает в большей степени, так как сами климатические условия

обуславливают необходимость осушения сжатого воздуха до низких температур точки росы. [3]

Список литературы

1. Борзенко И.Е., Зайцев А.В. Автоматизированное проектирование блока адсорбции: учеб.-метод. пособие. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. 57 с.
2. Тарабонов М.Г. Кондиционирование воздуха. Ч. 1. М.: АВОК-ПРЕСС, 2015. 212 с. 1000 экз.
3. Калугина О.Г. Совершенствование конденсационно-адсорбционных установок подготовки воздуха для кабельных линий связи: автореф. дисс. ... к.т.н. М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, -2016 г.

УДК 621.542

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА ПРЕЦИЗИОННОГО ПРОГРАММИРУЕМОГО ТЕРМОСТАТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

П.Ю. Калачев, магистрант

Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

pavelkalacev2@gmail.com

Научный руководитель: О.В. Белова, к.т.н., доцент

Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

ovbelova@yandex.ru

Технические требования к повышению тепловых характеристик теплообменных аппаратов, приводящие к экономии энергии, материала и снижению стоимости, и как итог уменьшение воздействия на экологию, привело к разработке и использованию различных методов повышения теплообмена.

Развитые или ребристые поверхности – один из наиболее широко применяемых и исследованных методов повышения уровня теплообмена на поверхностях. Они используются в кожухотрубных и пластинчато–ребристых теплообменных аппаратах, системах охлаждения электронных устройств, аппаратах воздушного охлаждения и в других теплообменных устройствах. Одним из таких электронных устройств является амплификатор [1]. Амплификатор - это устройство нагрева и охлаждения, для проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР). ПЦР – метод молекулярной биологии, позволяющий создать копии определенного фрагмента ДНК из исходного образца, повысив его содержание в пробе на несколько порядков. В последнее время возникла необходимость создания малогабаритных высокоскоростных анализаторов нуклеиновых кислот, предназначенных для проведения количественной полимеразной цепной реакции в полевых условиях. Данные устройства должны отличаться простотой конструкции, низким энергопотреблением, малыми габаритными размерами и массой [2].

Амплификатор состоит из следующих основных элементов: реакционная смесь, располагающаяся в стандартной микропробирке – объект теплового воздействия; держатель – рабочее тело; электрический нагреватель – источник подвода теплоты [3]. Держатель имеет сложную для традиционного изготовления форму. Предлагается изготовить его с применением аддитивных технологий (АТ), при этом электрический нагреватель возможно изготовить с помощью напыления электропроводящего слоя на держателе, тем самым уменьшая массу держателя. При том охлаждение держателя осуществляется при помощи вентилятора, который подает воздух из окружающей среды.

В данной работе проведены исследования процесса охлаждения держателя (от 363К до 313К) для различных материалов. Расчеты выполнены в пакете Star CCM+

(Siemens AG). Были получены результаты распределения поля температур по держателю для алюминия, меди, оксида алюминия и винипласта, а также построены графики изменения температуры. По результатам исследования самым быстрым охлаждающим материалом оказался винипласт, время охлаждения составило 23,71с.

Список литературы

1. Попов И.А. Гидродинамика и теплообмен внешних и внутренних свободноконвективных вертикальных течений с интенсификацией. Интенсификация теплообмена: монография / под общ. ред. Ю.Ф. Гортышова. Казань: Центр инновационных технологий, 2007. 326 с.
2. Основы полимеразной цепной реакции (ПЦР): метод. пособие. М.: ДНК-технология.
3. Крутиков А.А. Разработка метода расчёта и исследования прецизионных устройств нагрева и охлаждения: дисс. к.т.н. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 124 с.

УДК 621.542

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И РАСЧЕТ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАНИПУЛЯТОРА

Е.Р. Мерецкая, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
elenameretskaya29@gmail.com

А.В. Чернышев, д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
av-chernyshev@yandex.ru

Эластомерные роботизированные системы, обладающие рядом преимуществ перед жесткими манипуляторами [1], стали жизнеспособными в связи с достижениями в области материалов, технологий изготовления и инструментов моделирования.

Принцип действия такой конструкции заключается в том, что при поступлении в герметичную полость внутренней камеры рабочего тела, оболочка изгибается и принимает форму, заданную при проектировании.

Пневматические манипуляторы обладают рядом преимуществ, по сравнению с жесткими конструкциями, но так же имеются недостатки: небольшой диапазон рабочих температур, требуется идентификация силы при взаимодействии с объектом манипулирования, требуется программное обеспечение и отлаженные алгоритмы обработки данных при манипулировании, сложность подбора эластомера при изготовлении манипулятора, отсутствие методик расчета.

В настоящее время проектирование эластомерных пневматических манипуляторов очень актуально. Области возможного применения: медицинская техника, средства реабилитации для людей с ограниченными возможностями, робототехника, авиационная отрасль, космическая отрасль.

Была разработана математическая модель [2] пневмомеханического исполнительного устройства технологического манипулятора, приняты основные допущения: длина нерастяжимого слоя не меняется при деформировании; верхняя стенка остается плоской, толщина и расстояние остаются неизменными; деформация стенок будет иметь форму сферы с радиусом r . Выполнен численный расчет в программном пакете ABAQUS/CAE SIMULIA (Student version) [3]. Диапазон расчетного избыточного давления 65 - 100 кПа.

Разработаны конструкции для двух областей применения. Космический пневмомеханический манипулятор, состоящий из четырех актуаторов и подставки, с автономным источником сжатого воздуха. Манипулятор имеет необходимую жесткость и

может манипулировать хрупкими предметами любых размеров. Разработана конструкция устройства для снижения мышечного тонуса кистей рук. Тренажер состоит из пяти актуаторов, фиксирующей перчатки, блока клапанов, источника сжатого воздуха, аккумулятора и системы управления с программным обеспечением. Данное устройство обладает необходимыми достоинствами и исключает недостатки существующих реабилитационных средств.

Список литературы

1. A.M. Dollar, R.D. Howe. A robust compliant grasper via shape deposition manufacturing // *Mechatronics, IEEE/ASME Transactions on*. 2006. Vol. 11, no. 2. Pp. 154-161,
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: учеб. пособие: для вузов. В 10 т. Т. VII. Теория упругости. 5-е изд., стереот. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. 264 с.
3. Извеков, О. Я., Корнев, Д. В. Применение SIMULIA/Abaqus при изучении курса механики твердого деформируемого тела: реологические модели: учеб. пособие. М.: МФТИ, 2014. 146 с.

УДК 621.542

ВЛИЯНИЕ УГЛА НАКЛОНА ВИНТОВОЙ ЛИНИИ РОТОРОВ НА ПАРАМЕТРЫ ВИНТОВОГО КОМПРЕССОРА

И.С. Пегишев, магистрант

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

pegisheff@yandex.ru

А.В. Братусь, ассистент

МГТУ им. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

a.bratus@list.ru

Рекомендованные значения угла β_n лежат в пределах от 30° до 60° , при этом изготовить винт с углом β_n от 60° и выше при помощи фрезерования невозможно из-за подрезания зуба [1-2], однако такой винт можно изготовить при помощи аддитивных технологий. Для анализа и поиска влияния угла β_n на характеристики винтового маслозаполненного компрессора был выполнен ряд расчётов - был рассчитан винтовой компрессор с винтами типоразмерного ряда с профилем СКБК со стандартным углом винтовой линии β_n (согласно существующих методик и рекомендаций) [2]. Далее был рассчитан ряд компрессоров с тем же профилем винтов, но с нестандартным углом наклона винтовой линии β_n 60° , 65° , 70° , 80° , 85° при постоянных углах закрутки винтов τ_3 .

Результаты расчёта показали, что углы всасывания и нагнетания постоянны при одном угле закрутки, но размер окон всасывания и нагнетания увеличивается в результате увеличения диаметра винтов, что приводит к уменьшению скорости газа в окнах, что свою очередь ведёт к уменьшению газодинамических потерь в окнах всасывания и нагнетания.

Расчёты показали, что осевая сила, действующая на винты, увеличивается, это влияет на ресурс работы подшипников, что, в свою очередь сказывается на затратах при обслуживании винтового компрессора.

Также был проведён расчёт зависимости параметров компрессора при переменных угле закрутки и относительной длиной винтов, но постоянном диаметре.

Чем больше относительная длина K_1 , тем быстрее увеличивается угол закрутки при повышении угла наклона, следовательно, делать нестандартные углы закрутки имеет смысл при небольшой относительной длине.

Углы всасывания и нагнетания увеличиваются, следовательно, увеличиваются площади окна нагнетания и всасывания.

Степень сжатия увеличивается. Так как процесс сжатия в ВКМ складывается из двух частей: внутреннего сжатия и внешнего сжатия, следовательно, мощность уменьшается.

Был проведен прочностной расчет винтов с различными углами наклона винтовой линии β_n для марки стали 45 в программном пакете ANSYS. Уменьшение относительной длины винта приводит к уменьшению толщины зуба в продольном сечении винта. Расчет показал, что опасной зоной является кромка зуба винта. Также с уменьшением длины ротора и увеличением его диаметра происходит увеличение его жесткости и прочности.

Имеет смысл делать нестандартный угол наклона винтовой линии при малых относительных длинах винта, для достижения оптимальных углов закрутки винта 300° и более [3], но согласно прочностным расчетам не более $70^\circ - 75^\circ$.

Список литературы

1. Stosic N., Smith I., Kovacevic A. Screw Compressors Mathematical Modelling and Performance Calculation. Publisher: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005. 138 с.
2. Сакун И. А. Винтовые компрессоры. М.: Машиностроение, 1970. 400 с.
3. Сакун И. А., Диметов Ю.И. Выбор оптимальных значений углов закрутки винтов винтового компрессора // Энергомашиностроение. 1967. № 2. С 33-35.

УДК: 621.6:004.925.8:621.762

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ПЛАВНОГО СНИЖЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ПРИТОКА СРЕДЫ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

Колесов К. А., магистрант

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

kolesovkka@mail.ru

Научный руководитель: Белова О. В. к.т.н., доцент

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

ovbelova@yandex.ru

В состав оборудования нефтепроводов входят различные насосные станции, включающие насосы и компрессоры, задвижки, устройства, способствующие нормальной работе скважины. Нормальная эксплуатация трубопровода невозможна без запорно-регулирующей арматуры — неотъемлемой части любого трубопровода. Расходы на арматуру составляют около 10 – 12 % капитальных вложений и эксплуатационных затрат. Трубопроводная арматура представляет собой устройства, предназначенные для управления потоками сред, транспортируемых по трубопроводам.

Анализ и эффективность применения горизонтальных скважин (ГС) подтверждается объемами нефтедобычи, извлекаемые с помощью горизонтальных скважин в Западной Сибири и в других регионах России, что примерно в общей сумме составляет 12 млрд. тонн. Применение горизонтальных технологий во много раз увеличивает эффективность разработки запасов, однако при разработке нефтяных месторождений горизонтальными скважинами из-за большой протяженности скважины возникают такие проблемы как: риск раннего прорыва газа из газовой шапки и подошвенной воды; ограничение по депрессии; при парогравитационном методе возможность прорыва в нагнетательную скважину. Использование устройств контроля притока позволяют решить данные проблемы.

В статье рассматриваются устройства контроля притока [1]. Был проведен анализ устройств контроля притока. Выявлены преимущества и недостатки современных конструкций. По итогам обзора было предложено исследование устройств гибридного типа. Была составлена математическая модель течения рабочей среды по каналам

устройства [2]. Были проведены численные исследования, в результате которых были получены поля распределения давлений и скоростей по каналам устройства, а также график зависимости изменения перепада давления по длине ограничивающего поток участка. Была спроектирована новая геометрия течения потока рабочей жидкости по каналам устройства ограничения притока. Для получения данной конструкции было предложено использование аддитивных технологий [3]. Был рассмотрен опыт изготовления изделий с применением аддитивных технологий, а также тенденция развития аддитивных технологий. В результате исследования новой геометрии течения потока рабочей жидкости по каналам устройства ограничения притока были получены поля распределения давлений и скоростей по каналам устройства, а также построен график зависимости перепада давления по длине устройства контроля притока. В результате работы были сделаны выводы о том, что для решения проблем, связанных с добычей нефти горизонтальными скважинами необходимо применять устройства контроля притока гибридного типа со сложной геометрией, которую возможно изготовить с помощью аддитивных технологий.

Список литературы

1. Казымов Ш.П., Фариз А. Опыт и перспективы применения скважинных фильтров с устройствами регулирования притока / Socar Proceedings, Vol.2. 2015. P. 32-40. DOI: 10.5510/OGP20150200240.
2. Белова О.В., Волков В.Ю., Зорина И.Г., Скибин А.П. Определение гидродинамических характеристик дроссельного устройства с помощью вычислительной гидродинамики. Инженерный журнал «Наука и инновации». 2012. № 7. С. 1-11.
3. Зеленко М.А., Нагайцев М.В., Довбыш В.М. Аддитивные технологии в машиностроении: пособие для инженеров. М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. 209 с.

УДК 62.932-2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ В БЕЗЛОПАТОЧНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ЖИДКОСТНОГО КОЛЬЦА ЖИДКОСТНО-КОЛЬЦЕВЫХ МАШИН

Т.А. Цораев, студент

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

tta-4@mail.ru

Научный руководитель: И.В. Автономова, к.т.н., доцент

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

Жидкостно-кольцевые машины (ЖКМ) нашли применение во многих отраслях промышленности благодаря тому, что отличаются простотой конструкции и надёжностью в эксплуатации. Практически изотермическое сжатие газа в этих машинах позволяет откачивать легко разлагающиеся и взрывоопасные смеси газов. Данные машины допускают попадание частиц грязи, пыли и жидкостей в рабочие полости. Это позволяет применять двухступенчатые жидкостно-кольцевые компрессоры в нефтяной промышленности для повышения нефтеотдачи закачкой в пласт попутного нефтяного газа (ПНГ) и иных рабочих жидкостей (ПНГ+вода, растворы кислот).

Мощность, затрачиваемая на вращение жидкостного кольца, является мощностью потерь и её сокращение одна из основных задач при проектировании ЖКМ. Чтобы решить эту задачу, надо знать форму внутренней поверхности жидкостного кольца (ФВПЖК). В исходном расчёте ФВПЖК зададим цилиндрической [1]. Жидкостное кольцо в расчёте разобьём на две части: часть, которая движется в колесе, и часть, которая движется в безлопаточном пространстве. Движение жидкости в безлопаточном пространстве

представим в виде струйного движения, подчиняющегося уравнению Бернулли. При этих условиях определим абсолютные скорости жидкости на выходе с лопаток колеса в безлопаточное пространство и окружные и радиальные скорости движения жидкости в безлопаточном пространстве. Радиальная скорость создаёт вихри при выходе с лопаток колеса, и их энергия превращается в тепло. С окружными скоростями движутся струйки в безлопаточном пространстве. Потери при движении струек складываются из местных потерь, которые определяем по уравнению Абрамочива Г.Н. [2], и потерь на трение, которые определяем по уравнению Альтшуля А.Д. [3]. Затем определяем средние скорости движения жидкости в каждом радиальном сечении безлопаточного пространства и расход жидкости в нём. Из общего расхода жидкости, который равен расходу жидкости в сечении, где колесо ближе всего подходит к корпусу, вычитаем расход в безлопаточном пространстве и получаем расход жидкости в сечениях лопаточного пространства. Зная этот расход, определяем радиус ФВПЖК в первом приближении. Приближения повторяем до тех пор пока ошибка не станет меньше $\pm 5\%$.

Список литературы

1. Механические вакуумные насосы / Е.С. Фролов, И.В. Автономова, В.И. Васильев, Н.К. Никулин, П.И. Пластинин. М.: Машиностроение, 1989. 288 с.: ил.
2. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / под ред. М.О. Штейнберга. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1992. 672 с.: ил.
3. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика. М.: Машиностроение, 1971. С. 672.

УДК 599.722

РЕАЛИЗАЦИЯ И СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА СОБСТВЕННЫХ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ В ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРАХ

Т.С. Дегтярева, к.т.н. доцент

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

tatserd@yandex.ru

Г.С. Сурков, магистрант

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

surkov_gleb@bk.ru

Необходимость расчета крутильных колебаний обусловлена экспериментальными исследованиями [1], которые показывают, что на коленчатых валах, в условиях работы поршневого компрессорного оборудования, крутильные колебания более опасны, чем изгибные. Алгоритм расчета крутильных колебаний [2] включает в себя, в первую очередь, определение собственных частот крутильных колебаний приведенной много-массовой системы водопровода поршневой компрессорной установки*, а также нахождение векторов амплитуд, соответствующих каждой рассчитанной собственной частоте колебаний. Для того, чтобы произвести такого рода расчет и получить значения требуемых величин, известны несколько способов: метод остатка; метод цепных дробей (метод В.П. Терских); матричный метод (метод QR-декомпозиции).

Метод остатка основан на том, что при свободных крутильных колебаниях много-массовой системы валопровода сумма моментов сил упругости отдельных участков вала и моментов сил инерции всех колеблющихся масс должна равняться нулю.

Задаваясь приближенно частотой собственных крутильных колебаний ω_c , определяется величина $\sum M_{уп} + \sum M_{ин}$ при колебаниях много-массовой системы валопровода компрессора с заданной частотой. Если справедливо, что остаточный момент не равен нулю, то задаются следующим приближенным значением частоты ω_c , находят остаточный момент с заданным значением и вновь проверяют условие.

Суть метода цепных дробей состоит в решении системы алгебраических уравнений в виде цепной дроби с помощью подстановок пробных значений собственной частоты крутильных колебаний, причем получаемая величина эквивалентной динамической жесткости, при совпадении произвольно выбранной частоты с действительной собственной частотой крутильных колебаний рассматриваемой системы, будет равняться нулю, то есть

Из данных, полученных в ходе расчета собственных крутильных колебаний рассматриваемой много-массовой системы компрессорной установки, следует, что наиболее точным методом расчета является матричный метод, однако самым быстрым и наименее ресурсоемким является метод остатка. Применение метода цепных дробей для системы, состоящей более, чем из 12-ми масс нежелательно, т.к. решение со множественными вложениями в знаменателях расчетной дроби для реализации данного метода является существенно ресурсоемкой операцией, а сам расчет может занимать более длительное время. Это делает метод цепных дробей применимым для систем с ограниченным количеством эквивалентных масс.

Список литературы

1. R.G. Desavale, A.M. Patil Theoretical and Experimental Analysis of Torsional and Bending Effect on Four Cylinders Engine Crankshafts // International Journal of Engineering Research. – Bhopal, India: Innovative Research Publications, 2013. P. 379-386.
2. Rajiv Tiwari Rotor Systems: Analysis and Identification. Florida: CRC Press, 2017. 1069 p.

СЕКЦИЯ «ТЕПЛОФИЗИКА»

УДК 536.21

ДИФФУЗИЯ ФОНОНОВ

В. Цяо, аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
venpei.tsyao@yandex.ru

А.А. Баринов, аспирант МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет Э
barinovE6@bmstu.ru

При анализе процессов распространения тепла в полупроводниковых устройствах основополагающей является модель фононного газа. При этом непосредственно сам процесс диффузии фононов не рассматривается в деталях, а используются усредненные показатели данного процесса (средние длины свободного пробега, средняя энергия фононного газа и пр.).

Интерес авторов к диффузии фононов обусловлен, во-первых, необходимостью поиска современных методов расчета переноса тепла в наноструктурах, когда классический закон теплопроводности Фурье не применим. Другими словами, анализ диффузии носит фундаментальный и прикладной характер при изучении переноса тепла в наноструктурах.

Во-вторых, необходимость данного исследования связана с тем, что на данный момент отсутствуют обоснованные формулы расчёта времён между последовательными взаимодействиями фононов с границами наноструктур в условиях, когда необходимо учитывать взаимодействия фононов друг с другом и другие возможные процессы.

Данная работа посвящена изучению диффузии фононов в чистом кремнии. В работах [1,2] показано, что данная диффузия отличается от броуновской диффузии для классических газов. Это обстоятельство связано с тем, что, во-первых, в классических газах имеют место парные взаимодействия, а в фононном газе – тройные взаимодействия.

Во-вторых, трехфононные процессы могут быть двух видов: распад либо слияние; в результате появляются квазичастицы, энергия которых отличается от энергии исходных частиц. В-третьих, в зависимости от выполнения закона сохранения импульса процессы подразделяются на нормальные (N - процессы) и с перебросом (U - процессы). При этом относительный вклад каждого из этих процессов в перенос тепла сильно зависит от температуры фононного газа, поэтому диффузионные процессы должны зависеть от температуры. В-четвёртых, длина свободного пробега фононов существенно зависят от их частоты (энергии).

Для моделирования процессов диффузии написан специальный программный код, в основе которого положены, во-первых, метод Монте-Карло; во-вторых, законы сохранения импульса и энергии для различных процессов взаимодействия фононов. В-третьих, зависимость скоростей и времен между последовательными трехфононными взаимодействиями от частоты (энергии) и температуры. Схема пошагового процесса счета выглядит следующим образом:

1. инициализация начального состояния фона – задание случайным образом исходных параметров: энергии, импульса, поляризации;
2. с помощью датчика случайных чисел определяется время и тип следующего взаимодействия;
3. используются законы сохранения импульса и энергии для расчета параметров образовавшегося (-ихся) фона (-ов);
4. последовательность шагов 2-3 повторяется снова до тех пор, пока не наберется требуемое количество взаимодействий.

На основе разработанного алгоритма проведено моделирование диффузии фононов. Результаты расчетов показали, что характер диффузии фононов качественно отличается от классической броуновской диффузии. В первую очередь это связано с зависимостью времён между взаимодействиями от частоты (энергии), которая отсутствует в случае броуновской диффузии.

Представленный метод может быть использован в дальнейшем при решении конкретных задач, связанных с переносом тепла в перспективных полупроводниковых материалах и устройствах.

Список литературы

1. Vermeersch B., Carrete J., Mingo N., etc // Phys. Rev. B. 2015. Vol.91, 085202
2. Vermeersch B., Mohammed A., etc // Phys. Rev. B. 2015. Vol.91, 085203.

УДК 536.21

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФОНОНОВ В ПЛЕНКАХ КРЕМНИЯ И ГЕРМАНИЯ

Б. Лю, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, ФМОП

liubin888andy@gmail.com

К. Чжан, магистрант

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

zhangke330225@gmail.com

А.А. Баринов, аспирант

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

barinovE6@bmstu.ru

Теплопроводность твердого тела может быть определена из решения кинетического уравнения Больцмана для фононного газа [1]

$$\kappa = \frac{1}{3} \sum_j \int_0^{\omega_{\max,j}} C_{ph} \cdot D_j \cdot v_{g,j}^2 \cdot \tau_j d\omega, \quad (1)$$

где j - поляризация; $C_{ph} = \hbar \omega df_0/dT$ - фононная теплоемкость; D_j - функция плотности состояний; $v_{g,j} = d\omega/dk$ - групповая скорость фонона; $\omega = f_j(k)$ - дисперсионные соотношения; τ_j - время релаксации фононного газа.

Из выражения (1) видно, что теплопроводность для каждой поляризации j зависит от времен между последовательными взаимодействиями фононов внутри кристаллической решетки: $\tau_j^{-1}(\omega, T, h) = \tau_{ph-ph,j}^{-1}(\omega, T) + \tau_{imp,j}^{-1}(\omega) + \tau_{B,j}^{-1}(h)$, где τ_{ph-ph} - времена фонон-фононных взаимодействий; τ_{imp} - время рассеяния фононов на изотопах; τ_B - время между взаимодействиями фононов с границами образца.

Получается, что время между взаимодействиями фононов τ^{-1} зависит от поляризации j , частоты волны ω , температуры T и толщины пленки h . При этом разные процессы взаимодействия вносят свой вклад в значение τ^{-1} .

Для анализа процессов переноса тепла в рассматриваемых структурах появляется необходимость определения вклада каждого процесса взаимодействия на величину τ^{-1} , а следовательно и на теплопроводность κ (1), при заданной температуре и толщине образца.

Поскольку теплопроводность κ (1) является интегралом по частоте от 0 до $\omega_{\max,j}$, нам необходимо ввести коэффициент пропорциональности, учитывающий вклад каждого диапазона частот от ω до $\omega + d\omega$ для каждой температуры T и толщины h . Таким образом получаем величину вклада каждого процесса взаимодействия в полное время между последовательными взаимодействиями:

$$\left\langle \frac{\tau_{type,j}^{-1}}{\tau_j^{-1}} \right\rangle (h, T) = \int_0^{\omega_{\max,j}} \frac{\tau_{type,j}^{-1}(\omega, T, h)}{\tau_j^{-1}(\omega, T, h)} f(\omega, T, h, j) d\omega \Bigg/ \int_0^{\omega_{\max,j}} f(\omega, T, h, j),$$

$$\text{где } f(\omega, T, h, j) = C_{ph}(\omega, T) \cdot D_j(\omega, T) \cdot v_{g,j}^2(\omega) \cdot \tau_j^{-1}(\omega, T, h);$$

$type = \{ph - ph, imp, B\}$ - тип взаимодействия.

Проведен сравнительный анализ вкладов различных процессов взаимодействия [1] в теплопроводность нанопленок кремния и германия в диапазоне температур от 10 до 1000К и толщин от 10 нм до 10 мм.

Установлено, во-первых, что трехфононные взаимодействия преобладают при комнатной температуре и выше, а с уменьшением толщины пленки влияние ослабевает, и в области наномасштабов фонон-фононные взаимодействия дают менее 5-10% вклада в теплопроводность.

Во-вторых, процессы рассеяния на примесях (рассматривались кремний и германий природного состава) играют значительную роль только в диапазоне температур от 50 до 100К, при этом с уменьшением толщины от макро- до наноразмерного образца этот вклад уменьшается от 20 до 5%.

В-третьих, процессы взаимодействия с границей образца не оказывают влияния на теплопроводность при температурах выше комнатной и толщинах более 10 мкм. При понижении температуры и уменьшении толщины влияние размерного эффекта на теплопроводность растет и становится определяющим: для макрообразцов (h : мм) от

60% при T ниже 20K, для мезо-масштаба (h : мкм) – при T : 100K и ниже, для h : нм от 40 % при T : 1000K и выше.

Список литературы

1. Обновленная модель расчета теплопроводности тонких пленок кремния и германия / А. А. Баринов, Б. Лю, В. И. Хвесюк, К. Чжан // МНЖ Ядерная физика и инжиниринг. Спец. вып. 2018. С. 18.

УДК 536.21

ОБНОВЛЕННАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПЛЕНОК КРЕМНИЯ И ГЕРМАНИЯ В ПРОДОЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ

К. Чжан, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
zhangke330225@gmail.com

Б. Лю, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
liubin888andy@gmail.com

А.А. Баринов, аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
barinovE6@bmstu.ru

В работе рассматриваются пленки кремния и германия в диапазоне толщин от 10 нм до 100 мкм. Переносчиком тепла в полупроводниках являются фононы – кванты упругих волн кристаллической решетки. В основе расчета теплопроводности лежит решение транспортного уравнения Больцмана в приближении времени релаксации [1]

$$\kappa = \frac{1}{3} \sum_j \int_0^{\omega_{\max,j}} \hbar \omega \frac{df_0}{dT} \cdot D_j \cdot v_{g,j}^2 \cdot \tau_j d\omega, \quad (1)$$

где j - поляризация (продольная LA и поперечная TA); ω – частота (энергия) фонона; f_0 – функция распределения Бозе-Эйнштейна; D_j – функция плотности состояний; $v_{g,j} = d\omega/dk$ – групповая скорость фононов; k – волновое число (импульс) фонона; $\omega = f_j(k)$ – дисперсионные соотношения; τ_j – время релаксации фононного газа. Здесь рассматривается квазиизотропный материал, направление распространения тепла в котором и свойства совпадают с направлением [100] кристаллической решетки реального кристалла.

Из анализа выражения (1) можно сделать вывод, что для расчета теплопроводности необходимы две основополагающие величины: во-первых, дисперсионные соотношения $\omega = f_j(k)$, которые следуют из анализа динамики кристаллической решетки, а во-вторых, времена τ_j между последовательными взаимодействиями фононов для каждой поляризации j .

Отличительной особенностью данной работы является, во-первых, применение авторской полиномиальной аппроксимации экспериментальных данных для построения дисперсионных кривых: $\omega_j = \sum_{n=0}^{N_j} c_n k^n$, где $N_{TA} = 3$ и $N_{LA} = 2$; где коэффициенты c_n определяются из решения СЛАУ для реперных точек дисперсионных кривых по данным экспериментальной работы [2].

Во-вторых, используются фонон-фононные времена для нормальных процессов и процессов переброса, которые получены Вордом и Бройдо [3] на основе анализа процессов взаимодействия фононов «из первых принципов».

Таким образом предложенный авторами подход не содержит осреднений и подгоночных параметров, которые уже более полувека и до настоящего времени широко распространены в расчетах теплопроводности полупроводниковых материалов. Для проверки точности предложенной модели проведен численный расчет теплопроводности пленок кремния и германия в диапазоне толщин от 10 нм до 100 мкм, который показал хорошее согласие с имеющимися экспериментальными данными; также проведено сопоставление с известными моделями других авторов [1].

Таким образом в представленной обновленной модели расчёта теплопроводности отражены современные подходы к учету дисперсии и времен взаимодействия фононов без привлечения подгоночных параметров. Результаты могут быть использованы для моделирования процессов теплопереноса в перспективных полупроводниковых устройствах.

Список литературы

1. Обновленная модель расчета теплопроводности тонких пленок кремния и германия / А. А. Баринов, Б. Лю, В. И. Хвесюк, К. Чжан // МНЖ Ядерная физика и инжиниринг, спец. выпуск. 2018. 18 С.
2. Dolling G. Lattice Vibrations in Crystals with the Diamond Structure // Proceedings of the Symposium on Inelastic Scattering of Neutrons in Solids & Liq. 1963. P. 37–48.
3. Ward A., Broido D. A. Intrinsic phonon relaxation times from first-principles studies of the thermal conductivities of Si and Ge // Phys. Rev. B. 2010. Vol. 81(8). P. 85205.

УДК 53.06

ПОСТРОЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПРОФИЛЯ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ПРОЦЕССА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПИРОЛИЗА ПЕЛЛЕТЕЗИРОВАННОЙ БИОМАССЫ

Я.Д. Пудова, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»;

стажер-исследователь ОИВТ РАН, лаборатория «Распределенной генерации»

pudova.y.d@mail.ru

А.Л. Шевченко, ведущий инженер

ОИВТ РАН, лаборатория «Распределенной генерации»

s1246626@yandex.ru

В настоящее время в свете решения энергетических и экологических проблем первоочередной задачей является поиск альтернативных источников энергии, одним из которых является использование органических отходов в качестве биотоплива. Одной из перспективных технологий производства квалифицированного твердого топлива можно рассматривать технологию получения топлива из отходов деревообрабатывающего производства и сельскохозяйственных отходов, путем их термической обработки.

Для изучения этой проблемы в ОИВТ РАН создан экспериментальный стенд торрефикации пеллетизированной биомассы, на котором производится исследование процессов низкотемпературного пиролиза. В качестве греющего теплоносителя биомассы используются отработавшие газы газопоршневой электростанции, работающей на стехиометрической смеси «природный газ – воздух» с низким содержанием кислорода (до 0,5% по объему). В качестве обрабатываемой биомассы – древесные пеллеты разных пород дерева. Результатом работы установки является торрефикат, основные

энергетические и физико-химические показатели которого приближаются к ископаемому углю. А по некоторым свойствам (зольность, содержание тяжелых металлов и серы) даже превосходит энергетические угли.

Процесс торрефикации заключается в нагреве исходного сырья в инертной газовой среде до температуры, называемой температурой торрефикации, и выдержке при этой температуре в течение заданного времени. При нагреве биомассы происходит ее термическое разложение, в результате которого образуются летучие продукты и твердый остаток с повышенным содержанием углерода [1]. На начальном этапе торрефикации к древесным пеллетам теплота подводится, но при превышении определенного температурного уровня 270-290°C в процессе пиролиза древесины начинаются экзотермические реакции, вызванные распадом основных органических составляющих древесины (целлюлозы, лигнина и гемицеллюлозы). При обычно принятых темпах пиролиза, тепла выделяется столько, что процесс пиролиза может идти исключительно за счет тепла экзотермических реакций, а внутри реактора возможно быстрое и значительное повышение температуры до 500°C и даже выше [2].

Для отработки аналитических методов исследования низкотемпературного пиролиза был выбран начальный этап процесса торрефикации, на котором экзотермические реакции еще не возникают. Расчет производился на основании термодинамических формул, приведенных в [3]. На основании расчетов разработана простейшая математическая модель на базе пакета Mathcad, позволяющая прогнозировать изменение температуры гранулированной биомассы в процессе торрефикации без учета экзотермических эффектов. На основе проведенных экспериментов произведено сравнение математической модели с экспериментально полученным графиком зависимости температуры от времени. Погрешность расчетов составляет не более 10%.

Разработанная математическая модель позволяет определить оптимальные режимы работы установки с целью повышения энергоэффективности процесса торрефикации. Для учета особенностей исследуемого процесса предполагается добавить в модель корректирующую функцию.

Список литературы

1. Кузьмина Ю.С. Экспериментальное исследование процесса низкотемпературного пиролиза (торрефикации) гранулированного биотоплива: дисс. ... канд.техн.наук. М.:, 2016. 147 с.
 2. Козлов В. Н., Нимвицкий А. А. Технология пирогазетической переработки древесины: Учебник для хим.-технол. фак. лесотехн. и лесохоз. вузов. Л.: Гослесбумиздат, 1954. 620 с.
 3. Исаченко В.П., Осипова В. А., Сукомел А.С. Теплопередача: учебник для энерг. вузов и фак. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Энергия, 1975. 486 с.
-

УДК 53.06, 53.096, 542.8

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ ВОЗБУЖДЕННЫХ РАДИКАЛОВ В ИНГИБИРОВАНИИ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ ВОДОРОДНО-КИСЛОРОДНЫХ СМЕСЕЙ

М.Р. Коршунова, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
mauua_korshunova_95@mail.ru

Научный руководитель: Е.Ю. Михеева, ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»,
старший научный сотрудник ОИВТ РАН
ekaterina.mikheyeva@gmail.com

Проведены эксперименты со стехиометрической водородно-кислородной смесью, разбавленной аргоном, в ударной трубе, диагностика воспламенения проводилась за отраженной ударной волной в диапазоне температуры 950-1400 К и давлений 2-6 атм по регистрации излучения OH^* на длине волны 306-310 нм и фронту давления. Было обнаружено неравновесное излучение на длине волны 220 нм, соответствующей, предположительно, электронно-возбужденным радикалам и молекулам HO_2^* , OH^* , H_2O^* и $H_2O_2^*$ [1, 2]. Эксперименты с ингибиторами (CO_2 , $C_2F_4Br_2$, CCl_4) показали, что почти все добавки приводят к значительному увеличению излучения, добавление CO_2 не приводит к разнице в сигналах по сравнению с чистой смесью. Численное моделирование показало, что концентрация H_2O_2 слабо зависит от температуры, концентрации HO_2 и H_2O уменьшаются с повышением температуры, а OH - увеличивается. Наблюдаемые температурные зависимости времени задержки воспламенения согласуются с результатами численного кинетического моделирования [3].

Список литературы

1. Kijewski H. and Troe J., Study of the pyrolysis of H_2O_2 in the presence of H_2 and CO by use of UV absorption of HO_2 // International Journal of Chemical Kinetics. 1971. Vol. 3. P. 223-235.
2. Kathrotia T., Riedel U., Seipel K., Experimental and numerical study of chemiluminescent species in low-pressure flames // Applied Physics B. 2012. Vol. 107. P. 571-584.
3. Hong Z., Davidson D., Hanson R., An improved H_2/O_2 mechanism based on recent shock tube/laser absorption measurements // Combustion and Flame. 2011. Vol. 158. P. 633-644.

УДК 517.958:536, 51-73, 51-74, 519.6:533.6

РАСЧЁТ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ВБЛИЗИ ТЕЛ ПРОСТЫХ ФОРМ

К. В. Поляков, магистрант

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
Konstantin.vl.p@mail.ru

Необходимость изучения этого диапазона скоростей при расчете газодинамическим расчете обтекания тел простых геометрических форм определяется тем, что известные конструкционные материалы, используемые при создании типичных элементов (тел простых геометрических форм) современных гиперзвуковых летательных аппаратов (ГЛА), при скоростях $M \sim 6$ достигают предела своих термо-прочностных возможностей. Выполненные в работе расчеты с использованием системы уравнений Эйлера и численного метода повышенного порядка точности показали, что все наблюдающиеся в течениях газодинамические структуры разрешаются с

удовлетворительной точностью, и разработанная методика может быть применена для нахождения конвективных потоков на поверхности тел простых геометрических форм.[1-3].

Результаты работы получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России № 13.5240.2017/БЧ.

Список литературы

2. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных явлений гидродинамических явлений. М.: Наука, 1966. 688 с.
3. Kuzenov V.V., Ryzhkov S.V. Approximate method for calculating convective heat flux on the surface of bodies of simple geometric shapes // Journal of Physics: Conference Series. 2017. V. 815. P. 012024.
4. Shumaev V.V., Kuzenov V.V. Development of the numerical model for evaluating the temperature field and thermal stresses in structural elements of aircrafts // Journal of Physics: Conference Series. 2017. V. 891. P. 012311.

УДК 536.24

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ И ТЕПЛООБМЕНА В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ ПРИ ТУРБУЛЕНТНОМ ОБТЕКАНИИ ДВОЙНОГО ПРЯМОУГОЛЬНОГО ВЫСТУПА

Кон Дехай, аспирант

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

kongdehai2013@gmail.com

Научный руководитель: В.Н. Афанасьев, д.т.н., профессор

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

При решении многих задач аэродинамики, гидродинамики, конвективного теплообмена и т.п. процессов часто встречаются течения с отрывом потока. Экспериментальные и теоретические исследования структуры течения при обтекании разного рода выступов и углублений на исходно гладких поверхностях представляют значительный практический интерес. При обтекании выступов и углублений, отрыв пограничного слоя и его повторное присоединение приводит к возникновению специфических явлений, оказывающих существенное влияние на сопротивление и теплообмен. Широкое распространение отрывных течений объясняет заслуженный интерес, который вызывает это явление у исследователей на протяжении многих лет.

Сочетание численных и экспериментальных методов исследования с использованием последних достижений в области диагностики пограничного слоя и компьютеризации является наиболее эффективным направлением в современной теории тепломассообмена. Чтобы понять физическую сущность процессов, происходящих на поверхностях с периодическими поперечными выступами, авторы [1] экспериментально исследовали гидродинамические и тепловые характеристики турбулентного пограничного слоя, формирующегося при внешнем обтекании потоком воздуха поверхности плоской пластины с двумя прямоугольными выступами. Такие поверхности, представляют значительный практический интерес, поскольку подобные элементы "шероховатости" широко используются для интенсификации теплообмена [1, 2]. Повышенный интерес, наблюдаемый в последние годы, к численным методам моделирования течений рассматриваемого класса можно объяснить, как интенсивным развитием компьютерной техники, так и повышением эффективности численных методов решения уравнений Навье Стокса.

Было проведено численное исследование и сравнение с экспериментальными данными [1] гидродинамики и теплообмена при двумерном обтекании турбулентным

потоком несжимаемой вязкой жидкости двух прямоугольных выступов, расположенных на нижней плоской стенке рабочего участка. Численные исследования выполнены для несжимаемой жидкости с использованием расчетного пакета ANSYS FLUENT [3] в рамках двухмерных уравнений Навье-Стокса, замкнутых с помощью двухпараметрической $k-\omega$ -модели (MSST), четырех параметрической модели V2F и модели Рейнольдсовых напряжений. Исследовано влияние формы выступа на структуру турбулентного пограничного слоя, распределения потери давления и трения, теплоотдачи вдоль обтекаемой поверхности.

Список литературы

1. Афанасьев В.Н., Дехай К. Гидродинамика и теплообмен при обтекании прямоугольных выступов на исходно гладкой поверхности // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э.Баумана. 2017. № 4. С. 69-96.
2. Афанасьев В.Н., Трифонов В.Л., Гетья С.И., Кон Дехай. Выступ в турбулентном пограничном слое // Машиностроение и компьютерные технологии. 2017. № 10. С. 13-35.
3. ANSYS (2013). Fluent 15.0 Theory Guide. ANSYS Fluent Inc., Canonsburg, PA, 2009.

СЕКЦИЯ «ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ»

УДК 621.039.546

ГИДРОДИНАМИКА И ТЕПЛООБМЕН НА УЧАСТКЕ СТАБИЛИЗАЦИИ

М.О. Горяева, студент

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

meru.95@mail.ru

В ряде практически важных случаев протяженность активных зон реакторов малой мощности может быть соизмерима с длиной участка стабилизации потока теплоносителя. В связи с этим анализ гидродинамических и теплофизических процессов на участках стабилизации является актуальной задачей обоснования теплотехнической надежности.

В рамках научно-исследовательской работы было проведено численное исследование течения и теплообмена на входном участке пучка гладкостержневых твэлов. Модель создана в ПК STAR-CCM+, которая включала в себя область теплоносителя и оболочку твэла диаметром 9,1 мм, расположенного в «бесконечном» пучке правильной треугольной упаковки с шагом 12,75 мм. Моделировалось течение турбулентной несжимаемой жидкости в диапазоне чисел Рейнольдса от $5 \cdot 10^4$ до $5 \cdot 10^5$ с параметрами, соответствующими параметрам теплоносителей современных водо-водяных реакторов под давлением [1]. На внутренней поверхности оболочки твэла задавалось постоянство теплового потока, величиной $0,5 \text{ МВт/м}^2$.

Математическая модель, использованная для расчета, базируется на осредненных стационарных уравнениях Навье-Стокса (RANS) [2]:

- уравнении баланса массы;
- уравнении баланса количества движения;
- уравнение баланса энергии;

Осредненные уравнения замыкаются квадратичной $k-\epsilon$ -моделью турбулентности [2] и моделью турбулентного числа Прандтля, принимаемого постоянным и равным 0,9.

Расчетная область разбивалась на призматические контрольные объемы, образуя структурированную сетку. Число контрольных объемов варьировалось от $15 \cdot 10^3$ до $360 \cdot 10^3$.

Для валидации модели были проведены расчеты коэффициента сопротивления трения и числа Нуссельта на участке стабилизированного теплообмена. Величины, полученные по справочным данным [3] для участка стабилизированного теплообмена, сравнивались с расчетными, определялась погрешность. Погрешность для коэффициента сопротивления трения, не превышает 7,2%, а для числа Нуссельта – 13,8%, что не превышает погрешность экспериментальных корреляций.

Получены параметры потока (число Нуссельта, распределение скоростей, интенсивность турбулентности, коэффициент трения) на участке тепловой стабилизации, который составляет от 40 до 60 гидравлических диаметров при числах Рейнольдса $5 \cdot 10^4$ и $5 \cdot 10^5$, соответственно.

Выполнен анализ течения на участке стабилизации согласно модели пограничного слоя, построена зависимость толщины теплового пограничного слоя вдоль оси канала.

Список литературы

1. Активные зоны ВВЭР для атомных электростанций / Шмелев В. Д., Драгунов Ю. Г., Денисов В. П., Васильченко И. Н., М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. 220 с.
2. Белов И.А., Исаев С.А. Моделирование турбулентных течений: учеб. пособие. СПб.: Балт. гос. техн. ун-т., 2001. 108 с.
3. Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков В.П. Справочник по теплогидравлическим расчетам (ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы). М.: Энергоатомиздат, 1990. 360 с.

УДК 621.039.546

ЗАВИСИМОСТЬ КГС НИЖНЕЙ РЕШЕТКИ РУ РИТМ-200 ОТ ЧИСЛА РЕЙНОЛЬДСА

С.Б. Зайцев, студент

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

falaxrerum@gmail.com

Определение гидродинамических характеристик теплоносителя является необходимым условием обоснования работоспособности и безопасности ядерных установок. Одной из таких характеристик является гидравлическое сопротивление элементов тракта теплоносителя, определяющее локальный профиль скоростей теплоносителя.

Исследование коэффициента гидравлического сопротивления традиционным методом с помощью эксперимента сопряжены с некоторыми трудностями, связанными с необходимостью монтажа стенда полномасштабной модели тепловыделяющей сборки и проведении серии экспериментов с параметрами теплоносителя, близкими к реальным (т.е. при больших расходах и высоких давлениях теплоносителя).

Задачу по исследованию гидравлического сопротивления решеток также можно решить с помощью трехмерных CFD-кодов, которые в последние годы все шире используются при обосновании теплогидравлических характеристик реакторных установок. В настоящем докладе представлены расчеты при помощи кода Star-CCM+.

Для определения КГС использовалась трехмерная модель сектора решетки с трубным пучком общей длиной 367 мм, из которых 150 мм – участок стабилизации потока перед решеткой, 17 мм – ширина решетки и 200 мм – участок стабилизации потока после решетки. Для уменьшения вычислительных ресурсов использовалась циклическая симметрия 1/6 модели.

Конечно-объемная сетка построена с использованием смешанной структурированно-неструктурированной сетки в области потока в решетки и неструктурированной сетки с генератором призматических слоев для областей

стабилизации потока длиной по 10 мм, примыкающих к решетке. В областях стабилизации потока использовался экструдер. Степень вытягивания призматических ячеек экструдера определялась соотношением скоростей в основном и в поперечном направлениях [3]. В плоскостях циклической симметрии задан согласованный периодический интерфейс. Общее количество элементов сетки составило 372946 ячеек, 1048988 граней и 461367 узлов.

В качестве физической модели выбрана стандартная однослойная квадратичная k-ε модель (SKE). Динамическая вязкость и плотность теплоносителя взяты при давлении 15.7 МПа и температуре 300 °С. В качестве граничных условий задана постоянная скорость потока во входном сечении и нулевое статическое давление в выходном сечении.

При моделировании варьировалась скорость во входном сечении в диапазоне от 0,25 м/с до 10,25 м/с с шагом 0,5 м/с. Соответствующий диапазон чисел Рейнольдса: 14813-607346.

Полученные данные аппроксимированы следующим выражением:

$$\xi(\text{Re}) = 7,91211 + 1,66548 \cdot 10^{-6} \text{Re} - 1,15149 \cdot 10^{-12} \text{Re}^2 - 0,482757 \ln(\text{Re})$$

Проведено сравнение полученных результатов с рекомендованной формулой для ячеистых дистанционирующих решеток [1]. Полученные в результате моделирования значения приблизительно в 2 раза выше значений, рассчитанных по формуле.

Результаты расчета показали, что при значениях числа Рейнольдса больше $5 \cdot 10^5$ не наблюдается выход КГС на установившееся значение; КГС решетки существенно выше значений, определенных по формулам, приведенным в [1].

Список литературы

1. Heavy-liquid metal heat transfer experiment in a 19-rod bundle with grid spacers / J. Pacio et al. // Nuclear Engineering and Design. 2014. № 273. P. 33-46. DOI: 10.1016/j.nucengdes.2014.02.020.
2. Тимофеев А. В. Трехмерные гидродинамические CFD-расчеты течения теплоносителя в межтрубном пространстве при установленных перемешивающих и дистанционирующих решетках // 11-я научно-техническая конференция молодых студентов (11 марта 2009). Подольск: ОКБ «Гидропресс», 2009. С. 23. Режим доступа: <http://www.gidropress.podolsk.ru/files/proceedings/kms2009/disc/documents/kms2009-06.pdf> (дата обращения 12.04.2018)

УДК 621.039.546.8

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ СКОРОСТЕЙ И ДАВЛЕНИЙ В ПОТОКЕ ПРИЕМНИКОМ ПОЛНОГО ДАВЛЕНИЯ В МЕЖКАССЕТНОМ ЗАЗОРЕ МАКЕТА АКТИВНОЙ ЗОНЫ РЕАКТОРА БРЕСТ-ОД-300

П.А. Марков, студент

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

beh-moth@mail.ru

Для подтверждения теоретического описания гидродинамических процессов, проходящих в установках энерготехники, при исследовании и разработке новых конструкций используются экспериментальные данные полученные в ходе экспериментальных исследований физических моделей.

Измерительные зонды: один зонд - цилиндрическая трубка внешним диаметром $d_{1,6}$ мм с импульсным отверстием $d_{0,4}$ мм на боковой поверхности, второй - Т-образный, у которого приемник полного давления - тонкая импульсная трубка внешним диаметром $d_{0,8}$ мм и длиной 37 мм (трубка Пито) припаяна перпендикулярно к боковой

цилиндрической поверхности несущей трубки-державки d3мм. Зонды соединялась гибкой трубкой с измерительным преобразователем давления. Сигналы с датчика поступали на входы устройства сбора данных и далее для обработки на ЭВМ. Перемещение зондов в каналах межкассетных зазоров обеспечивалось оборудованием (координатное устройство и контроллер) фирмы IseI в составе автоматизированного измерительного аппаратно-программного комплекса. Приложение для обработки полученных данных и представления результатов составлено в среде разработки NILabVIEW.

Для получения распределения скоростей в потоке Т-образным зондом необходимо иметь значения полного напора $P_{пол}$ и статического $P_{ст}$. Полный напор определяется как

сумма динамического давления $P_{дин} = \frac{\rho V^2}{2}$ и статического $P_{ст}$.

При проведении измерений цилиндрическим зондом получают распределения лобового $P_{лоб}$ и кормового $P_{кор}$ давлений:

$$P_{лоб} = P_{ст} + k_1 \frac{\rho V^2}{2}$$

$$P_{кор} = P_{ст} - k_2 \frac{\rho V^2}{2}$$

Таким образом скорость при измерении зондом определяется как:

$$V = \sqrt{\frac{2(P_{лоб} - P_{кор})}{\rho \varepsilon}},$$

где $\varepsilon = k_1 + k_2$. Значения коэффициентов для зонда с боковым отверстием были взяты из работы [2].

В результате были получены распределения скоростей и статического давления по длине межкассетного зазора для нижней и верхней дистанционирующей решетки.

Из полученных экспериментальных данных можно сделать вывод, что оба зонда показали сопоставимые результаты. Однако Т-образный зонд оказывает меньшее влияние на поток воздуха, чем цилиндрический, поскольку размеры последнего соизмеримы с размерами канала.

Список литературы

1. Повх И.Л. Аэродинамический эксперимент в машиностроении. 3-е издание Л.: Машиностроение (Ленинградское отделение), 1974. 480 с.
2. Шуев Г.Ю. Экспериментальное исследование приемника полного давления для измерения скоростей в потоке // Молодежный научно-технический вестник. 2014. №11. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/740722.html> (дата обращения 04.03.2018).

УДК 621.039

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА MCU_FREE ДЛЯ РАСЧЕТА ЗАЩИТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ЯЭУ

К.Г. Эрастова, студент

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

erastovakg@gmail.com

Программный комплекс MCU предназначен для моделирования процессов переноса нейтронов и других частиц методами Монте-Карло. Метод Монте-Карло основан на получении большого числа реализаций случайного (стохастического)

процесса. При расчёте моделируется поведение отдельных частиц от момента рождения до поглощения либо вылета частицы из системы. Данный метод в основном применяется именно для незаряженных частиц, т.к. незаряженные частицы практически не взаимодействуют друг с другом и не оказывают влияние на взаимные траектории [1].

Программный комплекс MSU построен следующим образом: один из блоков моделирует внешний источник – частицы, траектории которых независимы друг от друга. Для каждой из частиц генерируется расширенная траектория. Для каждого функционала (например, величина потока нейтронов определенных энергий) регистрируются суммарные вклады каждой из расширенных траекторий, а далее усредняются. В данной работе данный программный комплекс будет рассматриваться применительно к расчету защитных композиций ЯЭУ.

Защиту ядерного реактора типа ВВЭР можно разделить на внутрикорпусную и внекорпусную. Первая выполняет функции как обычной биологической защиты, так и радиационной защиты корпуса, т. е. снижающей тепловой поток и флюенс быстрых нейтронов на корпус до допустимых значений. Внекорпусная защита дополнительно ослабляет плотность потока нейтронов и γ -излучения до значений, определяемых допустимой мощностью дозы за защитой [2,3].

Внутрикорпусная защита в радиальном от активной зоны направлении обычно представляет собой ЖВЗ (железобетонную защиту), т. е. чередующиеся слои стали и воды, причем первый от активной зоны слой стали — это так называемая шахта активной зоны, т. е. цилиндрическая стальная конструкция, ограничивающая активную зону.

Преимуществом метода Монте-Карло по сравнению с аналитическими способами вычисления потока является учёт любых возможных неоднородностей защиты. Недостатком данного метода является прямая зависимость точности вычислений от количества итераций, что серьёзно сказывается на времени расчёта системы. Например, для сплошного слоя воды толщиной 2,5 метра относительная погрешность на расстоянии 1 метр составила 0,5%, в то время как на расстоянии 2,5 метра относительная погрешность составила 100% при абсолютном числе частиц в системе равном 300 000 и 55% при абсолютном числе частиц в системе равном 7 500 000.

Программный комплекс MSU позволяет также использовать любое количество энергетических сеток, что позволяет вычислять функционалы для частиц любых диапазонов энергии, что особенно важно при расчёте флюенса быстрых нейтронов на корпус реактора.

Список литературы

1. Г.Ф. Лиман, Л.В. Майоров, М.С. Юдкевич. Пакет MSU для решения методом Монте-Карло задач переноса излучений в реакторах // Вопросы Атомной Науки и Техники (ВАНТ), ФИТЯР. 1985. Вып.7. С. 27-30.
2. Кирюшин А.И., Шлокин Е.А. Основы проектирования защиты реакторных установок, учеб. пособие для вузов. Под ред. Г. Б. Усынина. М.: Энергоатомиздат, 1991. 264 с.: ил.
3. Перевезенцев В.В. Основы инженерных методов расчетов защиты от ионизирующих излучений ядерных энергетических установок: учеб. пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1994. 68 с.

УДК 621.039.519

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛА ОТГИБА ОБОДА
ДИСТАНЦИОНИРУЮЩИХ РЕШЕТОК ТВС РУ БРЕСТ-ОД-300 НА
КОЭФФИЦИЕНТ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ**

Д.А. Симин, студент

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

dsimin@mail.ru

А.В. Дроздов, студент

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

spec-avd@yandex.ru

Для обеспечения надежной эксплуатации ядерного топлива в составе активных зон действующих (ВВЭР) и проектируемых (БРЕСТ) реакторов используются дистанционирующие решетки (ДР) ячеистого типа с ободами имеющими отгибы. Установка отгибов на ободах ДР влияет на их гидравлическое сопротивление, что необходимо учитывать при проектных обоснованиях конструктивных решений тепловыделяющих сборок (ТВС) реакторов.

Целью настоящей работы являлось определение влияния угла отгибов обода ДР на коэффициент гидравлического сопротивления (КГС) решетки. Экспериментальные исследования проводились на макете фрагмента области между центральной и периферийной подзонами активной зоны РУ, выполненном в масштабе 2,145. Макет продувался потоком воздуха. Эксперименты проводились для ДР с углами отгиба ободов 0°, 15° и 45° при режимах течения потока характеризующимися числами Рейнольдса (Re) $4E+4$, $6E+4$, $7E+4$.

Для определения значения КГС в экспериментах измерялись поля статического давления по длине макета в областях перед и за ДР, температура воздуха на входе в макет. Расход воздуха через макет измерялся посредством трубы Вентури, установленной в подводящем трубопроводе [1].

Измеренные поля статического давления с учетом сжимаемости потока воздуха аппроксимировались прямыми линиями на участках до и после ДР. По полученным аппроксимациям определялась величина перепада статического давления на ДР (Δp). КГС рассчитывался по зависимости:

$$\xi = \frac{2\Delta p}{\rho V^2} \quad (1)$$

В результате получены значения КГС при различных углах отгиба ободов ДР в зависимости от числа Re для угла 0° (0,852, 0,702, 0,694), 15° (0,95, 0,754, 0,751) и 45° (1,112, 0,941, 0,903).

С целью валидации экспериментов выполнено численное моделирование течения потока воздуха в макете с ДР с нулевым углом отгиба обода при $Re = 4E+4$ с использованием программного комплекса «STAR-CCM+» [2]. На входе в модель, ограниченную плоскостью симметрии, задавался равномерный профиль массового расхода, а поверхности стержней, ДР и чехла принимались идеально гладкими неподвижными адиабатическими стенками. Для замыкания уравнений Рейнольдса использована стандартная $k - \epsilon$ модель турбулентности [3]. Расчетная область содержала ~17 млн. контрольных объемов с характерным размером 1 мм.

В результате полученного расчетного распределения статического давления по длине макета, определен КГС ДР, величина которого для ДР с углом отгиба 0° составила 0,795. Отклонение результатов численного моделирования и эксперимента составило 8,8%.

По результатам исследований получены значения КГС для ДР с углами отгиба

обода 0° , 15° , 45° . С увеличением угла отгиба обода значение КГС увеличивается. С ростом Re значения КГС уменьшаются. Результаты численного моделирования хорошо согласуются с опытными данными.

Список использованной литературы

1. Повх И.Л. Аэродинамический эксперимент в машиностроении. 3-е изд. Л.: Машиностроение (Ленинградское отделение), 1974. 480 с.
2. UserGuide. Star-CCM+ Version4.04.11CD-adapco, 2009. 5048 с.
3. Белов И.А., Исаев С.А. Моделирование турбулентных течений. СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2001. 108 с.

УДК 621.039.546

ДЕПЛАНАЦИЯ ДИСТАНЦИОНИРУЮЩЕЙ РЕШЕТКИ РЕАКТОРА ВВЭР-1000

О.Ю. Литвиненко, студент

МГТУ им. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Litox1995@mail.ru

Дистанционирующая решетка является одним из элементов каркаса тепловыделяющей сборки, обеспечивающим её жесткость при продольно-поперечном изгибе [1]. На неё действуют нейтронно-физические, теплогидравлические, механические нагрузки, что может привести к её деформации при нормальной эксплуатации.

В работе в целях консерватизма исследовалась модель дистанционирующей решетки без обода, не учитывалось проскальзывание в контактной паре твэл – дистанционирующая решетка, что обеспечивало продольную нагрузку 5,1 Н на каждый твэл во время эксплуатации. На решетку действовали гидравлические нагрузки от перепада давления на ней в 13 кПа, нейтронный поток, вызывающий радиационную ползучесть [2, 3]. Расчет проводился для температуры оболочек твэлов в 330°C и времени эксплуатации 3 года. Для обеспечения контакта между отдельными телами ячеек использовалась функция слияния узлов по сопрягающимся поверхностям. В местах крепления дистанционирующих решеток к направляющим каналам накладывается условие, запрещающее любые перемещения.

Расчет проведен в программном комплексе ANSYS Mechanical APDL. Конечно-элементная модель содержала 107408 элементов типа SOLID186 и 740707 узлов.

Результаты работы подтвердили отсутствие значительной деформации дистанционирующих решеток (составила 0,2 мм на конец эксплуатации), что подтверждает допущение об отсутствии деформации при проведении расчетов прогибов ТВС, значительно упрощая задачи такого рода. При этом максимальные напряжения в модели возникли в местах приварки дистанционирующих решеток к направляющим каналам и были намного ниже допустимых.

Список литературы

1. Шмелев В.Д. Активные зоны ВВЭР для атомных электростанций / Шмелев В.Д. [и др.]; М.: ИКЦ «Академкнига», 2004, 220 с
2. Сатин, А.А. Анализ и обобщение данных по свойствам циркониевых сплавов, применяющихся в качестве конструкционных материалов.
3. Ковалева В.А. Релаксации контактных усилий в паре «ячейка дистанционирующей решетки - оболочка твэл» в зависимости от геометрии и материала ячейки ТВС ВВЭР-1000 // Политехнический молодежный журнал. 2018. №1.

УДК 621.039.546

**КРИТЕРИЙ ПО РАЗГЕРМЕТИЗАЦИИ ТВЭЛОВ В ПРОЕКТНЫХ АВАРИЯХ
«МГНОВЕННОЕ ЗАКЛИНИВАНИЕ» ИЛИ «РАЗРЫВ ВАЛА ОДНОГО ГЦНА»**

Е.А. Ерёмин, студент

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

ea.eryomin@gmail.com

Авария с мгновенным заклиниванием вала ГЦН относится к проектным режимам, которые влекут за собой выброс большого количества радиоактивных материалов. При этом возможно повреждение только части топливных стержней (не более 10 % от общего количества твэлов) [1-3]. Характерной особенностью аварии с заклиниванием ротора главного циркуляционного насоса (ГЦН) является более резкое, чем при его отключении, снижение расхода теплоносителя через активную зону реактора, следствием чего является рост давления и возникает опасность разрушения барьера системы первого контура. На реакторе МИР.М1 были проведены реакторные испытания фрагментов ТВС при повышенном давлении теплоносителя. В испытании МТ-1 угловой, теплонапряженный твэл кратковременно испытывался при температуре оболочки от 930 до 950°С. Перепад давления на оболочке был равен 8 МПа. Твэл остался герметичен, но имела место усадка оболочки на сердечник. Твэлы МТ-2 и МТ-5 (температура испытаний - 1200 °С, перепад давления на оболочке – 4 МПа) разгерметизировались и разрушились. Однако условия в экспериментах отличались от тех, которые могут возникнуть в реакторе при аварии в консервативной постановке её рассмотрения.

В рамках настоящей научно – исследовательской работы исследовался твэл ВВЭР-1000. Было изучено формоизменение и целостность оболочки. В условиях нормальной эксплуатации на внутренней поверхности оболочки действует давление 4 МПа, а на внешнюю – 16,2 МПа. Для расчета деформирования оболочки твэла в условиях проектной аварии с избыточным внешним давлением теплоносителя была разработана расчетная модель, включающая в себя топливный столб и оболочку твэла. Расчет проводился при помощи ПК ANSYS Mechanical APDL в осесимметричной постановке. Было принято, что при возникновении аварии с мгновенным заклиниванием вала насоса ГЦН перепад давления возрастал следующим образом с 12,2 МПа до 25 МПа за 30 секунд.

В результате расчета контакт топлива и оболочки наступает через 5,2 с при перепаде давления на оболочке в 16.74 МПа. После начинается вдавливание оболочки твэла в топливную таблетку, но при этом твэл в конце расчетного времени в 30 с остается герметичным, что согласуется с экспериментальными исследованиями на реакторе МИР.М1. Уточненный критерий подтверждает, что при данной аварии при перепаде давления на оболочке в 25 МПа в течении первых 30 с твэлы останутся герметичны.

Список литературы

1. Махин В.М. Реакторные испытания ТВС с твэлами ВВЭР для обоснования безопасности активной зоны в режимах проектных аварий с потерей теплоносителя: автореф. ... д-ра техн. наук. Нижний Новгород: НГТУ, 2005.
2. Горячев А.В., Киселева И.В., Махин В.М., Шулимов В.Н. Интегральные реакторные эксперименты по испытанию многоэлементных фрагментов ТВС ВВЭР-440 и ВВЭР-1000 при параметрах аварии с потерей теплоносителя. Обобщение результатов по циклу экспериментов «Малая течь» // ВАНТ. Сер. «Физика яд. реакторов, Динамика и безопасность ЯЭУ». Вып. 2, 2004. С. 29-37.
3. Рогов В.М., Глазунов А.Л. Обоснование классификаций исходных событий по частоте их возникновения для анализа безопасности РУ АЭС-2006, АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС», Подольск, Россия.

УДК 621.039.546

РАЗРАБОТКА И ВАЛИДАЦИЯ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ ГИДРОДИНАМИКИ В ПУЧКАХ СТЕРЖНЕВЫХ ТВЭЛ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ openFOAM

А.А. Полуновский, студент

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

arap2009@yandex.ru

Известно, что вычислительный эксперимент требует баланса между такими основными его параметрами, как точность и скорость. С развитием вычислительной техники и постоянным усложнением математических моделей все больше возникает потребность использовать относительно простые возможности для ускорения вычислений с наименьшей потерей точности. Одна из таких возможностей в механике жидкостей и газов представляет собой аппарат пристеночных функций.

Пристеночными функциями называют способ задания граничных условий для характеристик турбулентного течения, таких как турбулентная вязкость, удельная скорость диссипации, кинетическая энергия турбулентности и другие. Суть метода заключается в задании граничных условий для уравнений движения и тепломассопереноса не на самой стенке, а на некотором расстоянии от нее вне области вязкого подслоя. Такой способ задания граничных условий позволяет существенно уменьшить количество расчетных узлов в направлении нормали к стенке, что особенно существенно при моделировании геометрически сложных трехмерных течений [1].

Известно из механики жидкостей, что в пристеночной области при развитом турбулентном течении существуют выделенные слои жидкости, в которых свойства течения сильно отличаются. В наиболее простых моделях течения используется двухслойная модель. В ней пристеночная область течения разделяется на два слоя – ламинарный и логарифмический. Данный подход требует задания разных аналитических зависимостей в каждом слое для описания поля скоростей течения. В программном комплексе openFOAM используются пристеночные функции, основанные на многослойной модели пристеночного течения, называются неуниверсальными [2]. Помимо использования многослойных моделей пристеночных течений так же существуют универсальные модели [3], позволяющие описывать одной аналитической зависимостью все слои пристеночного течения. В свою очередь пристеночные функции, основанные на данных моделях, называются универсальными. Выбор между универсальной и неуниверсальной пристеночной функцией зависит от построения расчетной сетки вблизи существующей стенки. Обычно, когда заранее известно, является ли сетка низкорейнольдсовой (задана достаточно мелкая сетка, сгущающаяся к стенке), или высокорейнольдсовая (наоборот грубая сетка, в которой центр первой пристенной ячейки лежит в логарифмической области), стараются использовать неуниверсальные пристенные функции, в противном случае используют универсальные.

В докладе на конференции было продемонстрировано, что при использовании заранее не определенной сетки для расчета гидродинамики в пучках стержневых ТВЭЛ лучшим образом себя показали универсальные пристеночные функции, из чего был сделан вывод о целесообразности использования данного класса функций для описания пристеночных течений. Расчеты в ПК openFOAM сравнивались с аналогичными расчетами в ПК STAR-CCM+ и ПК ЛОГОС, а также существующими эмперическими зависимостями.

Список литературы

1. Зайчик Л. И. Пристеночные функции для моделирования турбулентного течения и теплообмена // ТВТ. 1997. Т. 35, вып. 3. С. 391–396

2. Mohsen I., Hakan N.A Thorough Description Of How Wall Functions Are Implemented In OpenFAM. Fangqing Liu.: 2017. 33 P.
3. [3]. Spalding D.B. A single formula for the law of the wall // Journal of Applied Mechanics, Trans. ASME, Series E, Vol. 28. Pp. 455–458, 1961

УДК 621.039.546

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ РАДИАЦИОННОЙ ПОЛЗУЧЕСТИ НА ДЕФОРМАЦИЮ НАПРАВЛЯЮЩИХ КАНАЛОВ ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕЙ СБОРКИ ВВЭР

В.Э. Меринова, студент

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

torisee@mail.ru

При эксплуатации из-за радиационной ползучести и радиационного роста в тепловыделяющих сборках водоводяного реактора возникает прогрессирующее формоизменение, приводящее к увеличению времени срабатывания аварийной защиты, повышению механических нагрузок на каркас сборки. Для минимизации данных явлений помимо натуральных экспериментов и послереакторного исследования, требуется расчетное обоснование прочности тепловыделяющих сборок.

Для расчетов используются как отраслевые программные коды (FAME_N1, CORE) так и международные (ANSYS APDL, MARC), но достоверность полученных результатов зависит от точности используемых в расчетах исходных данных, в частности по скорости ползучести конструкционных материалов.

Проведенные исследования по формоизменению направляющего канала тепловыделяющей сборки с использованием ANSYS APDL с использованием данных [1-3] показали, что полученные по ним результаты отличаются в несколько раз.

По результатам расчетного анализа рекомендуется использовать в расчетах для сплава Э110 формулу (1) и для сплава Э635 формулу (2):

$$\dot{\epsilon}_{pn} = 2,34 \cdot 10^{-18} \cdot f \cdot \sigma_{\text{экв}} \cdot \exp(-6000/T) \quad (1)$$

$$\dot{\epsilon}_{pn} = 0,361 \cdot 10^{-18} \cdot f \cdot \sigma_{\text{экв}} \cdot \exp(-6000/T) \quad (2)$$

где f - поток быстрых нейтронов, $1/(с \cdot см^2)$; $\sigma_{\text{экв}}$ - эквивалентное напряжение, МПа; T - температура, К; $\dot{\epsilon}_{pn}$ - радиационная скорость ползучести циркониевых сплавов, 1/час.

Использование других зависимостей даёт нефизичные результаты по изменению длины и диаметра направляющих каналов Это может быть связано с тем, что при их получении исследовались образцы труб, отличные от применяющихся для направляющих каналов, а также при условия в эксперименте (флюенс, поток быстрых нейтронов) несоответствующих реакторным условиям.

Список литературы

1. Сатин А.А., Пузанов Д.Н. Анализ и обобщение данных по свойствам циркониевых сплавов, применяющихся в качестве конструкционных материалов // Научно-техническая конференция молодых студентов (Подольск, 16-17 марта 2011г.). Режим доступа: <http://www.gidropress.podolsk.ru/files/proceedings/kms2011/documents/kms2011-013.pdf>.
2. Сатин А.А., Васильченко И.Н., Кушманов С.А., Пузанов Д.Н. Результаты исследования влияния скорости радиационной ползучести циркониевых сплавов на термомеханическое поведение ТВС и прочность ее элементов // X Российская конференция по реакторному материаловедению: сб. докладов. Димитровград: ОАО «ГНЦ НИИАР», 2013. С. 335–347.

3. Никулина А.В., Перегуд М.М., Шишов В.Н. Размерная и структурная стабильность изделий из циркониевого сплава Э635 в условиях реакторного облучения // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Материаловедение и новые материалы. 1995. Вып. 1(52). С.44-50.

СЕКЦИЯ «ПЛАЗМЕННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ДВИГАТЕЛИ»

УДК 535.231.15

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИМПУЛЬСНЫХ КСЕНОНОВЫХ ЛАМП С ПОМОЩЬЮ ШИРОКОПОЛОСНЫХ ПРИЁМНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ

Н.С. Ельченко, бакалавр

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

nlckitaelkin@gmail.com

Спектрально-энергетические и яркостные характеристики излучения импульсных ксеноновых ламп измеряют с использованием набора калиброванных фотоэлектрических приемников, регистрирующих излучение в относительно узких спектральных интервалах. [1].

Задачей данной работы является разработка методики определения излучательных характеристик импульсных ксеноновых ламп с использованием широкополосных приемников излучения (пирометра), оптических цветных стекол и спектрометра.

Спектральное пропускание оптических цветных стекол оценивалось с помощью спектрофотометра ПЭ-3000УФ. Результат измерений был получен в формате .csv.

Оптические цветные стёкла пропускают излучение в различных широких диапазонах спектра, а комбинация различных фильтров позволяет обеспечить пропускание более узкой части спектра. Суммарная область пропускания применяемых комбинаций фильтров оценивалась анализом полученных на спектрофотометре цифровых рядов пропускания этих фильтров.

В текущей работе проводились измерения излучения импульсной ксеноновой лампы ИНП 7/80, эксплуатируемой в режиме с накопленной энергией 150 Дж.

Измерение излучательных характеристик лампы проводилось с использованием пиродатчика РЕМ8 (производитель LaserTechnik, Германия, область спектральной чувствительности 0.2-20 мкм) подключённого к осциллографу. Для измерения излучения в узких спектральных диапазонах, перед входным зрачком пиродатчика размещали оптические цветные стёкла (ОС11, ОС14, КС10, КС18, УФС1*БС4). Значения, полученные с пиродатчика с фильтрами и без (максимум осциллограммы изменения напряжения на выходе с пиродатчика), при пересчёте с помощью калибровочного коэффициента с учётом расстояния есть значения энергии излучения лампы в спектральном диапазоне чувствительности РЕМ8, спектральной чувствительности цветных оптических стёкол.

Значения излучения в узких спектральных областях получали разницей значений, полученных при измерении от различных цветных оптических стёкол.

Дополнительно с помощью спектрометра было снято распределение энергии излучения по спектру. По полученным данным был построен график. Проинтегрировав полученную зависимость по всему спектральному диапазону, была получена полная энергия, излучаемая лампой. Проинтегрировав ту часть полученного спектра, которая

находится в диапазоне чувствительности, применяемых цветных оптических стёкол, можно оценить энергию излучения в определённой достаточно узкой части спектра.

Таким образом, можно измерить энергию излучения импульсной ксеноновой лампы в узком спектральном диапазоне или с помощью пиродатчика и набора оптических фильтров, или с помощью спектрометра и данных зависимости коэффициента пропускания оптических цветных стекол от длины волны со спектрофотометра.

В ходе данной работы были полученные следующие результаты: при запасенной энергии 150 Дж, измеренная пиродатчиком РЕМ8, излученная энергия на всем спектральном диапазоне составила 90,5 Дж. Используя светофильтры ОС11 и ОС14, КС10 и КС18, УФС1 и БС4, были вырезаны диапазоны спектра 535-587, 597-683, 300-385 нм. Излученная энергия в этих спектральных диапазонах составила 4,8 Дж, 7,2 Дж, и 12,85 Дж соответственно. Полученные двумя способами результаты энергии излучения совпадают достаточно точно (в пределах 10 процентов), значит расчетная модель и данная методика применимы.

Список литературы

1. Камруков А.С., Кулебякина А.И. Инженерный метод расчёта импульсных ксеноновых ламп. М.: ООО НИЦ «Инженер», 2010.

УДК 621.455.4; 621.45.015

ДВИГАТЕЛЬ НА ЗАБОРТНОМ ВОЗДУХЕ С ГЕЛИКОННЫМ ИСТОЧНИКОМ ПЛАЗМЫ

А.И. Шумейко, студент

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

shumeikoandrei1995@gmail.com

Одной из проблем, возникающих при проектировании низкоорбитального МКА, является наличие аэродинамической силы, тормозящей его при полете в верхних слоях атмосферы. Например, для космического аппарата (КА) на высоте 200 км с коэффициентом формы $c_f = 3$ и площадью поперечного сечения $S_{КА} = 0,785 \text{ м}^2$ сила аэродинамического сопротивления составит 18 мН.

Двигатели КА должны непрерывно работать, поддерживая заданную высоту орбиты. При этом время жизни КА ограничено запасом рабочего тела. Накладываемые ограничения делают невозможным использование обычных двигателей на спутниках малой массы. Используя двигатель на забортном воздухе с геликонным источником плазмы, ситуацию можно изменить. В последние годы геликонные двигатели активно исследуются [1]. Основными преимуществами таких двигателей являются безэлектродный метод ускорения плазмы [1,2] и отсутствие необходимости в катодне-нейтрализаторе [1,2,3]. Оба этих преимущества играют важную роль при работе двигателя на забортном воздухе, т.к. содержащийся в его составе кислород резко уменьшает ресурс как применяемых на сегодняшний день катодов-нейтрализаторов (ионных и холловских двигателей), так и ускоряющих электродов (например, в ионных двигателях) [2].

На высоте 200 км при площади поперечного сечения воздухозаборника $S_B = 0,3 \text{ м}^2$ расход воздуха может составить 1,5 мг/с. Тяговый КПД η_T для двигателей с геликонным источником плазмы в работах, выполненных в последние годы, составлял 10-40% [1,2]. Примем, $\eta_T = 30\%$. В геликонных источниках плазма является практически полностью ионизованной (95%) [3]. Тогда, можно принять коэффициент использования рабочего тела $\beta = 0,95$. Отсюда, при заданном значении требуемой тяги ($F = 18 \text{ мН}$), требуемую мощность в плазме оценим следующим образом [1]:

$$N = \frac{F^2}{2\dot{m}\eta_T} = 350 \text{ Вт.}$$

Геликонный источник плазмы состоит из трех основных узлов: антенна для ввода ВЧ-излучения в плазму, магнитная система для создания постоянного продольного магнитного поля B_0 и трубка из диэлектрического материала (обычно, высокотемпературное боросиликатное стекло) [3]. Геликонные волны генерируются в плазме при выполнении условия, наложенного на частоту электрического тока ω_0 в антенне [3]:

$$\omega_i < \omega_0 < \omega_e(B_0) < \omega_{pl},$$

где ω_i – циклотронная ионная частота; $\omega_e(B_0) = 1,76 \cdot 10^7 B_0$ - циклотронная электронная частота; ω_{pl} - плазменная частота. Обычно, частоту электрического поля в антенне выбирают $\omega_0 = 13,56$ МГц. От величины постоянного магнитного поля зависит распределение электрического поля в трубке (моды $m = 0$ или $m = +1$, которые также зависят от геометрических характеристик антенны), длина антенны и длина поглощения энергии геликонных волн. Например, при генерации $m = +1$ моды, длине антенны 0,1 м, диаметре трубки 0,05 м, длине поглощения энергии геликонных волн 0,1 м, и учитывая условие генерации геликонных волн, требуемая величина индукции магнитного поля составит 0,05 Тл. Такую величину магнитной индукции можно достичь применением постоянных магнитов, что и делают в некоторых прототипах геликонных двигателей [1,2]. Мощность, подводимая к индуктору, вследствие потерь, должна превышать требуемую в плазме на 10-15%. Таким образом, для поддержания МКА в рассматриваемых условиях потребуется 400 Вт мощности, подводимой к геликонному двигателю на заборном воздухе.

Список литературы

1. J.M. Little, E.Y. Choueiri, Phys. Plasmas 20, 103501 (2013).
2. J. Navorro-Cavalle, E. Ahedo, M. Merino, V. Gomez, M. Ruiz, Helicon Plasma Thrusters: prototypes and advances on modeling, IEPC Paper 2013-285
3. P. Chabert and N. Braithwaite, Physics of Radio-Frequency Plasmas. Cambridge, U.K.: Cambridge Univ. Press, 2011.

УДК 621.793

РАСЧЕТ ПРОФИЛЯ МАСКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАВНОМЕРНОСТИ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ, НАНЕСЕННОГО С ПОМОЩЬЮ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Д.К. Алексеев, магистрант

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

alekseevdmt@gmail.com

Существуют разные способы нанесения покрытий: резистивное испарение, дуговое испарение [1], магнетронное нанесение покрытий [2] и многие другие. Кроме того магнетронные распылительные системы (МРС) можно использовать в качестве катода-компенсатора для электрического ракетного двигателя, работающего на заборном воздухе [3].

В связи с тем, что у МРС зона распыления является нелинейной областью, получаемые тонкие покрытия неравномерны по толщине. Данную проблему можно решить с помощью особого геометрического расположения систем распыления относительно образцов, сложного движения подложкодержателя, специально спроектированной зоны распыления, но наиболее используемый метод – применение масок.

В данной работе для получения профиля маски применялся полуэмпирический метод. Расчет производился для вращающегося дискового подложкодержателя и МРС с

диаметром катода 100 мм, расположенным на расстоянии 150 мм от центра камеры. Маскодержатель находился на высоте 110 мм от поверхности катода. Целью расчета было обеспечение нанесения покрытия с зоной равномерности 80 мм и толщиной 300 нм.

Для начала необходимо было получить распределение скорости роста покрытия в любой точке над МРС на высоте образцов. В связи с тем, что МРС осесимметрична, скорость роста покрытия в точке определялась радиальным расстоянием до центра МРС. На неподвижных образцах во время напыления при помощи оснастки формировалась ступенька, в дальнейшем измеренная на профилемере.

Зная траекторию точек напыляемого образца, получена формула для расчета толщины покрытия h на образце на разных радиусах R относительно центра камеры:

$$h = \frac{2 \cdot N}{\omega} \cdot \int_{r_1}^{r_2} \left[V(r) \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{R^2 + l^2 - r^2}{2 \cdot R \cdot l} \right)^2}} \cdot \frac{r}{R \cdot l} \right] \cdot dr, \quad (1)$$

где N – число оборотов за время напыления; ω – угловая скорость вращения образцов; $V(r)$ – функция скорости роста покрытия в зависимости от расстояния r от центра МРС; l – расстояние между центрами камеры и МРС; r_1 и r_2 – пределы интегрирования, заданные формой маскодержателя.

Разбив всю область интегрирования на много частей, производилось суммирование толщин, напыленных в этих небольших секторах. По достижению суммы желаемой толщины в зоне равномерности были получены итоговые координаты маски.

По данной методике были получены профили масок для нанесения покрытий из меди, хрома и алюминия. При напылении меди с использованием маски была получена зона равномерности шириной 80 мм, в которой погрешность не превысила 3%. Профили масок значительно отличались между собой, предположительно, из-за разных кристаллических решеток материалов катода.

В результате работы был разработан комплект масок для обеспечения равномерности при напылении меди, хрома и алюминия, а также определена методика расчета профиля масок.

Список литературы

1. Духопельников Д.В., Кириллов Д.В., Бульчев В.С. Характеристики кремниевых микрокапель в покрытиях, осажденных методом вакуумного дугового испарения // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2015. № 12. С. 18-24.
2. Марахтанов М.К., Духопельников Д.В., Воробьев Е.В., Кириллов Д.В. Трибологические свойства серебряных покрытий, полученных методом магнетронного распыления. // Наноинженерия, 2014. № 9 (39). С. 30-32.
3. Духопельников Д.В., Ивахненко С.Г., Рязанов В.А., Шилов С.О. О возможности использования холловского двигателя на забортном воздухе для удержания космического аппарата на низкой околоземной орбите // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2016. № 12. С. 57-71.

УДК 533.9.03

СИНТЕЗ МИКРОРАЗМЕРНЫХ ПОРОШКОВ МЕТАЛЛОВ ПУТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЗРЫВА ВОЛОКНА

А.М. Картова, бакалавр

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

ann-kartova@yandex.ru

Электрический взрыв проводников (ЭВП) – это комплекс процессов, происходящих при быстром джоулеве нагреве металлического проводника до температур, превышающих температуру начала испарения [1]. Электрический взрыв проводников представляет большой интерес в связи с возможностью быстрого нагрева металлов до очень высоких температур (более 10^4 К). Одним из перспективных направлений использования электрического взрыва проводников является получение порошков металлов. В работе исследовалось получение микроразмерных порошков металла – титана.

Рассмотрены основные процессы, происходящие при электрическом взрыве проводников и классификация режимов ЭВП. На сравнении постоянной времени развития неустойчивостей $\tau_{\text{МНД}}$ и характерного времени ввода энергии в проводник τ_{W} различают быстрый и сверхбыстрый режимы ЭВП, при которых времена развития МГД неустойчивостей меньше времени ввода энергии, и проводник не изменяет свою форму достаточно сильно, а также медленный режим, при котором время развития МГД неустойчивостей опережает время ввода энергии. При медленном режиме ЭВП проводник дробится на разлетающиеся капли жидкого металла, а небольшая его часть испаряется [3].

Были проведены эксперименты по взрыву тонких титановых проволочек ($l=100$ мм, $d=70-100$ мкм, $R=10-35$ Ом) в режиме медленного ввода энергии. Исследования проводились в атмосфере аргона при давлениях порядка атмосферного. Напряжение зарядки конденсатора варьировалось в пределах $U=3-5$ кВ (ёмкость $C=0,6$ мкФ). Время импульса тока τ составляло от $4 \cdot 10^{-5}$ до $8 \cdot 10^{-5}$ секунд, а достигаемые значения тока $I=60-140$ А.

Полученные в результате взрыва осциллограммы тока и напряжения соответствуют теоретическим [3] и имеют явно выраженные области нагрева проводника; его плавления; резкого расширения по объему, чему соответствует потеря электрической проводимости, рост сопротивления и уменьшение тока в контуре; пробоя продуктов взрыва (вторичный разряд).

Полученные продукты взрыва были проанализированы при помощи электронного микроскопа и энергодисперсионного анализа. Частицы титанового порошка имеют характерные размеры $100 - 200$ мкм, правильную сферическую форму и однородную структуру.

В результате проведенных исследований были получены режимы электрического взрыва, в которых образовывались частицы необходимой дисперсности. Однако, выход металлического порошка мал. При некоторых взрывах проволочка не распадалась полностью на микрочастицы, а оставались фрагменты самой проволочки размером от 3 до 7 мм, вплавленные в трубку, в других энергия была столь высока, что проволочка целиком испарялась.

Список литературы

1. Бурцев В.А., Калинин Н.В., Лучинский А.В. Электрический взрыв проводников и его применение в электрофизических установках. М.: Энергоатомиздат, 1990. 288 с.
2. W.G. Chase, H.K. Moore. Exploding wires. Plenum press. N.Y. 1962.
3. Иваненков Г.В., Пикуз С.А., Шелковенко Т.А. Основные процессы электрического взрыва проводников. М.: 2004. 70 с.

УДК 533.9.082.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОФИЛЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛОТНОСТИ ПЛАЗМЫ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

М.Н. Неруш, бакалавр

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

1340116@gmail.com

В исследованиях высокотемпературной плазмы очень важной характеристикой является распределение плотности по сечению шнура токамака. Одним из методов его определения является интерферометрия плазмы. Целями данной работы являлись анализ применимости метода при концентрациях плазмы порядка 10^{20} м^{-3} и обработка экспериментальных результатов.

Применение электромагнитных волн миллиметрового диапазона для определения плотности плазмы началось в 50-х годах прошлого века, но существовавшая тогда техника позволяла оценить величину концентрации электронов только в момент «запирания» проходящей через плазму электромагнитной волны, когда на пути ее возникал слой с критической концентрацией $n_{\text{кр}}$, где плазменная частота $\omega_{\text{пл}}$ становилась больше частоты зондирующего излучения ω . Затем началось освоение коротковолнового диапазона миллиметровых волн. Для таких волн обеспечивалась «прозрачность» плазмы в токамаках и был разработан метод интерферометрии, позволяющий определить распределение плотности по сечению плазменного шнура.

Данный метод основан на том, что при прохождении электромагнитной волны сквозь плазму она приобретает фазовый сдвиг относительно волны, распространяющейся в свободном пространстве. Величина этого сдвига зависит от свойств исследуемой среды на ее пути, и, измеряя его, можно определить и среднюю по хорде плотность плазмы [1]. Используя эти значения для нескольких хорд, можно при помощи преобразования Абеля восстановить профиль электронной плотности плазмы по сечению шнура.

Для диагностики плазмы малых плотностей на установках небольших размеров применялось излучение с длиной волны порядка 8 мм. Однако с ростом плотностей и размеров установок все большее влияние оказывало явление рефракции. Так как в плазме присутствует градиент плотности, а, следовательно, и коэффициента преломления, излучение в шнуре разряда распространяется не по прямой, а отклоняется от своего направления в сторону уменьшения плотности [2]. С переходом на более крупные установки с большими плотностями плазмы влияние рефракции значительно усиливается, и для уменьшения отклонения луча необходимо уменьшать длину волны лазера.

В рассматриваемой диагностике в качестве источника излучения применен HCN-лазер с длиной волны 337 мкм, что позволяет использовать его для измерений высокой плотности без значительного влияния рефракции. Генерируемое излучение разделяется в измерительный и опорный интерферометры. В измерительном происходит просвечивание плазмы по хордам и образуется волна, фаза которой изменяется в соответствии с плотностью плазмы. В опорном интерферометре формируется сигнал, не связанный с плазмой. Сравнивая сигналы, полученные из двух интерферометров, в каждый момент времени можно определить фазовый сдвиг, вызванный наличием плазмы в измерительном интерферометре.

При увеличении размеров установок рассматриваемая диагностика является надежным методом определения среднехордовой электронной плотности, и, обрабатывая полученные данные, можно восстановить профили электронной концентрации. В работе проводился анализ распределений плотности плазмы в промежутке времени 600-670 мс до, после и во время дополнительного СВЧ-нагрева (140 ГГц) с помощью гиротронов при общей длительности импульса около 1 с и токе 220 кА. По результатам расчетов выявлен

эффект «Density pump-out» - выброс электронной плотности из центра плазменного шнура на его периферию при нагреве.

Список литературы

1. Veron D. Submillimeter interferometry of high-density plasmas // Infrared and millimeter waves / Ed. K.J. Button. New York: Academic Press. 1979. P. 67-135.
2. Голант В.Е. Сверхвысокочастотные методы исследования плазмы. М.: Наука, 1968. 235 с.

УДК 537.533.2

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНЕТРОННОГО РАЗРЯДА В РЕЖИМЕ ЭМИТТЕРА ЭЛЕКТРОНОВ

Н.А. Подгуйко, магистрант

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

podguyko.nikolay@mail.ru

В последнее время в научно-технической литературе активно обсуждается вопрос использования йода в качестве рабочего вещества ионно-плазменных двигателей [1,2]. Как рабочее вещество для электроракетных двигателей, йод имеет ряд преимуществ перед используемым в настоящее время ксеноном. Стоимость ксенона на порядки выше стоимости йода. При этом параметры двигателей на йоде как минимум не уступают аналогичным характеристикам ЭРД на ксеноне [2].

Проблема перевода ЭРД на йод заключается в его химической активности. Наиболее уязвимым узлом ЭРД является катод-компенсатор. Сейчас используются катоды-компенсаторы, содержащие накальный элемент, который и определяет ресурс всего узла. Решением проблемы может быть использование плазменного источника электронов с холодным катодом.

Данная работа – предварительный эксперимент по определению диапазона рабочих давлений, оптимального расстояния катод-анод обеспечивающих минимальную энергетическую цену электрона. Были использованы три комбинациях материал мишени – рабочий газ: медь – аргон, олово – аргон, олово – смесь аргон-воздух. Целью работы является выбор схемы и конструкции прототипа будущего магнетронного катода-компенсатора способного работать на рабочих телах в основе которых используется йод.

Для медной мишени в атмосфере аргона было установлено, что в диапазоне рабочих давлений 4...7 Па существует локальный минимум энергетической цены электрона 316 эВ при токе разряда 1 А и расстояния катод-анод 61 мм. При дальнейшем увеличении давления напряжение растет, а затем снова убывает. Максимальное давление, достигаемое для данной конструкции магнетрона и тока разряда 1 А, равняется 70 Па. Энергетическая цена электрона при этом была равна 312 эВ.

При повышении давления сверх величины 70 Па на цилиндрической поверхности мишени магнетрона вначале появлялось свечение, а затем возникали дуговые привязки. Это ограничило диапазон возможных давлений в эксперименте.

При токе разряда 0,5 А удалось достигнуть более высоких рабочих давлений аргона, вплоть до 130 Па. Здесь имеется локальный минимум напряжения разряда при значениях давления 3...5 Па равный 293 эВ. Максимальному значению давления 130 Па соответствует энергетическая цена электрона 293 эВ.

В экспериментах с оловянной мишенью зависимость энергетической цены электрона от давления имеет такую же форму как в случае с медной. Имеется локальный минимум напряжения 280 В при давлениях аргона 3...5 Па. Подача определенного

расхода воздуха в камеру снижает напряжение горения разряда еще больше. Локальный минимум соответствует 248 В, давление смеси 9 Па при начальном давлении аргона 7 Па.

В экспериментах с положением катод-анод установлено, что расстояние от поверхности катода до верхней плоскости анода влияет на энергетическую цену электрона во всем диапазоне рабочих давлений. Существует оптимальное расстояние катод-анод, при котором энергетическая цена электрона минимальна. Для данной конструкции магнетрона это расстояние – 20-25 мм. Энергетическая цена электрона при этом на медной мишени равна 299 эВ, на оловянной мишени с чистым аргоном – 253 эВ, со смесью с оптимальным количеством воздуха – 224 эВ.

Список литературы

1. А.И. Зараковский, А.В. Румянцев. Использование газообразного йода в качестве рабочего тела для стационарных плазменных двигателей // Вестник Балтийского федерального университета. 2016. Сер.: Физико-математические и технические науки. №1. С. 66-71.
2. В.Г. Островский, А.А. Смоленцев, П.А. Щербина. Йод как альтернативное рабочее тело электроракетных двигателей // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2014. №5(47). С. 131-136.

УДК 621.384.4

ВЛИЯНИЕ ШИРОКОПОЛОСНОГО ИМПУЛЬСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СПЛОШНОГО СПЕКТРА НА ОТДЕЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА

П.А. Резниченко, магистрант

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

pavelreznich@gmail.com

Е.А. Котоврасова, бакалавр

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

ekotovrasova@mail.ru

Ультрафиолетовое облучение крови (УФОК) – метод гемокоррекции, заключающийся в воздействии на кровь фотонами коротковолновой области электромагнитного спектра. Традиционными источниками излучения для УФОК являются стационарные ультрафиолетовые лампы, однако, в последние годы все больше внимания привлекают высокоинтенсивные импульсные источники излучения в связи с возможностями реализации на их основе принципиально новых оптических технологий в экологии, медицине и биологии. Таким образом, целью данного исследования является сравнение влияния ультрафиолетового излучения стационарных и импульсных ламп на отдельные компоненты крови человека: гемоглобин, плазму крови и сывороточный альбумин.

В качестве стационарного источника ультрафиолетового излучения была выбрана ртутная лампа OSRAM PURITEC HNS, а в качестве источника импульсного излучения непрерывного спектра – ксеноновая лампа ИФП-1200-2. Биологические образцы и оборудование для их диагностики предоставлено лабораторией биофизики медицинского факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

В клинических целях применяется УФОК с дозой облучения от 0.05 до 0.5 Дж/см² [1]. Для исследования было выбрано значение в 0.05 Дж/см². Экспериментальная установка проектировалась и использовалась в режимах, соответствующих данному параметру. Каждый образец подвергался различным дозам облучения, которые определялись заранее из теоретического расчета [2].

Для определения спектра поглощения гемоглобина в диапазоне длин волн 200-700 нм использовался спектрофотометр SPECORD-200. Для оценки антиоксидантной активности плазмы использовалась методика кинетической хемилюминесценции [3]. Для

определения доли окисленного альбумина в плазме крови и регистрации спектров поглощения использовался спектрофлуориметр RF-5301PC.

Полученные данные позволяют судить о том, что облучение компонентов крови широкополосным импульсным УФ повышает уровень антиоксидантной активности по сравнению с контрольными образцами, а также изменяет структуру гемоглобина и частично окисляет альбумин. Степень влияния ультрафиолета на белки крови различна в зависимости от процесса и качественно отличается от воздействия линейчатого ультрафиолетового излучения ртутных ламп низкого давления.

Полученные данные свидетельствуют о перспективности технологии облучения крови широкополосным излучением импульсных ксеноновых ламп, однако для того, чтобы судить о происходящих процессах, необходимы дальнейшие исследования в этой области.

Список литературы

1. Залеская Г.А., Улащик В.С., Калоша И.И. Спектральные характеристики крови, облучаемой *in vivo* терапевтическими дозами ультрафиолетового излучения // Геометрическая и прикладная оптика. 2009. Т.107. №4. С.695-702.
2. Камруков А.С., Кулебякина А.И. Инженерные методы расчета импульсных ксеноновых ламп: Учеб. пособие / Под. ред. Н.П. Козлова; кафедра «Плазменные энергетические установки» (Э-8). – М.: ООО НИЦ «Инженер» (Союз НИО), 2010. 222 с.
3. Созарукова М.М., Полимова А.М., Проскурнина Е.В. и др. Изменения в кинетике хемилюминесценции плазмы как мера системного окислительного стресса в организме человека // Биофизика сложных систем. 2016. Т.61. №2. С 337-344.

УДК 599.722

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ЧАСТОТНОГО ИМПУЛЬСНОГО

С.И. Гаджихалилова, студент

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

gadzhikhalilova@gmail.com

А.В. Хинкис, студент

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

Научный руководитель: Н.А. Шарапов, к.т.н., доцент

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

Плазма объемного импульсного разряда используется во многих сферах науки и техники. Например, в области медицины такой разряд применяется в медицинском аппарате для экзогенной NO-терапии, в основе которого заложен плазмохимический метод синтеза оксида азота в неравновесной импульсной плазме атмосферного воздуха. Идея генерации NO из атмосферного воздуха для медицинских целей заключается в использовании генератора, реализующего объемный, импульсный разряд [1]. Однако для усовершенствования аппарата необходимо иметь детальное представление о типе и механизме зажигания данного разряда.

В результате прошлогоднего исследования [2] была получена структура импульсного разряда с частотой повторения от 100 до 10000 Гц. Разряд представляет собой проводящий канал, образованный между электродами. В отдельно взятый момент времени существует только один канал, и с каждым новым импульсом он образуется в новом месте.

Задачей данного исследования является рассмотрение отдельно взятого разряда и описание его динамики. Пространственно-временная картина разрядного процесса была

получена с использованием высокоскоростной камеры, и параллельно фиксировалась осциллограмма разрядного тока и напряжения.

Особенность импульсного разряда заключается в том, что рабочая камера является элементом колебательного контура с внешним импульсным возбуждением, в котором происходит выделение энергии.

Анализ полученных фотографий разряда и их наложение на осциллограмму по времени выявил три фазы разрядного процесса: предварительная ионизация, выделение энергии в канале и деионизация.

Первая фаза соответствует формированию ионизационного канала. Колебательный контур с реактором возбуждается на резонансной частоте (20-40 МГц) с амплитудой напряжения до 50 кВ, и в возникшем высокочастотном поле происходит ионизация среды в межэлектродном промежутке (длительность процесса составляет 1-2 мкс).

Во второй фазе образуется канал с конечным сопротивлением, что приводит к изменению параметров колебательного контура и выделению запасенной в контуре энергии. Амплитуда тока определяется волновым сопротивлением разрядного контура: реактивным сопротивлением индуктивности и емкости, а также активным сопротивлением разряда.

В третьей фазе происходит деионизация канала, когда ток в разряде прекращается, сопротивление разрядного промежутка резко возрастает - колебательный контур возвращается состояние, которое было на этапе предварительной ионизации.

В результате исследования была получена временная структура частотного импульсного разряда при атмосферном давлении, а также осциллограммы разрядного тока и напряжения в рабочей камере. Анализ осциллограммы вместе со снимками показал, что разрядный процесс состоит из трех стадий: формирование ионизационного канала в ВЧ-поле, фаза основного энерговыклада и деионизация среды.

Список литературы

1. Шарапов Н.А., Хинкис А.В., С.И. Гаджихалилова и др. Структура импульсного разряда с переменной частотой повторения. Вопросы атомной науки и техники. Сер. Термоядерный синтез, 2017, т. 40, вып. 2, с. 61-64.
2. Шарапов Н.А. и др. Исследование воздушного плазмохимического реактора для нового медицинского аппарата // Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. Вып. 10. Режим доступа: <http://engjournal.ru/catalog/machin/plasma/1028.html>.

УДК 697.948, 621.327.7

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТЫ ПОЛЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ИМПУЛЬСНОЙ КСЕНОНОВОЙ ЛАМПЫ ИНП-7/120 В ПРОТОЧНОМ МОДУЛЕ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОЗДУХА

М.А. Батог, магистрант

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

batogmaxim@mail.ru

Основной характеристикой, определяющей эффективность обеззараживания УФ излучением, является суммарная доза, поглощённая микроорганизмом – экспозиция. Основной задачей при проектировании установок для обеззараживания является расчёт характеристик, обеспечивающих необходимую экспозицию облучения для заданного уровня эффективности обеззараживания. Для расчёта необходимо знать геометрию взаимного размещения источника излучения и облучаемых объектов и провести расчёт поля облучённости от источника в любой точке пространства.

В данной работе в качестве источника излучения использовалась импульсная ксеноновая лампа ИНП-7/120. Питание лампы осуществлялось лабораторным

импульсным блоком питания мощностью 2 кВт. Параметры режима работы лампы: рабочее напряжение на конденсаторе 1100 В, емкость конденсатора 198 мкФ, индуктивность контура 88 мкГн. Излучательные характеристики лампы измерялись фотоэлектрическими измерительными преобразователями «Спектр-01» [1] и «Тосон-С6», подключенными к осциллографу «TDS-2014». Для определения излучательных характеристик на близких расстояниях предварительно была осуществлена проверка показаний «Тосон-С6» относительно «Спектр-01» на расстоянии 150 см от центра оси лампы и получен «калибровочный» коэффициент [2]. После калибровки значения плотности мощности последовательно измерялись «Тосон-С6» на расстояниях 20, 40, 80 см от оси лампы по центру лампы и на расстояниях 6 см и 16 см от центра лампы вдоль оси. Результатом обработки осциллограмм явилось построение экспериментального поля излучения лампы ИПП-7/120.

Для вычисления плотности облученности на любом расстоянии от лампы использовалась модель форм-фактора [3]. Форм - фактор представляет долю излучающей энергии, испускаемую одной поверхностью, которую поглощает другая поверхность. Уравнение форм-фактора:

$$F(z, l) = \frac{1}{\pi H} \cdot \operatorname{arctg} \left(\frac{C}{\sqrt{H^2 - 1}} \right) - C \cdot \operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{H - 1}{H + 1}} \right) + \\ + C \cdot \frac{X - 2 \cdot H}{\sqrt{X \cdot Y}} \cdot \operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{X \cdot (H - 1)}{Y \cdot (H + 1)}} \right), \quad 1)$$

где $H = \frac{l}{r}$, $C = \frac{z}{r}$, $X = (1 + H)^2 + C^2$, $Y = (1 - H)^2 + C^2$ – параметры, зависящие от размеров лампы и взаимного расположения лампы и облучаемой плоскости, r – радиус лампы, z – участок лампы вдоль оси, l – расстояние по оптической оси от центра лампы до облучаемой плоскости.

Форм-фактор может использоваться для определения плотности облученности дифференциального поглощающего элемента. Плотность облученности в любой точке равна произведению поверхностной облученности и полного форм-фактора. По данной методике было построено теоретическое поле излучения лампы ИПП-7/120. Результаты теоретического и экспериментального расчетов сошлись с точностью до 5 %.

По предложенной модели проведен расчет рециркулятора воздуха с эффективностью обеззараживания от бактерий типа *Staphylococcus aureus* не менее 99,99 %, экспозиция 30 Дж/м². Характеристики рециркулятора: потребляемая мощность 200 Вт, производительность 50 м³/ч, частота следования импульсов 2 Гц, габаритные размеры 600×250×250 мм.

Список литературы

1. Архипов В.П., Желаев И.А., Ивашкин А.Б., Камруков А.С., Семенов К.А. Мультиспектральный фотоэлектрический преобразователь «Спектр-01» для измерения излучательных характеристик импульсных источников широкополосного оптического излучения // Приборы и техника эксперимента. 2017. № 5. С. 159–160.
2. Камруков А.С., Кулебякина А.И. Инженерные методы расчета импульсных ксеноновых ламп: учебн. пособие / под ред. Н.П. Козлова. М.: ООО НИЦ «Инженер», 2010. 222 с.
3. Kowalski, Wladyslaw Jan, P.E., Ph.D., September 26, 2002, Immune Building Systems Technology, McGraw-Hill Professional, ISBN: 0-07- 140246-2.

СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

УДК 628.32

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ФЛОТАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНДИЦИОНИРУЮЩЕЙ КАМЕРЫ

М.С. Виноградов, аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
izum_89@inbox.ru

А.Л. Ершов, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
sanders-07-94@yandex.ru

А.В. Бурков, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
a.burkov@hotmail.com

Научная новизна работы заключается в совмещении в одном аппарате процессов кондиционирования и флотации с целью получения оптимальных режимов, способствующих образованию не просто флотокомплексов, а так называемых аэрофлокул – комплексов «реагент-пузырек-гидрофобные и гидрофильные загрязнения». Что в значительной степени повышает степень очистки сточных вод.

Для реализации флотационных процессов с образованием аэрофлокул разработана экспериментальная установка, имитирующая кондиционирующую камеру. Исследование дисперсного состава пузырьков показало, что наилучший результат наблюдался при частоте вращения 1800 об/мин. При данном режиме концентрация аэрофлокул наиболее велика

Далее проводились эксперименты по подбору дозы реагента и режима перемешивания. В качестве реагентов использовались: 5 % раствор аква-аурата 30 и 0,05% раствор праестола 655. Оценка эффективности очистки осуществлялась по содержанию взвешенных веществ, оптимальная доза реагентов (в расчете на 100 мл очищаемой сточной воды) составила: 0,2 мл коагулянта и 0,1 мл флокулянта.

Параллельно с данными экспериментами проводилось исследование кинетики флотации для подтверждения аналитически полученных данных.

Однако для сравнения расчетных и экспериментальных данных модель образования аэрофлокулы претерпела изменения, так как стадия образования комплекса «реагент-загрязнение» протекает очень быстро и ее не предоставляется возможным зафиксировать. Предложенная модель описывается системой дифференциальных уравнений (1):

$$\begin{cases} \frac{dC_A}{dt} = -k_1 C_A; \\ \frac{dC_B}{dt} = k_1 C_A - k_2 C_B; \\ \frac{dC_C}{dt} = k_2 C_B - k_3 C_D; \\ \frac{dC_D}{dt} = k_3 C_D. \end{cases} \quad (1)$$

Экспериментально были получены необходимые данные для решения приведенной выше системы дифференциальных уравнений: $C_0=326$ NTU; $E=0,05$; $k_0=1$; $D=40$ мкм; $q=1,5 \cdot 10^{-5}$ м³/(м²·с); $v_{\text{под}}=0,0045$ мм/с; $v_{\text{ос}}=0,00045$ мм/с; $h=140$ мм;

На основании полученных данных по формулам (1) определяли константы перехода из одного состояния в другое: $k_1=0,0096$ с⁻¹; $k_2=0,0045$ с⁻¹; $k_3=0,00045$ с⁻¹.

Далее экспериментально проверяли полученные данные. Для этого на лабораторной установке проводили кондиционирование реальной сточной воды с учетом подобранных ранее режимов очистки. Затем полученные экспериментальные значения сравнивали с суммарной кривой C_A+C_B , характеризующую содержание в очищаемой воде исходных загрязнений и аэрофлокул. Данные показывают, что теоретическая кривая и полученные экспериментальные значения совпадают в рамках погрешностей. Это позволяет сделать вывод о возможности использования предложенных моделей для практических расчетов.

Список литературы

1. Ксенофонтов Б.С. Флотационная обработка воды, отходов и почвы. М.: изд-во «Новые технологии», 2010. 270 с.
2. Ксенофонтов Б.С., Козодаев А.С., Таранов Р.А., Виноградов М.С., Сенник Е.В., Воропаева А.А., Сазонов Д.В. Опыт внедрения локальных очистных сооружений на автомобильных мойках // Экология и промышленность России. 2015. № 6. С. 29-31.
3. Ксенофонтов Б.С., Виноградов М.С., Бурков А.В., Ершов А.Л. Исследование процесса кондиционирования сточных вод на лабораторной установке // Естественные и технические науки. 2017. № 4 (106). С. 184-187.

УДК 628.54

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ КАОЛИНА ВО ФЛОТАТОРЕ С ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ АЭРАЦИИ

Е.С. Божевская, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Экология и промышленная безопасность»

kbozhevskaya@inbox.ru

Флотация – это процесс очистки воды с образованием всплывающих флотокомплексов «частицы загрязнений-пузырьки», которые удаляют с поверхности обрабатываемой жидкости в виде пенного слоя. Выбор правильного режима позволяет улучшить технологию очистки воды.

Исследования проводились для разных режимов работы флотационной установки с пневмогидравлической системой аэрации, в качестве загрязнения в модельном стоке использовалась каолиновая глина. Для повышения эффективности очистки использовались реагенты. Условия опыта: объем аэрационной камеры 80 л, 120 мл 5% раствора аква-аурата 30, 24 мл 0,05% раствора Praestol 2540, расход воды 350 л/ч, расход воздуха 16 л/ч.

Определение концентрации загрязнителя производилось с помощью колориметра DR/890 Colorimeter, для чего предварительно был построен градуировочный график, который показывает зависимость между концентрацией и мутностью, фиксируемой колориметром в FAU (единицах мутности по формазину): $y = 0,0033 \cdot x$, где y – концентрация вещества, мг/л; x – показание прибора, FAU.

Ранее [1] для данного модельного стока использовалась пневмогидравлическая система аэрации с вихревым насосом. В данной работе использовался центробежный насос, что может оказывать влияние на эффективность очистки воды.

Эксперимент проводился на двух режимах с исходной концентрацией глины – 0,76 мг/л. Опыты проводились в течение 25 минут.

При первом режиме насос запускался и непрерывно работал 15 минут. Через 10 минут после остановки насоса отбиралась проба. Эффективность очистки составила 6%. Это связано с тем, что при работе установки в ней образуются турбулентные потоки, что мешает всплытию флотокомплексов и способствует их разрушению.

Во втором режиме насос запускался на 2 минуты, за это время в аэрационной камере происходило полное насыщение воды воздухом. Далее в течение 3 минут происходило беспрепятственное всплытие флотокомплексов. Через 5 минут после включения насоса его повторно запускают. Цикл повторялся 5 раз. В результате опыта через 25 минут концентрация составила 0,37 г/л (эффективность очистки – 64%).

По итогам проведенной работы установлено, что пневмогидравлическую систему аэрации с центробежным насосом возможно использовать для очистки воды от загрязнений, образующих флотокомплексы с пузырьками в широком диапазоне со средним размером 65-70 мкм. В статье [1] для данного загрязнения эффективность вихревого насоса составила 70%, из чего следует, что вид насоса не влияет на полученные опыты. В результате серии экспериментов выяснилось, что второй режим (с остановкой насоса) значительно эффективнее в данных условиях.

Список литературы

1. Сазонов Д. В., Антонова Е. С. Подбор систем аэрации для флотационной очистки воды различного состава // Вода: химия и экология. 2018. № 1-3. С. 62–67.

УДК 628.32

РЕАГЕНТНАЯ ОБРАБОТКА ИЛОВОЙ СМЕСИ

Д.Д. Губанова, магистрант

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

dd.gubanova@yandex.ru

Д.И. Желтова, магистрант,

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

dacoco@yandex.ru

Актуальность данной работы обусловлена отсутствием объективной оценки очистки сточных вод, мониторинга за производством и применением осадков. Это, в свою очередь, затрудняет решение одной из важнейших экологических проблем – утилизации городских отходов.

В России с численностью населения 148 млн. человек, в том числе городского населения свыше 100 млн. человек, расчетный объем образующихся отходов в виде осадков городских сточных вод оценивается ориентировочно в 4,4 млн. т. в год (по сухому веществу) [1].

Уплотнение осадков сточных вод является первичной стадией обработки активного ила и предназначено для уменьшения их объемов. Чем больше будет эффективность уплотнения на первой стадии, тем меньше будут затраты при последующей его обработке.

В данной работе рассматривается гравитационное уплотнение. Различают три фактора уплотнения осадков.

Биологический фактор уплотнения осадков. При соблюдении нормального режима культивирования при биологической очистке, можно добиться того, что ил будет обладать хорошо выраженными седиментационными свойствами. Процесс культивирования следует проводить всегда, но, если осадок не отвечает требованиям, совместно с биологическим способом применяют химический или физический способ в зависимости от конкретных условий.

Физический фактор уплотнения осадков. Нагревание. Оптимальная температура нагрева 80-900 °С. Достоинства: время процесса уплотнения уменьшается до 1,5-2ч. Недостатки: энергозатратен, поэтому на практике практически не применяется.

Перемешивание. Перемешивание осадка во время уплотнения производится с помощью стержневых мешалок. Достоинства: снижается вязкость активного ила и его

электрокинетический потенциал. Недостатки: сложность конструкции, сложность в эксплуатации.

Дегазация. Достоинства: хлопья приобретают более плотную структуру, улучшается процесс седиментации взвешенных веществ, иловый индекс снижается на 20–25%. Недостатки: сложность конструкции, сложность в эксплуатации.

Химический фактор. Это наиболее известный и распространенный способ, с помощью которого можно обезводить подавляющее число осадков. Для реагентной обработки используют минеральные и органические соединения – коагулянты и флокулянты. Достоинства: дешевизна процесса, простота использования, небольшие габариты очистных конструкций. Недостатки минеральных реагентов: дефицитность, высокая стоимость, коррозионность, сложность хранения и дозирования.

Недостатки гравитационного уплотнения обуславливают поиск путей повышения эффективности. При этом ставятся три основные задачи: сокращение продолжительности времени уплотнения; получение осадка с более низкой влажностью; снижение количества взвешенных веществ в отделяемой воде.

На данный момент наиболее эффективным реагентом для уплотнения осадка оказалось сернокислое железо в сочетании с суперфлоком. Также активному уплотнению ила способствуют реагенты-кислоты. Для осветления иловой воды, исходя из экспериментов, наиболее эффективным реагентом является известь с добавлением суперфлока.

Список литературы

1. Скворцов Л. С., Коныгин А. А. Комплексная обработка осадков с целью их утилизации // Водоснабжение и Канализация. 2012. №3-4. Режим доступа: <http://www.ecotech-moskva.ru/?id=27> (дата обращения 01.03.2018)

УДК 628.32

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОБОРОТНОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ГАЛЬВАНИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

К.И. Афросина, магистрант

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

Karina_afrosina@mail.ru

Предприятия, в составе которых функционируют гальванические цехи (участки), являются основными источниками поступления токсичных тяжелых металлов в объекты окружающей среды. При этом установленные нормативы допустимых концентраций по ионам тяжелых металлов для сточных вод, отводимых в канализационные сети, часто не выполняются, что затрудняет работу городских очистных сооружений.

В гальваническом производстве применяются следующие системы водоснабжения: прямоточная, многократного использования воды (оборотная), полуоборотная.

По технологическим процессам методы очистки сточных вод гальванического производства делятся на: механические, физико-химические, электрохимические, сорбционные, мембранные, метод ионного обмена, комбинированные. Однако ни один метод нельзя назвать универсальным, т.е. эффективным и дешёвым, поэтому наиболее целесообразно применять комбинированные методы.

Балтийский судостроительный завод. Схема с применением химического метода. Достоинством схемы является возможность ее применения для обезвреживания сточных вод различных объемов с различной концентрацией загрязнений ионов тяжелых металлов. Недостатками схемы являются дополнительное загрязнение стоков за счет внесения в них катионов и анионов реагентов, необходимость организации и содержания реагентного

хозяйства. Также не достигается необходимая степень извлечения из сточных вод тяжелых металлов.

Балаклавский судостроительный завод. Схема с применением метода гальванокоагуляции. Схема отличается простотой аппаратного оформления, низкими энергозатратами. Недостатки: невозможность регулирования количества растворяемого железа, нестабильность процесса, сложность в обслуживании гальванокоагулятора.

ОАО Завод им. Тарасова. Схема с применением метода электрокоагуляции. Достоинством является высокая производительность, простота эксплуатации, нечувствительность к изменениям параметров процесса, получение шлама с хорошими структурно-механическими свойствами. Следует отметить и недостатки схемы: Недостатками схемы являются высокий расход электроэнергии; расход металла на изготовление анодов; увеличение общего объема шламов за счет большого количества гидроксида железа.

Схема, разработанная студентами РХТУ им. Д.И. Менделеева. Схема с применением методов электрофлотации, микрофльтрации, промышленного обратного осмоса и вакуумного выпаривания. Совершенствование мембранных и флотационных технологий позволяет создавать компактное высокопроизводительное водоочистное оборудование с относительно низкими эксплуатационными затратами, а при необходимости наращивать производительность очистных сооружений за счет модульности их исполнения [1].

Сложный состав сточных вод предъявляет высокие требования к схемам очистных сооружений. Для более экономичной работы очистных сооружений необходимо, чтобы схема очистки стоков была рассчитана на удаление всего ряда компонентов загрязнений. Кроме того, в связи с дефицитом воды питьевого качества, многократным увеличением ее отпускной стоимости возникает острая необходимость в создании водооборотных схем очистки загрязненных вод гальванических производств.

Список литературы

1. Павлов Д.В., Вараксин С.О., Колесников В.А. Очистка сточных вод гальванических производств // Экология пр-ва. Металлургия и машиностроение. 2008. № 3 (12). С. 1-2.

УДК 628(07)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АЭРАЦИИ ФЛОТАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Литвинов Н.Н., студент

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

Научный руководитель: Капитонова С.Н., к.т.н., доцент

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

Ксенофонтов Б.С., д.т.н., профессор

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

Одной из главных экологических проблем является состояние качества воды, необходимой для существования человечества и экосистемы в целом. Существенный вклад в загрязнение водных объектов вносят неорганизованные сбросы ливневых и талых вод. Основными загрязняющими веществами продолжают оставаться нефтепродукты, тяжелые металлы, поверхностно-активные вещества, сульфаты и хлориды.

Сточные воды, отводимые с территории промышленных предприятий, по своему составу могут быть разделены на три вида: 1) производственные; 2) бытовые 3) атмосферные (ливневые) [2].

Наибольшее распространение в практике физико-химической очистки сточных вод, получил метод флотации. Этот метод заключается в образовании комплексов «частицы -

пузырьки», последующем их всплывании и удалении образовавшегося пенного слоя с поверхности обрабатываемой жидкости.

Из всех известных методов флотации можно выделить наиболее экономически выгодные и технологически простые виды – напорная, в отдельных случаях пневматическая и со струйной аэрацией [2,3]. При этом эффективность очистки может достигать 90-95% [2]. Кроме того, данный метод можно использовать, когда другие сложно применить технически.

В случае очистки ливневых сточных с помощью метода флотации в каналах со струйной системой аэрации подача воздуха в канал осуществляется через эжектор, обогащающий воду кислородом за счет подсосывания воздуха. Из-за сужения выходного сечения эжектора происходит существенное ускорение потока жидкости, смешанной с воздухом [3].

Экспериментальные данные показали, что основным параметром, влияющим на эффективность очистки, является степень аэрации, которая зависит от высоты падения струи и угла подачи. Исследования, проведенные на разных высотах от 15 до 35 см и с разными углами наклона (30-60 градусов) подачи струи, позволили определить оптимальные параметры. Из-за неравномерного распределения степени аэрации в канале и возможности возникновения “мертвых” зон важно, чтобы ширина канала не превышала 20 см, а скорость подачи сточной воды 1,75 м/с. Степень аэрации при оптимальном угле наклона в 45 градусов может варьироваться от 0,02 до 0,04 см³/см²*с.

С помощью данного эксперимента получены трехмерные графики распределения интенсивности аэрации на поверхности жидкости в канале и определен оптимальный угол и высота.

В заключении следует отметить, что флотационная очистка поверхностных сточных вод является эффективным способом удаления не только нерастворимых частиц, но и уменьшает концентрацию поверхностно-активных и гидрофобных веществ, что упрощает дальнейшую очистку ливневых сточных вод.

Список литературы

1. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Воронов Ю.В. Очистка производственных сточных вод. 1985. 336 с.
2. Ксенофонтов Б.С. Очистка сточных вод: кинетика флотации и флотокомбайны. М.: ИД «Форум» - Инфра-М. 2015. 256 с.
3. Ксенофонтов Б.С. Флотационная очистка и насыщение сточных вод кислородом с использованием эжекторных систем аэрации // Производственно-технический и научно-практический журнал «Водоочистка, Водоподготовка, Водоснабжение». 2018. С. 32-36.

УДК 620.262

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОНТЕЙНЕР-ЦИСТЕРНЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА КОЛЛЕКТИВНОГО И ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РИСКА

Т.А. Лебская, магистрант

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

tutiana95@mail.ru

Вопросы охраны окружающей среды и охраны труда имеют большое социально - экономическое значение. Особенно остро указанные проблемы стоят в промышленности.

По данным МЧС России в Российской Федерации за 2017 г. было зафиксировано 176 чрезвычайных ситуаций (далее — ЧС) техногенного характера, в результате которых погибло 507 человек и пострадало 2335 человек [1].

Анализ ЧС техногенного характера показал, что значительная их доля, особенно тех, которые приводят к поражению людей и большим материальным потерям, возникает в результате аварий и катастроф на потенциально опасных объектах. В 2017 г. на объектах промышленности произошло 226 аварий и 63 несчастных случая со смертельным исходом.

Контейнер – цистерны также являются опасными производственными объектами, в случае если они предназначены для транспортировки опасного груза. В соответствии с [2] сжиженный природный газ (далее — СПГ) относится ко 2 классу опасности и транспортируется при сверхнизких температурах при атмосферном давлении.

С целью разработки эффективных методов по предотвращению возникновения аварий и ЧС на объектах транспортировки сжиженных газов, был проведен анализ процесса заправки автоцистерны СПГ на станции Московского газоперерабатывающего завода.

Согласно проведенному анализу основных причин аварий на контейнер-цистернах наибольший процент составляют механические повреждения, во многом связанные с ошибками персонала при выполнении регламентных и аварийных действий — 56%. Немалый вклад в аварийность вносит высокая степень износа оборудования, а также коррозионные разрушения стенок сосудов и соединительных трубопроводов.

С помощью модели «дерево отказов» разгерметизации резервуара, построенного на основе анализа произошедших аварий, была оценена вероятность отказа системы - $5.3 \cdot 10^{-3}$.

По результатам расчета вероятностей возможных сценариев развития аварии при разгерметизации цистерны СПГ на станции заправки на основании приказа МЧС России от 10.07.2009 № 404 [3] вероятность наиболее опасного сценария, а именно мгновенного выброса продукта с образованием «огненного шара» составила $0,0025 \text{ год}^{-1}$.

Индивидуальный риск для персонала в здании станции заправки завода — $6.48 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$; коллективный риск — $2.74 \cdot 10^{-5} \text{ чел/год}$; потенциальный территориальный риск — $2.21 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$.

В результате аварии зафиксировано 2 безвозвратные потери и 1 санитарная тяжелая потеря.

Исходя из полученных значений можно сделать вывод, что и индивидуальный риск, и коллективный риск укладываются только в переходную зону допустимого риска. Следовательно, необходимо принять соответствующие меры по уменьшению этих величин, а также снижению вероятности отказа опасных элементов системы путем максимальной автоматизации процесса перевозки опасного груза.

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2017 году»
 2. ГОСТ 19433 – 88 «Грузы опасные. Классификация и маркировка» (утв. постановлением Госстандарта СССР от 19 августа 1988 г. № 2957)
 3. Приказ МЧС России от 10.07.2009 № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» // Сборник законодательства Российской Федерации – 28 июля 2009 г. №52. ст. 1752.
-

УДК 699.844

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ АКУСТИКИ ЛЕКЦИОННЫХ АУДИТОРИЙ 413Э И 415Э И РАЗРАБОТКА МЕР ПО УЛУЧШЕНИЮ АКУСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

К.С. Чичварина, студент

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

Christina160195@gmail.com

В данной работе проводилось исследования акустических свойств двух идентичных лекторских аудиторий 413Э и 415Э с целью снижения эха и улучшения разборчивости речи при проведении занятий.

Для оценки акустических свойств облицовочных материалов был создан экспериментальный стенд на основе трубы Кундта, на котором испытывались разные образцы звукопоглощающих материалов с воздушным зазором и без него.

Для улучшения акустических свойств аудитории 413Э проведены проектирование и расчет исследованной на стенде звукопоглощающей облицовки.

1. Определение времени реверберации в аудиториях

В эксперименте были измерены и обработаны импульсные отклики 2 аудиторий 413 (не имеющая акустической облицовки) и 415 (облицована), с помощью которых получили данные о времени реверберации аудиторий.

2. Определение коэффициента звукопоглощающего облицовочного материала

Для измерений звукопоглощающих характеристик образцов облицовки использовался акустический интерферометр (труба Кундта).

В ходе эксперимента с помощью генератора звуковых частот Brüel & Kjaer через динамик в интерференционную трубу поступал выходной сигнал - белый шум. Установленные внутри микрофоны фиксировали максимумы и минимумы, приходящие к ним созданной стоячей волны [2]. В положении находилась жесткая стенка в начальном эксперименте, а в дальнейших - образец звукопоглощающего материала. С помощью стакана и жесткой стенки, регулировался воздушный зазор между образцом и самой стенкой. Для того, чтобы увеличить звуковой сигнал, поступающий на микрофоны, их соединяли с усилителем, который через аудио-карту передавал полученные данные на компьютер с ПО RT Photon для обработки звуковых сигналов и дальнейшего определения коэффициентов звукопоглощения и отражения установленного образца.

3. Расчет предлагаемой звукопоглощающей облицовки в 413Э

Сравнивая эффективности звукопоглощающей облицовки аудитории 415Э и теоретически разработанной звукопоглощающей облицовки аудитории 413Э, которые были рассчитаны согласно методике [1] полученная эффективность использования 11 дБ на среднегеометрических частотах 125 Гц-500 Гц, 13 дБ на 1000 Гц и 8 дБ на 2000 Гц.

Заключение

1. Измеренные величины времени реверберации свидетельствуют о недостаточном коэффициенте звукопоглощения в лекторских аудиториях, что не соответствует нормам и ухудшает разборчивость речи.

2. На созданной экспериментальной установке проведено измерение коэффициента звукопоглощения стандартной панели с воздушным зазором от 0 до 125 мм. Наилучшие результаты для удовлетворения требований к лекторским аудиториям получены при зазоре 105 мм.

В процессе исследования влияния перфорации диаметром отверстий 4 мм и 6 мм на акустическую эффективность была определена наилучшая конструкция, состоящая из перфорированной панели с отверстиями 4 мм и воздушным зазором 125 мм.

3. Проведенный расчет предполагаемой эффективности усиленной акустической обработки потолка и части стен в аудитории 413 показал положительный эффект для создания оптимальных условий лекторского труда.

Список литературы

1. Юдин Е. Я. Справочник проектировщика. Защита от шума. М.: Стройиздат, 1974.
2. Комкин А.И. Методы измерения акустических характеристик звукопоглощающих материалов // Измерительная техника. 2003. № 3. С. 47-50.

УДК 66.067.16-911.48

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПАРАМЕТРОВ ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАЗДЕЛЕНИЯ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ

Е.С. Вылегжанина, магистрант

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

GBakylina@yandex.ru

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам ресурсосбережения и переработки отходов. Одним из ресурсов, который можно вернуть в технологический цикл является отработанное моторное масло. В качестве эффективного способа очистки данного ресурса с возможностью дальнейшего повторного использования предлагается использовать гидродинамическое фильтрование. По предложенным в [1] конструкциям был спроектирован гидродинамический фильтр (далее ГДФ).

Для исследования эффективности фильтрования в ГДФ было выбрано использование аналитической модели, предложенной в [2]. В качестве исследуемого параметра в данной модели предложено рассматривать функцию плотности распределения частиц внутри фильтра (формула 1).

$$f(x,t) = \left\{ x^{\frac{\Theta}{2}} e^{-\frac{mx}{2}} \sum_{i=0}^{\infty} \left(\frac{\Theta \cdot m}{(\Theta + 2i)} x \right)^{\frac{\Theta}{2}} e^{-\frac{\Theta \cdot m}{2(\Theta + 2i)} x} C_i L_i^{(\Theta-1)} \left(\frac{\Theta \cdot m}{(\Theta + 2i)} x \right) \exp \left(-\frac{k^2 (\Theta + i)}{b(\Theta + 2i)^2} i \cdot t \right) \right\} \quad (1)$$

где x – безразмерная координата, t – время пребывания в аппарате, θ , m – постоянные коэффициенты, характеризующие интенсивность классификационного воздействия центробежных сил и случайных возмущений соответственно, C_i – постоянные, зависящие от начальных условий, L_i – постоянные, зависящие от конструкции фильтра.

Представленная формула вызывает трудности для практического применения, поэтому по материалам [3] была упрощена в формулу 2.

$$f_{\infty,n}(x) = C_{0,n} \cdot x^{\Theta} \exp \left(-\frac{m(n+1)}{2n} \cdot x^{\frac{2n}{(n+1)}} \right) = C_{0,n} \cdot x^{\Theta} e^{-m'x^{\alpha}} \quad (2)$$

где x – безразмерная координата, θ , m , b – постоянные коэффициенты, характеризующие интенсивность классификационного воздействия центробежных сил и случайных возмущений соответственно, C_0 – постоянная, зависящая от начальных условий, n – коэффициент, зависящий от свойств жидкости.

К конструктивным параметрам данной модели относятся длина вертикальной части фильтра, радиусы цилиндрической части фильтра и фильтровальной перегородки, площадь входного патрубка. К расходным параметрам отнесём расход очищаемой жидкости, к параметрам разделяемой дисперсной среды вязкость жидкости, плотности среды и частиц.

В работе было проведено исследование влияния конструктивных параметров, таких как диаметр цилиндрической части фильтра, высота фильтра, площадь входного сечения в фильтр.

Для исследования была написана программа с использованием программного продукта Microsoft Office Excel. По проведённым расчётам были получены следующие выводы: изменение высоты фильтра в сторону увеличения приводит к повышению эффективности фильтрования и наоборот. При уменьшении диаметра цилиндрической части эффективность фильтрования также увеличивается. При уменьшении площади сечения входного патрубка эффективность повышается.

Определённые зависимости подтверждены построенными по расчётам графиками. По проведённому исследованию получены теоретические данные, которые планируется использовать для проведения экспериментальных исследований по применимости предложенного фильтра для применения в очистке жидкостей от механических примесей.

Список литературы

1. Девисилов В.А., Мягков И.А., Шарай Е.Ю. Исследование гидродинамического вибрационного фильтрования и разработка конструкции фильтра // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. №1 (3).
2. Девисилов В.А., Львов В.А., Мягков И.А., Шарай Е.Ю. Аналитическая модель процесса разделения суспензий в гидродинамическом фильтре с вращающейся перфорированной перегородкой Безопасность в техносфере. 2014 . № 5 . С. 32-41.
3. Терновский И.Г., Кутепов А.М. Гидроциклонирование. М.: Наука, 1994.

УДК 504.4.054

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ПУЗЫРЕЙ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ ДЛЯ ФЛОТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Т. Декан, магистр

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

thomas.decaen@mail.ru

Размер пузырьков, используемых в ходе очистки воды флотационным способом, лежит в интервале от 1 мкм до 2 мм. Следовательно, наш подход, основанный на теории Миннаерта, объясненной Т. Лейтоном в книге «The Acoustic Bubble» (Акустический пузырек) [1], приводит к формулированию нескольких гипотез. Все эти гипотезы подтверждаются проверочными расчетами. Рассматривая каждый пузырек как сферический, мы пренебрегаем всеми эффектами теплообмена и затухания колебаний. Таким образом, знание о частоте резонанса пузырька является хорошим может привести к получению информации о его радиусе. Для пузыря воздуха в воде при атмосферном давлении соотношение радиуса пузырька к его частоте резонанса может быть определено по формуле [2]:

$$\nu_m \times R_0 = 3 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1},$$

где:

ν_m – частота Миннаерта, частота резонанса пузырька;

R_0 – средний радиус пузырька

Разработанная теория подтверждалась экспериментально. Исследования проводились в лаборатории МГТУ им. Н.Э. Баумана, опуская в воду 4 гидрофона, и управляя воздушным потоком, протекающим через аэратор. Кривые, полученные гидрофонами, были обработаны программой, сделанной на кафедре. Эта программа использует временные и частотные данные гидрофонов чтобы определить ближайшую функцию для описания распределения радиусов пузырьков. Результаты, полученные

таким методом, были проверены фотометрическим методом, который является алгоритмом обнаружения структур, способным распознавать и точно измерять характеристики объектов размером аналогичным размерам исследуемых пузырьков. Добившись наилучшего приближения распределения радиусов пузырьков, собранных фотометрическим методом, мы смогли сделать вывод о соответствии фотометрического и акустического результатов.

Совместив теорию с результатами экспериментов с помощью разработанных программ можно сделать вывод о среднем радиусе пузырьков и их стандартном отклонении в облаке.

Итак, мы сделали вывод о том, что можно использовать акустический подход чтобы измерить достаточно точно средний радиус пузырьков. Такая информация может быть легко получена с помощью акустического метода и представляют больший интерес для инженеров, работающих в сфере очистки воды.

Список литературы

1. Leighton T. The acoustic bubble. Academic press, 2012.
2. Minnaert M. XVI. On musical air-bubbles and the sounds of running water. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science. 1933. С. 235–248.

СЕКЦИЯ «ГИДРОМЕХАНИКА, ГИДРОМАШИНЫ И ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКА»

УДК 62-137

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ КОРРЕКТНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭМПИРИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ В УПРОЩЕННОЙ МОДЕЛИ РЕЛЕЯ-ПЛЕСЕТТА ПРИ РАСЧЕТЕ КАВИТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

О.Ю. Бибик, магистрант

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

oksanbibi@gmail.com

Научный руководитель: В.О. Ломакин, д.т.н., доцент

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

lomakin@bmstu.ru

Основной причиной трудностей моделирования кавитации является сложная физическая природа явления и соответственно необходимость учета большого количества факторов в математической модели.

В качестве исследуемой проточной части выбран насос двустороннего входа с боковым полуспиральным подводом. Модель кавитации, на основе которой проводились расчеты в данной статье, основана на упрощенном уравнении Рейля-Плесетта с введением коэффициентов K_1 и K_2 , описывающих рост кавитационного пузыря, для компенсации упрощений. Первый коэффициент изменяет скорость роста кавитационного пузыря, второй – скорость схлопывания. Расчет кавитационной характеристики проводился путем постепенного снижения опорного давления.

Предлагаемая математическая модель теоретически рассчитывается по классическим методикам, подробно изложенным в [1,2]. В результате получен кавитационный запас, равный 4,45м. Подробно математическая модель и расчет теоретического кавитационного запаса рассмотрены в статье [3].

В результате гидродинамического моделирования процесса кавитации при понижении давления на входных кромках шнека появляются зоны с содержанием водяного пара. Расчетные частные кавитационные характеристики для различных

значений коэффициентов приведены на рисунке 2. Близкое к экспериментальному Δh получено значение кавитационного запаса при значениях коэффициентов 5/0,2. Т.е. скорость роста увеличена в 5 раз, а скорость схлопывания уменьшена в 5 раз.

Выводы

Проведенная работа позволяет сделать следующие выводы:

1) Использование упрощенной модели Релея-Плесетта без введения эмпирических коэффициентов приводит к завышенным значениям кавитационного запаса насоса, либо к нефизичным результатам. Это связано с учетом многих факторов в модели, например, наличие в жидкости растворенного воздуха, поверхностное натяжение газового пузыря и пр.

2) Введение коэффициентов оказывает существенное влияние на расчетные кавитационные характеристики насоса, в том числе позволяет добиться близких к теоретическим значениям кавитационного запаса, что доказано не только теоретическими расчетами, но и натурными испытаниями.

Список литературы

1. Малюшенко В.В. Лопастные насосы. Теория, расчет и конструирование. 1977.
2. Ломакин А.А. Центробежные и осевые насосы. 1965.
3. Ломакин В.О., Бибик О.Ю. Влияние эмпирических коэффициентов в модели Релея-Плесетта на расчетные кавитационные характеристики центробежного насоса, Гидравлика. 2017. №3.

УДК 621.671.2

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ГЕРМЕТИЧНОГО НАСОСА ПО УРОВНЮ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

Г.Д. Шишкин, магистрант

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

germanshishkin@gmail.com

А.С. Шишкина, магистрант

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

asja48@mail.ru

В данной работе рассматривается герметичный центробежный насос с лопаточным направляющим аппаратом. Соотношение количества лопастей рабочего колеса и направляющего аппарата (7 и 9 лопастей соответственно) выбрано таким, чтобы обеспечить минимальные гидродинамические колебания [1].

Интенсивность гидродинамических источников колебаний насоса зависит от геометрических параметров и соотношений рабочего колеса и отводящего устройства. Таким образом, рабочее колесо и отводящее устройство оказывают взаимное влияние друг на друга. Это обстоятельство вызывает необходимость проводить комплексную оптимизацию всей проточной части.

В качестве критериев оптимизации приняты пульсации давления на входе на лопасть направляющего аппарата, а также КПД. В данной работе методом оптимизации выбран ЛП-тау поиск [2]. Этот метод обеспечивает равномерное зондирование точками Соболя всего многомерного пространства параметров. Параметры оптимизации и их диапазоны приведены ниже: угол лопасти на выходе из колеса от 18° до 28° ; радиус расположения входа на лопасть направляющего аппарата от 80 до 94 мм; угол установки лопасти на входе в направляющий аппарат от 15° до 26° ; площадь горла направляющего аппарата от 210 до 310 мм². Для гидродинамических расчетов используется CFD моделирование (англ. computational fluid dynamics – вычислительная гидродинамика). Оно

основано на решении дискретных аналогов базовых уравнений гидродинамики. При расчете в данной работе использована модель несжимаемой жидкости [3].

В процессе работы было получено 34 расчетные точки, по параметрам которых были построены 3D-модели проточных частей. Далее при помощи пакета CFD-моделирования STAR-CCM+ были произведены гидродинамические расчеты всех вариантов проточных частей. Во время расчета снимались следующие величины: напор, момент, КПД, пульсации давления. Вычисление модуля спектра пульсаций давления осуществлялось на основе реализации быстрого преобразования Фурье.

Таким образом, были получены значения критериев оптимизации. Они оказались взаимнообратными, т.е. при улучшении одного ухудшается другой. Для выбора оптимальной модели применялся критерий Парето. В результате была выбрана оптимальная модель. В сравнении с исходной моделью пульсации давления уменьшились примерно в 2 раза, незначительно повысился КПД, напор увеличился чуть более чем на 1 метр.

Это позволяет говорить об успешных результатах оптимизации. Однако стоит сказать, что есть возможность улучшения результатов, для этого потребуется увеличение количества расчетных точек и параметров оптимизации, а также расчет взаимного влияния потока жидкости и конструкции насоса.

Список литературы

1. Покровский Б.В. Проектирование рабочих органов маломощных центробежных насосов: Учеб. Пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 26 с.: ил.
2. Чабурко П.С., Ломакин В.О., Кулешова М.С., Баулин М.Н. Комплексная оптимизация проточной части герметичного насоса методом ЛП-тау поиска: Насосы. Турбины. Системы. № 1(18). 2016. С. 55-61.
3. Ломакин В.О., Петров А.И., Степанюк А.И. Оптимизация геометрических параметров отвода нефтяного магистрального насоса типа НМ: Наука и образование: Электронное научное издание МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2012. № 3.

УДК 599.722

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ЦЕХА ОТ ПРИМЕСЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

А. Д. Шульженко, бакалавр

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

annadmitrevnash@mail.ru

Д. С. Молоткова, бакалавр

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

daria.sergeevna.mlt@gmail.com

Гальваническое производство один из основных источников загрязнения окружающей среды. Токсическим компонентом сточных вод гальванической промышленности являются ионы тяжелых металлов. Их удаление позволит повторно использовать водные ресурсы..

Наиболее важным процессом в гальваническом производстве является промывка деталей, которая требует колоссальных затрат воды и больших денежных расходов.

В связи со всем вышеизложенным, вопрос выбора наиболее эффективной, безопасной и надежной системы очистки сточных вод является актуальным.

На данный момент существует несколько методов очистки загрязненных вод.

Механический метод очистки является предварительным и заключается в извлечении взвешенных или осевших нерастворимых твердых частиц, волокон и прочей примеси.

Химический метод очистки заключается в ведении реагента в сточную воду, который образует осадок с растворившимся веществом, в результате чего оно может быть удалено.

Особую популярность получил реагентный способ очистки воды, относящийся к категории химических. Именно его мы используем в нашей работе.

Проведенная очистка и обеззараживание загрязненной воды позволяет вторично ее использовать или осуществлять сброс в реки, не нанося вред окружающей среде.

Электрохимический метод – безреагентный метод. Процесс очистки происходит под действием электрического тока.

Сорбционная очистка – это поглощение твердыми сорбентами примесей из сточных вод.

Мембранный метод очистки основан на пропускании через себя жидких веществ и задержке примесей. Мембрана служит фильтрующим материалом. Рассмотрен в статье [1].

Принцип работы биологических методов: под действием микроорганизмов происходит биохимическое окисление органических примесей [2].

В работе проведен анализ реагентов для очистки сточных вод гальванического цеха предприятия «Компонент». Для исследования были взяты следующие вещества: $Mg(OH)_2$, 5% суспензия извести $[Ca(OH)_2]$ и 10% раствор каустической соды $NaOH$.

Гидроксид магния — высокоэффективный реагент нового поколения для очистки воды и промышленных газов от вредных примесей [3].

Целью работы является определение наиболее эффективного реагента для очистки сточных вод. Были взяты три колбы одинакового объема.

Исследуемая проба имеет $pH=3$. Так как большинство металлов выпадает в осадок с $pH=7 \dots 11$, то для начала анализа необходимо привести сток к нейтральной среде ($pH \approx 7$).

Повышение pH до нейтрального значения выполнялось с помощью каустической соды. Преимущество $NaOH$: до достижения $pH=7$ не происходит как таковой адсорбции и очистки.

В данном эксперименте для достижения $pH \approx 7$ потребовалось 0,49 мл $NaOH$ на каждую из трёх колб исходного объема.

При добавлении 0,3 мл $NaOH$, наблюдается начало выпадения осадка, при этом pH среды поднимается до значения ≈ 5 , которое попадает в промежуток осаждения ионов алюминия. По этому результату можно сделать вывод о том, что в исходном гальваническом стоке содержатся ионы алюминия (Al^{3+}).

При добавлении реагента на протяжении всего эксперимента образуется белая взвесь. Это свидетельствует о том, что происходит коагулирование воды. После отстаивания проб можно наблюдать границу раздела между очищенным раствором и образовавшимся осадком.

Процесс выпадения осадков можно рассмотреть на примере железа: $Fe^{3+} + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+} + Fe(OH)_2 \downarrow$. Подобным образом осаждаются все тяжелые металлы.

В итоге получаем, что при добавлении реагентов после нейтрализации рост pH замедляется. При использовании $Mg(OH)_2$ pH стока растёт очень слабо, оставшиеся реагенты дают более высокие показатели. Проанализировав данные опыта, получаем, что повышение $pH > 7$ с помощью гидроксида магния в некоторых случаях может быть нецелесообразно.

По результатам анализов, проведенных авторами, был сделан вывод, что наиболее эффективным реагентом из исследуемых является $Mg(OH)_2$. Следовательно, гидроксид магния более выгодный реагент для очистки стоков.

Список литературы

1. Лепеш Г.В., Панасюк А.С., Чурилин А.С. Современные методы очистки сточных вод промышленных предприятий // Технико-технологические проблемы сервиса №3(37). 2016.
2. Ксенофонтов Б.С., Гончаренко Е.Е. Интенсификация процессов очистки воды с использованием биофлокулянта // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Естественные науки». 2016. № 3. С. 118–127
3. Русское горно-химическое общество. Режим доступа: <http://www.magminerals.ru> (дата обращения 26.12.17).

УДК 62-522

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРО- И ПНЕВМОСИСТЕМ

И.О. Запорожец, магистрант

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

moonig@ya.ru

В современных системах управления исполнительными объектами, широкое применение нашли электропневматические следящие приводы. С развитием техники возрастают требования к характеристикам пневмоприводов. Пневмопривод в общем случае состоит из управляющей и исполнительной подсистем.

Пропорциональный распределитель - основа пропорционального управления, служит для управления направлением и величиной потока рабочего газа в зависимости от величины подаваемого электрического сигнала. Его характеристики напрямую влияют на степень совершенства управления пневматическими системами.

Пневмоцилиндр – пневмодвигатель прямолинейного движения исполнительной подсистемы, обеспечивающий возвратно-поступательное движение нагрузки. Для снижения ударной нагрузки в конце хода, применяется демпфирование. Бесштоковая конструкция обеспечивает наименьший габарит по длине и больший ход поршня.

Динамические характеристики привода наряду со статическими характеристиками важны при проектировании систем управления объектами. При исследовании динамических свойств систем наиболее часто используют гармоническое входное воздействие, характеризующееся совпадением отклика с задающим сигналом по форме и частоте [1].

Лабораторный пневматический стенд Festo, используемый для построения частотных характеристик привода и отладки разрабатываемой программы, состоит из дискретно-аналогового интерфейса ПК для измерения и регулирования сигналов - EasyPort USB, линейного пневмоцилиндра двустороннего действия с внешним датчиком перемещения, пропорционального пневмораспределителя с электронным модулем.

Входной сигнал через сумматор подается на пневмораспределитель, который управляет пневмоцилиндром. Обратная связь осуществлена по положению штока линейного пневмодвигателя.

Для наблюдения за характеристиками привода, регистрации их значений в реальном времени, обработки результатов испытаний, а также построения частотных характеристик, используется ПК с установленным программным обеспечением LabVIEW фирмы National Instruments совместно с модулем EasyPort USB [2,3].

Заданная пользователем область частот разбивается на заданное число шагов. По частотам на границах вычисленных интервалов строится несколько периодов синусоиды с выбранной амплитудой и разбитых на выбранное число точек в пределах возможности

ЦАПа. Полученный массив подаётся на исследуемое устройство, а из массива отклика вычисляется амплитуда сигнала и запаздывание по фазе. После преобразования, строятся графики ЛАХ и ЛФХ

Составлен алгоритм и написана прикладная программа для экспериментального определения частотных характеристик приводов. Результаты экспериментов, полученные с помощью разработанной программы, с достаточной точностью совпадают со снятыми аналоговым прибором (с помощью анализатора передаточных функций), а также с вычисленными аналитически при помощи математической модели привода. Приложение универсально и может быть использовано для исследования динамических характеристик широкого множества устройств.

Список литературы

1. Попов Д.Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмо- систем. Москва, Машиностроение, 1987. 464 с.
2. Попов Д.Н. Сосновский Н.Г., Сиухин М.В. Компьютерное моделирование гидросистем с типовыми нелинейными характеристиками. Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. № 7.
3. Тревис Дж., Кринг Дж. LabView для всех. Москва, ДМК Пресс, 2011, 904с.

УДК 62-137

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЯВЛЕНИЯ ГИДРОУДАРА НА ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ НАСОС МЕТОДАМИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ

Т.З. Валиев, магистрант

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

timurvz@mail.ru

Гидроудар – скачок давления в какой-либо системе, заполненной жидкостью, вызванный быстрым изменением скорости потока этой жидкости. Может возникать вследствие резкого закрытия или открытия задвижки или при пуске и останове крупных лопастных насосов [1].

Дифференциальные уравнения неустановившегося движения сжимаемой жидкости впервые были получены и для нескольких случаев проинтегрированы Н.Е. Жуковским. В общем виде система выражается уравнением неразрывности и уравнением сохранения количества движения, которые описаны в [2].

При интегрировании данной системы, было получено известное уравнение Жуковского, позволяющее определить максимальную амплитуду скачка давления в системе:

$$\Delta p = \rho \cdot c \cdot v \quad (1)$$

Не менее важной характеристикой гидроудара является период распространений волны:

$$T = \frac{4L}{c} \quad (2)$$

На сегодняшний день для анализа влияния переходных процессов на гидравлическую систему широко применяются методы расчета гидроудара, основанные на численном интегрировании указанной системы уравнений, такие как метод характеристик и метод Годунова. Их преимуществами являются малое время расчета, хорошая сходимость. Однако они описывают одномерную постановку задачи, что не позволяет учесть нестационарность трения, профиль скоростей в трубе, а в случае с лопастными насосами, невозможно их применять для анализа явлений, происходящих в рабочем колесе. Используя эти методы работу центробежного насоса можно описать лишь

с точки зрения статической характеристики работы насоса [2]. Поэтому было предложено попробовать исследовать гидроудар с помощью методов вычислительной гидродинамики, которые уже давно применяются при конструировании и оптимизации проточных частей лопастных насосов.

В качестве объекта моделирования был выбран консольный центробежный насос со следующими параметрами: подача $56 \text{ м}^3/\text{ч}$, напор 38 м, частота вращения 2900 об/мин. К выходному патрубку проточной части насоса была добавлена труба длиной 2 м необходимая для создания волнового процесса. Расчет производился в программе «Star CCM+». Общее количество ячеек в расчетной сетке – 654000 шт. Граничные условия: полное давление на входе, скорость на выходе. Для имитации закрытия задвижки на конце отводящей трубы был принят линейный закон уменьшения скорости от 5,6 м/с до 0 за 0,001 с. Время закрытия было выбрано исходя из условия возникновения гидроудара [2].

Полученные результаты расчета были проверены на соответствие теории. Так, согласно (1) при внезапном перекрытии должен возникнуть скачок давления равный: 5,6 МПа. С учетом начального давления в трубе в момент перекрытия (около 366 кПа), давление увеличилось до 5,97 МПа, а фаза удара совпала с рассчитанной по формуле (2) и составила около 0,0112 с. В соответствии с полученными данными, можем сделать вывод, что выполненный расчет является верным.

Проанализировав графики радиальной силы, действующей на ротор насоса и момента на роторе в процессе удара, можно сказать, что величина радиальной силы в момент удара превысила более чем в 100 раз её значение в номинальном режиме, а момент кратковременно превысил номинальный в 4 раза. В совокупности, при рассмотрении реального удара, это может привести к выходу из строя подшипников и торцевых уплотнений, а также к останову или поломке электродвигателя.

Список литературы

1. Лопастные насосы: Справочник / под общ. ред. В.А. Зимницкого, В.А. Умова. Л.: Машиностроение, 1986. 334 с.
2. Фокс Д.А. Гидравлический анализ неустановившегося течения в трубопроводах: пер. с англ. Н.И. Хвостова. М.: Энергоиздат, 1981. 248 с.

УДК 62-97/-98

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ УСПОКОИТЕЛЯ ПОТОКА, ВХОДЯЩЕГО В СОСТАВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НАСОСОВ С БОЛЬШИМИ ПОДАЧАМИ

Н.Ю. Исаев, магистрант

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

isaev.nikita@bmstu.ru

В процессе испытаний макетов насосов возник ряд проблем, связанных с особенностями использования в стенде бака относительно малой емкости. Были выявлены нестационарные явления (низкочастотные пульсации давления) в баке и трубопроводе всасывания стенда, связанные с отрывной кавитацией жидкости на регуляторе давления перед баком. Эти явления приводили к невозможности получения стабильной экспериментальной характеристики макета [1].

Как известно, для корректного проведения испытаний лопастных насосов необходимо добиться стабилизированного потока жидкости на входе в насос. Одним из вариантов обеспечения данного условия является успокоитель потока. Основными требованиями, предъявляемые к успокоителю потока:

1. Полное гашение в баке скоростного напора на выходе из напорного трубопровода;
-

2. Удаление из жидкости воздушных пузырей и кавитационных камер, увлекаемых потоком, выходящим из напорного трубопровода;

3. Создание минимального сопротивления потоку жидкости в баке.

Разработать успокоитель, способный решать эти задачи в баке минимального объема, чисто эмпирическим путем достаточно сложно, поэтому появилась необходимость в исследовании и оптимизации конструкции такого успокоителя методами гидродинамического моделирования.

В качестве начальных условий для моделирования задавалось исходное содержание газовой фазы в жидкости на выходе из регулятора давления (для удобства сравнительного анализа результатов расчетов было принято постоянное значение 5% объемного газосодержания), расход через бак (задавался через скорость на выходе и полное давление на входе).

Критериями оценки качества работы успокоителя приняты процентное содержание газовой фазы на выходе из бака, т.е. на входе в трубопровод всасывания насоса, и его отношение к процентному содержанию газовой фазы на входе в бак (оценивалось по введенной величине коэффициента снижения газосодержания) и гидравлические потери от входа в бак до выхода из бака (описывались коэффициентом суммарных гидравлических потерь в успокоителе).

Метод численного моделирования основан на решении дискретных аналогов базовых уравнений гидродинамики [2].

Для моделирования газовых пузырьков, которые попадают в бак, использовалась двухфазная модель. Был принят подход известный как VOF (Volume of Fluid) [3]. В методе VOF многофазная среда рассматривается, как одиночная текучая среда, чьи свойства изменяются согласно объемной доле каждой из присутствующих фаз.

Последовательно моделировались три варианта геометрической формы бака и успокоителя – бак без успокоителя (исходная конструкция, показавшая наихудшие результаты при испытаниях), бак с разработанным изначально успокоителем и бак с доработанным по итогам моделирования успокоителем потока.

В результате выполненного комплекса работ по гидродинамическому моделированию течения жидкости в баке-успокоителе экспериментального стенда выявлены причины появления нестационарных процессов в ходе испытаний макетов насосов, найдена оптимальная конфигурация бака-успокоителя, позволяющая без резкого увеличения объема бака успешно гасить возникающие нестационарные явления в стенде.

В ходе испытаний макетов экспериментально подтверждена эффективность принятых мер по устранению нестационарных явлений в испытательном стенде.

Список литературы

1. ГОСТ 6134-2007. Насосы динамические. Методы испытаний.
2. Ломакин В.О., Петров А.И. Верификация результатов расчета в пакете гидродинамического моделирования STAR-CCM+ проточной части центробежного насоса AX 50-32-200 // Известия высших учебных заведений. Социология. Экономика. Политика. 2012. С. 6.
3. Ломакин В.О., Петров А.И., Кулешова М.С. Исследование двухфазного течения в осецентрированном колесе методами гидродинамического моделирования // Наука и Образование. 2014. № 9. С. 45-64. DOI:[10.7463/0914.0725724](https://doi.org/10.7463/0914.0725724)

УДК 62-137

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ НАСОСА 1Д1250-125 МЕТОДАМИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Д.С. Бабикова, бакалавр

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

babikova.dina@gmail.com

Крупные технические устройства, такие как насосное оборудование, отличаются высоким уровнем потребления электрической энергии. Повышение коэффициента полезного действия (КПД) насосов позволяет экономить энергетические и материальные ресурсы, чем, и обусловлена актуальность темы.

Потери мощности в центробежном насосе складываются из гидравлических, механических и объёмных потерь. Гидравлический КПД определяется геометрией проточной части. Поэтому для повышения эффективности работы насоса важно проанализировать влияние размеров взаимодействующих с жидкостью элементов конструкции и выявить оптимальные значения.

В настоящей работе исследовалось влияние на гидравлический КПД угла установки лопасти на выходе (β_2), ширины канала рабочего колеса (b_2) и зазора между рабочим колесом и отводом (del).

При моделировании использовались уравнения гидродинамики для несжимаемой жидкости ($\rho = const$), а именно уравнение сохранения массы (уравнение неразрывности) и уравнение Навье-Стокса, осредненное по Рейнольдсу. Дополнительно была выбрана полуэмпирическая $k - \omega SST$ модель турбулентности.

Объёмная сетка состоит из многогранных ячеек в ядре потока и призматических ячеек вблизи стенки. В рабочем колесе наблюдаются наибольшие скорости потока, поэтому размер сетки в колесе был уменьшен на 50%. Общее количество ячеек сетки составило порядка 500000 шт. При моделировании течения в насосе задавались давление на входе и скорость на выходе. Были построены 32 модели насоса с различными размерами проточной части. Причем параметры каждой модели были выбраны таким образом, чтобы за наименьшее количество расчетов просчитать наибольшее количество возможных комбинаций параметров в области их изменения. Гидродинамическое моделирование проводилось с одинаковыми для всех моделей параметрами сетки и граничными условиями.

В области радиального зазора между колесом и отводом, равного 15 мм, наблюдается максимум КПД. При уменьшении зазора относительно этой оптимальной величины КПД падает, так как язык обтекает пульсирующим потоком жидкости, что приводит к дополнительным потерям энергии. При увеличении зазора эффективность насоса также уменьшается, так как в пространстве между рабочим колесом и отводом появляются дополнительные потери на трение [2]. При изменении угла установки лопасти на выходе в заданном диапазоне [1] было выявлено оптимальное значение $\beta_2 = 32,5^\circ$. При исследовании зависимости КПД от ширины канала рабочего колеса, было установлено, что в данном диапазоне изменения параметра, зависимость обратно пропорциональная. Таким образом, оптимальные значения лежат в области меньших значений ширины канала.

При проведении гидродинамического моделирования были выявлены оптимальные значения исследуемых параметров: $del = 15$ мм, $\beta_2 = 32,5^\circ$, $b_2 = 24 \dots 29$ мм. При этом наибольшее влияние на КПД оказывает ширина рабочего колеса на выходе. Таким образом, использование средств вычислительной гидродинамики позволяет при использовании небольших мощностей и в короткие сроки получить информацию о характеристиках насоса и улучшить его эффективность.

Список литературы

1. Методическое пособие по курсовому проектированию лопастных насосов / под ред. О.В. Байбакова. М.: Изд-во МВТУ им. Н.Э. Баумана, 1997. 71 с.
2. Козлов С.Н., Петров А.И. Расчет и проектирование отводящих устройств центробежных насосов: учеб. Пособие. Ч.1. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 40 с.: ил.

УДК 62-137

ТЕЗИСЫ О РАБОТЕ ГЕРМЕТИЧНЫХ НАСОСОВ НИЗКОЙ БЫСТРОХОДНОСТИ НА ВЫСОКОВЯЗКИХ ЖИДКОСТЯХ

А.А. Морозов, магистрант

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

alexeymorozov12@mail.ru

Особенность работы лопастных насосов при транспортировании вязких жидкостей заключается в том, что характеристики насосов сильно зависят от вязкости жидкости [1]. На течение жидкости в относительно узких каналах сильно влияет пограничный слой, что делает стандартные методы расчета непригодными. Также это ограничивает рабочий диапазон вязкостей перекачиваемой насосом жидкости [3]. С помощью методов гидродинамического моделирования можно с большой точностью рассчитать параметры течения жидкости в гидромашинах. Это значительно ускоряет процедуру проектирования насоса, т. к. уменьшает количество требуемых натуральных испытаний [2].

Основная задача данной работы — исследовать изменения характеристик герметичных насосов низкой быстроходности при работе на высоковязких жидкостях средствами гидродинамического моделирования. Для ее решения выбрано пять расчетных 3D-моделей двухступенчатого насоса с закрытыми рабочими колесами и отводящим устройством в виде трехканального направляющего аппарата.

При расчете применяли уравнения Навье — Стокса, осредненные по Рейнольдсу, и два дополнительных дифференциальных уравнения, отвечающих за моделирование турбулентности. В данной задаче использовали $k-\omega$ SST-модель турбулентности [2]. Применяли структурированную призматическую расчетную сетку в 5 слоев вблизи твердых стенок и неструктурированную многогранную сетку в ядре потока

Для полученных моделей построены нормальные характеристики насоса. При кинематической вязкости $\nu = 6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ изменяли значение скорости на входе, тем самым варьируя расход через насос в интервале от 0 до $2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$. Для каждого расхода вычисляли значения полного давления в сечениях на входе и выходе насоса, а также значения момента на валу.

Результаты представлены в виде зависимостей $h(q)$ и $\eta(q)$, где h — безразмерный коэффициент напора; q — безразмерный коэффициент расхода, η — КПД насоса, проанализировано влияние вязкости на данные величины.

Зависимость относительных коэффициентов напора от числа Re , полученная средствами гидродинамического моделирования, отличается от экспериментальной кривой, построенной для насосов нормальных типов [3]. Исследование доказывает, что применение современных теорий пересчета рабочих характеристик насоса на вязкую жидкость непригодно для насосов низкой быстроходности. Это объясняется тем, что насосы данного типа имеют относительно узкую проточную часть по сравнению с

насосами нормальных типов, вследствие чего силы трения оказывают значительное влияние на рабочие характеристики.

Список литературы

1. Ломакин А.А. Центробежные и осевые насосы. 2-е изд. перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1966 364 с.
2. Петров А.И., Ломакин В.О. Численное моделирование проточных частей макетов насосов и верификация результатов моделирования путем сравнения экспериментально полученных величин с расчетными // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. № 5. С. 52-62. DOI: [10.7463/0512.0356070](https://doi.org/10.7463/0512.0356070). Режим доступа: <http://engineering-science.ru/doc/356070.html>.
3. Суханов Д.Я. Работа лопастных насосов на вязких жидкостях. М.: Машгиз, 1952. 34 с

УДК 621.22.762

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ХИМИЧЕСКИХ ГЕРМЕТИЧНЫХ НАСОСОВ С МАГНИТНОЙ МУФТОЙ

Е.С. Мельничук, магистрант

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

elizabeth.meln@yandex.ru

Разновидностей химических насосов достаточно много. Наиболее популярным среди насосного оборудования является центробежный тип устройств, а в сегменте химических агрегатов значительную часть составляют герметичные центробежные насосы [1]. Они достаточно надежны и обеспечивают полную изоляцию перекачиваемой жидкости, защищая окружающую среду от возможных протечек агрессивных, взрывоопасных и ядовитых жидкостей. Главной особенностью герметичного насоса является полная изоляция рабочей жидкости от внешней среды и отсутствие уплотнений.

Итак, нам нужно передать вращающий момент через неподвижную перегородку за счет вращающегося электромагнитного поля, проходящего через перегородку. Нам необходимо создать вращающееся магнитное поле и заставить его вращать ротор насоса. Магнитная муфта состоит из 2-х полумуфт с постоянными магнитами и разделительного стакана между ними. В насосах с приводом через магнитную муфту используется стандартный электродвигатель, который раскручивает внешнюю полумуфту, прикрепленную к приводному валу. Внутреннее вращающееся магнитное поле, проходящее через перегородку, приводит в движение внутреннюю полумуфту или магнитный привод, который крепится на втором валу.

У насосов с магнитной муфтой при проектировании возникает множество проблем. Но наиболее весомые из них это:

- размагничивание магнитов магнитной муфты;
- падение КПД насоса за счет перетечек рабочей жидкости во вспомогательных трактах.

В частности, герметичные насосы с магнитной муфтой часто стоят в различных системах, где перекачиваемая жидкость может достигать высоких температур. Опасность состоит в том, что при приближении температуры жидкости к температуре Кюри – той температуры, при которой материал теряет свои магнитные свойства, причем безвозвратно, то есть постоянные магниты муфты попросту размагничиваются, и, как следствие, муфта перестает работать. Помимо этого, увеличение температуры еще и в следствии трения жидкости в зазоре между двумя полумуфтами, а также локальное падение давления в зазоре, может спровоцировать запаривание жидкости, а как следствие образование паровой пробки. Одним из возможных вариантов решения данной проблемы является применение встроенной системы охлаждения магнитной муфты. За счет

внутренней циркуляции предварительно охлажденной жидкости она защищает от перегрева внутреннюю магнитную полумуфту [2].

Но даже если перекачиваемая жидкость не обладает повышенной температурой и нет риска размагничивания магнитов муфты, паразитные токи Фуко, централизуемые на полюсах магнитов и возникающие при переменном магнитном поле, то есть при вращении внешней полумуфты, они провоцируют неравномерный нагрев муфты. Далее тепло передается другим частям насоса. Для решения данной проблемы целесообразно спроектировать течение рабочей жидкости из области нагнетания через вспомогательные тракты для охлаждения магнитной муфты. Рабочая жидкость, протекая через муфту, охлаждает ее, а потом через отверстие в валу насоса возвращается обратно на всасывание.

Поэтому еще одной очень важной задачей для герметичных лопастных насосов является расчет течения жидкости во вспомогательных трактах. С одной стороны, распределение давлений во вспомогательных трактах определяет величину осевых сил на роторе насосного агрегата, а с другой – тепловой баланс насосного агрегата в целом [3]. Неверный расчет вспомогательных трактов или изменение их характеристик в процессе работы из-за засорения могут привести к перегреву двигателя или разрушению подшипников скольжения и, как следствие, к выходу из строя насосного агрегата.

С другой стороны, избыточные расходы жидкости во вспомогательных трактах приводят к снижению общего КПД насосного агрегата и его подачи, что существенно снижает общую энергоэффективность насосного агрегата. Получается, что с одной стороны, из-за локального понижения давления в зазорах между полумуфтами за счет возможного перегрева жидкости в зазоре между магнитами в силу трения, может возникнуть кавитация, а как следствие – паровая пробка и эффект запираания. В этом случае прекращается подача жидкости и охлаждение магнитной муфты. С другой стороны, наличие вспомогательных трактов понижает общий КПД насоса, за счет снижения объемного КПД. Поэтому необходимо найти баланс между охлаждением муфты, КПД и реальными технологическими возможностями по изготовлению деталей такого насоса.

Список литературы

1. Ломакин В.О., Петров А. И. Численное моделирование теплового баланса в охлаждаемой магнитной муфте высокотемпературного герметичного насоса // Инженерный вестник. 2014. № 12.
2. Черемушкин В.А., Петров А.И., Чабурко П.С. Применение статорных лопаток во вспомогательных трактах герметичных насосов // Машины и Установки: проектирование, разработка и эксплуатация. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2017. № 02. С. 1–12.
3. Петров А.И., Полуэктов Д.А. Разработка новой линейки центробежных судовых насосов для горячего теплоносителя // Инженерный вестник. Электронный журнал 2015. № 10.

УДК 621.22

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПОЖАРНЫХ НАСОСОВ

А.А. Сеницына, бакалавр

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

sin.anastasia23@gmail.com

Из всего многообразия пожарно-технического вооружения насосы представляют наиболее важный и сложный их вид. Насосы обеспечивают подачу воды на тушение пожаров, работу автолестниц и коленчатых подъемников.

По принципу работы насосы можно разделить на вытесняющие (объемные) и динамические (центробежные). Среди объемных в качестве пожарных насосов наибольшую популярность получили самовсасывающие шестеренные насосы модели НШН-600. Активное оснащение пожарных автомобилей данной моделью началось в 50-е годы прошлого столетия. Модель обладает следующими преимуществами: надежность, небольшие габариты и масса, простота в обслуживании и эксплуатации, низкие требования к чистоте жидкости, широкий диапазон вязкостей жидкости, сохранение работоспособности при заломе пожарного рукава или перекрытии пожарного ствола, дешевизна. Недостатки: колебания давления в системе, высокая чувствительность к увеличению зазоров, нерегулируемость подачи, повышенный уровень шума и вибрации.

С середины 60-х годов центробежные (ЦБ) насосы начинают вытеснять объемные на рынке пожарного оборудования. Особую популярность получили ЦБ одноступенчатые насосы модели ПН-40, обладающие следующими преимуществами [1]: самовсасывание, равномерность подачи, отсутствие пульсаций в системе, простота конструкций. Существенным недостатком модели является тот факт, что конструктивно такой насос не способен на забор жидкости из открытых источников.

Новый этап развития пожарной техники в нашей стране и за рубежом начался в начале 90х. В этот период началось активное внедрение комбинированных насосов в современную пожарную технику, который включает в себя два последовательно соединенных насоса: ступень нормального давления (НД) и ступень высокого давления (ВД), имеющие общий привод и корпус. В России наибольшую популярность завоевала схема с несоосным расположением валов ступеней, воплощенная в насосе НЦПК-40/100-4/400, где ступень НД представляет собой ЦБ насос консольного типа с осевым подводом и спиральным отводом, а ступень ВД представляет собой ЦБ двухступенчатый насос консольного типа со встречно расположенными рабочими колесами и отводящими устройствами лопаточного типа [2]. Привод ступени ВД осуществляется от вала ступени НД через многодисковую фрикционную муфту и повышающий редуктор. Преимущества: возможность работы в трех режимах, высокий КПД, электронный блок управления, стоимость. Недостатки: увеличенные габариты и масса, ограниченный ресурс работы, наличие контуров охлаждения, повышенный уровень шума.

Австрийский насос NH-25 фирмы Rosenbauer представляет собой комбинацию насосов НД и ВД, расположенных на общем валу и разделенных селекторным клапаном. Ступень НД представляет собой одноступенчатый насос, ступень ВД - трехступенчатый насос. Режим «НД» применяется, когда нет потребности в создании большого напора и давления, при этом происходит отключение ступени ВД, что защищает систему насоса от перегрева, уменьшает износ деталей и уплотнений насоса. При режиме «НД/ВД» соединение между отделениями ВД и НД открыто, насос создает напор двумя ступенями. Преимущества: интегрированная логическая система управления и контроля, наличие элементов контроля и связи, надежность, широкий модельный ряд. Недостатки: повышенные габариты и масса, маленький КПД, стоимость.

Кроме того, использование ступени ВД дает возможность тушения пожаров в зданиях повышенной этажности и обеспечивает подачу тонкораспыленных струй воды, имеющих преимущества по сравнению с обычными струями (малый расход воды при повышенных огнетушащих свойствах, эффективное осаждение дыма и охлаждение воздуха в замкнутом объеме).

Таким образом, я считаю, что комбинированные насосы, благодаря своим неоспоримым преимуществам и интересной конструкции, наиболее перспективны для дальнейшего развития и усовершенствования.

Список литературы

1. Пожарные насосы: основные виды, ТТХ и принцип действия. Режим доступа: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/pozharnyie-nasosyi/> (дата обращения 01.03.2018).

2. Безбородько М.Д. Пожарная техника. М.: Академия ГПС МЧС России, 2004. 550 с.

СЕКЦИЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

УДК 621-825

ПРИБОР ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ ЭФФЕКТА НЕСООСНОСТИ ВАЛОВ ПРИВОДА

А.А. Кузнецов, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Аэрокосмический факультет

Andrekuzma123@gmail.com

В состав привода машины входят два или более агрегатов. Валы агрегатов соединяют между собой с помощью муфт, конструкция которых позволяют передавать вращение даже при наличии несоосности валов.

Несоосность бывает радиальной, осевой, угловой и комбинированной. При радиальной несоосности валы могут быть смещены в радиальном направлении вдоль одной или нескольких осей координат. При угловой несоосности валы, в общем случае, могут быть повернуты на некоторый угол вокруг всех осей координат. Комбинированная несоосность представляет собой сочетание радиальной, осевой и угловой несоосностей.

Таким образом, несоосность может иметь сложный пространственный характер, поэтому было решено создать прибор, который мог бы наглядно демонстрировать пространственные угловые повороты и линейные смещения валов.

Такой прибор был сконструирован и изготовлен при подготовке к студенческой научной конференции. Конструкция прибора напоминает конструкцию гироскопических устройств.

На основании прибора закреплена стойка из оргстекла, имитирующая плоскость YOZ в системе координат XYZ. В центральном отверстии стойки расположено кольцо, установленное с возможностью поворотов вокруг оси Y и линейных перемещений вдоль нее. Кольцо имитирует плоскость YOX. В кольце установлен диск, имитирующий плоскость XOZ и установленный с возможностью поворотов вокруг оси Z и линейных перемещений вдоль нее. На диске расположена ось, которая имитирует вал одного из агрегатов. Ось может поворачиваться вокруг оси X и поступательно смещаться вдоль нее. На конце оси установлена деталь, имитирующая полумуфту данного агрегата. Полумуфта и ось второго агрегата смонтированы на основании прибора неподвижно. Линейные и угловые смещения полумуфт при использовании данного прибора выглядят очень наглядно.

УДК 621-825

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРИБОРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ НЕСООСНОСТИ ВАЛОВ ПРИВОДА

А.А. Компанеев, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Аэрокосмический факультет

alexkompaneev@gmail.com

Целью настоящей работы является анализ существующих методов измерения несоосности и предложение наиболее простого и доступного метода для реализации на любом машиностроительном предприятии.

В работе предложен эффективный метод измерения несоосности и разработаны рациональные принципы построения прибора для его осуществления.

Из-за погрешностей изготовления и монтажа агрегатов привода их валы могут быть собраны с некоторой несоосностью.

Для сохранения идентичной расчетной схемы подшипников крайне важно при проведении

повторных сборок-разборок привода сохранять и первоначальную величину несоосности, и первоначальное ее направление. Добиться этого можно только при наличии простых доступных и надежных приборов.

Целью настоящей работы является предложить конструкцию простого, доступного и технологичного прибора для измерения несоосности.

Чаще всего методы измерения несоосности основаны на радиальных измерениях положений полумуфт в двух диаметральных положениях. Эти положения традиционно связывают с показаниями часовой стрелки на циферблате часов и называют «положения 3 и 9 часов» или «6 и 12 часов».

На полумуфте стационарного агрегата монтируют измерительную балку, в которой устанавливают измерительный индикатор. Шток индикатора должен касаться полумуфты подвижного агрегата.

Показание индикатора в каждом измерительном положении, например, в положении «12 часов» складывается из двух величин – расстояния от базовой поверхности до воображаемого несмещенного положения подвижной полумуфты и смещения реальной полумуфты от идеального положения. Отметим, что в положениях «6» и «12 часов» смещения имеют одинаковые значения. Тогда смещение, то есть несоосность, будет равна полуразности показаний индикатора в положении 12 и 6 часов. Аналогично определяют смещения в положениях 3 и 9 часов. Дальнейшая математическая обработка результатов показала, что можно не проводить измерение в положении 6 часов, достаточно только трех измерений – «3», «9» и «12 часов».

С помощью таких измерений можно определить величину радиального смещения в соответствующем сечении, но невозможно определить угол наклона муфты.

Измерить угловую несоосность можно, если рядом с основным индикатором расположить дополнительный, смещенный в осевом направлении на некоторое расстояние относительно основного. Угол наклона будет получен простым геометрическим расчетом, зная разность показаний соседних индикаторов и расстояние между ними.

В получаемой таким образом простой измерительной системе потребуется одна балка и два индикатора. Нам удалось упростить эту систему. Улучшенная конструкция заключается в следующем. Измерительная балка выполнена в виде штанги, подвижной в осевом направлении и установленной с возможностью продольных перемещений из одного крайнего положения в другое. Перемещения ограничивают упоры. На штанге установлен один индикатор. Измерения проводят в трех точках «3», «12» и «9» часов, при этом штанга должна быть смещена в одно из двух своих крайних положений. Затем штангу смещают в противоположное положение и снова проводят три аналогичных измерения. После обработки полученных результатов будет получена угловая и радиальная несоосность подвижной полумуфты.

УДК 62-233.147

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ КОМБИНИРОВАННОЙ НАГРУЗКИ

Д.В. Милехина, А.А. Махмутьянова, Д.С. Богачева, студенты

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Аэрокосмический факультет

darya.milekhina@yandex.ru

makhmutyanova97@mail.ru

bogachevadasha1997@mail.ru

При проведении расчетов валов на статическую прочность и на выносливость, а также при расчете подшипников на долговечность традиционно используют расчетную схему

двухопорной балки.

Однако в опорах, выполненных на шариковых радиальных и роликовых конических подшипниках, традиционная двухопорная балка не реализуется [1], [2], а развивается последовательность статически неопределимых расчетных схем. В начальной схеме «заделка с дополнительной шарнирной опорой» условия работы подшипников являются наиболее мягкими. Большой интерес представляет выявление условий, которые обеспечивают работу подшипников в рамках начальной схемы нагружения.

Данная расчетная схема вызывает перекосы колец в подшипнике, выполняющем функцию шарнирной опоры. Поэтому естественными пределами существования схемы является изменение угла θ перекося в этом подшипнике в диапазоне от нуля до 15 угловых минут, $0 < \theta < 15'$. Этот диапазон установлен производителями подшипников для шариковых радиальных однорядных подшипников.

В настоящей работе принято, что участок вала для установки зубатого колеса, имеет наибольший диаметр и находится в средней части вала. Слева и справа от этого участка выполнены дополнительные участки меньшего диаметра для установки других деталей. В зависимости от количества дополнительных участков выделены три типа ступенчатых валов. В типе 1 выполняют по одному дополнительному участку слева и справа от основного. В типе 2 выполняют по два дополнительных участка, а в типе 3 – по три дополнительных участка.

Границы существования начальной схемы с учетом ступенчатой конструкции вала установлены на основе подхода, суть которого заключается в том, что ступенчатую балку заменяют гладкой, деформация которой эквивалентна ступенчатой. При этом все внешние и внутренние силы также приводят к соответствующим значениям. Затем, из дифференциального уравнения изогнутой оси приведенной балки выражают минимальный диаметр d исходного вала при $\theta = 15'$.

Для вала типа 1 получено выражение (1):

$$d \geq 0,386 \cdot \sqrt[4]{M_A(l+2a) + F_A \frac{(l+2a)^2}{2} - (M_A + F_A a)(1-k)(l+a) - F_A(1-k) \frac{(l+a)^2}{2} - kF_r \frac{\left(\frac{l}{2} + a + b\right)^2}{2} + F_D(1-k) \frac{a^2}{2}}, \quad (1)$$

где M_A , F_A , F_r , F_D – силовые параметры нагружения вала; a , b , l , k – геометрические параметры проектируемого вала типа 1.

Аналогичные выражения получены для валов типа 2 и 3.

Список литературы

1. Полубарьев И.Н., Дворянинов И.Н., Салиев Е.Р. Экспериментальная проверка нового подхода к определению нагрузок, действующих на шариковые радиальные однорядные подшипники // Форум молодых ученых. 2017. №9 (13). Режим доступа: http://forum-nauka.ru/9_13_sentyabr_2017/ (дата обращения 20.09.2017).
2. Кириловский В.В., Москвин В.А. Новый подход к выбору расчетной схемы для роликовых конических подшипников, установленных враспор // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2011. № 9. С. 24-29. Рнжим доступа: <http://www.applied-research.ru/ru/article/view?id=11819> (дата обращения: 26.09.2017).

СЕКЦИЯ «ХИМИЯ»

УДК 54.542

СОЗДАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ УЧЕБНЫХ ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ ПО ТЕМАМ КУРСА ХИМИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ГУИМЦ

О.О. Борщев, К.Н. Каусова, А.Г. Манько, студенты
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «ГУИМЦ»

rugratko@gmail.com

kausovakn@gmail.com

manko_aleksandr@bk.ru

Слабослышащие студенты факультета ГУИМЦ, обучаясь по направлениям подготовки: 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», 22.03.01 «Материаловедение и технология материалов», 27.03.01 «Стандартизация и метрология», сталкиваются с большими трудностями при изучении предмета химии. По мнению авторов, эти трудности обусловлены низким знанием школьного курса химии. В основном это касается студентов, окончивших специализированные школы для детей с нарушением слуха. Учащиеся не знают символику и терминологию, основных принципов и законов химии, не могут анализировать и составлять уравнения химических реакций.

Химия – наука экспериментальная, многие явления становятся понятны учащимся только при проведении и анализе экспериментов, позволяющих связать абстрактные химические формулы и их физическое воплощение. На лекциях по химии для студентов общего потока проводятся демонстрационные опыты. Студенты факультета ГУИМЦ слушают лекции по химии в специализированных мультимедийных аудиториях, не предназначенных для проведения химических экспериментов. Лабораторные работы, которые выполняют учащиеся, не охватывают весь изучаемый материал. Эксперименты проводятся капельным методом, что не дает полного понимания химического процесса. По мнению авторов, разработка коллекции наглядных видео-экспериментов по темам курса химии с их объяснениями может помочь студентам ГУИМЦ глубже понять учебный материал.

Для начала из возможных опытов по темам курса химии были выбраны три зрелищных и наглядных опыта в рамках темы «Энергетика химических реакций» [1]: «Вулкан Бёттгерра», алюмотермия и реакция алюминия с йодом и водой в качестве катализатора. Предлекционная лаборатория и опыты, проводимые там, оставляют незабываемые впечатления, которые так же хотелось бы передать в работах.

Выполнение экспериментов – требовательный процесс. Например, реакции алюмотермии и алюминия с йодом сложные, требуют тщательного подбора весовых соотношений компонентов. Алюминиевая пудра должна храниться при особых условиях в эксикаторе под вакуумом. Опыты следует проводить под тягой, в специальных помещениях, отсюда и невозможность демонстрации подобных экспериментов в мультимедийных аудиториях.

Для каждой реакции были проведены расчёты теплового эффекта $\Delta_r H$ и энтропии реакции $\Delta_r S$, посчитана энергия Гиббса $\Delta_r G$ [2], составлены уравнения окислительно-восстановительных реакций. Все реакции являются самопроизвольными ($\Delta_r G < 0$), экзотермическими ($\Delta_r H < 0$), окислительно-восстановительными. Было показано, что реакция разложения дихромата аммония «Вулкан Бёттгерра» является экзотермической, тогда как в основном реакции разложения являются эндотермическими. Она же является внутримолекулярной окислительно-восстановительной реакцией [3], а две остальные являются межмолекулярными.

В результате нами подготовлен мультимедийный учебный материал по теме «Энергетика химических реакций», включающий в себя видео-эксперименты, этапы подготовки и объяснение с использованием уравнений окислительно-восстановительных реакций и термодинамических уравнений.

Список литературы

1. Учеб. пособие / под ред. А.И. Горбунова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. 688 с.: ил.
2. Логинова А.Ю. Основы химической термодинамики: учеб. пособие. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. 88 с.
3. Химия: учебник / А.А. Гуров, Ф.З. Бадаев, Л.П. Овчаренко, В.Н. Шаповал. 3-е изд., испр. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. 784 с.: ил.

**СЕКЦИЯ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА И
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»**

УДК 519.257

**ОБРАБОТКА BIG DATA СРЕДСТВАМИ PYTHON НА ПРИМЕРЕ АНАЛИЗА
СПОРТИВНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУТБОЛЬНЫХ КОМАНД**

Т.А. Чахоян, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

chakhoyantigran@gmail.com

С каждым годом в спорт высоких достижений вкладываются всё большие и большие средства. В Английской футбольной премьер-лиге, например, благодаря телевизионному контракту 2016 г. даже команды-аутсайдеры повысили свой доход в разы. Вполне естественно, что люди, которые вкладывают свои средства, будут хотеть максимизировать прибыль. Именно поэтому сейчас очень популярным становится анализ данных в футболе. Эти данные принимают характер разнообразной, плохо структурированной информации, имеющей ценность для исследования, то есть big data [1]. В последние годы в футболе является очень популярной философия владения мячом после успехов Пепа Гвардиолы. Но действительно ли владение мячом так сильно влияет на успех в футбольном матче? В работе был использован метод чёрного ящика, в котором факторами являются владение мячом и количество ударов, а объясняемой переменной являются забитые голы. Здесь владение мячом — число, выражающееся в процентах, которое характеризует количество игрового времени, которое данная команда проводит с мячом во время игры; количество ударов — число, выражающееся в абсолютных величинах, которое говорит о том, сколько ударов данная команда нанесла в сторону ворот противника; а забитые голы — число, выражающееся в абсолютных величинах, характеризующее количество, собственно, голов, забитых данной командой в ворота противника. Для обработки данных, вычислений и построения регрессионной модели, мною был использован язык программирования Python, а именно такие его библиотеки, как: scikit-learn (построение регрессионной модели), numpy (работа с большими многомерными массивами), matplotlib (построение графиков) [2]. Полученные результаты: коэффициент корреляции [3] между владением мячом и забитыми голами равен 0,21, а между количеством ударов и забитыми голами — 0,34. Видим, что коэффициент корреляции выше во втором случае, а это значит, что количество забитых голов сильнее зависит от количества ударов, чем от владения мячом. После проведения двухпараметрического анализа убеждаемся в том, что зависимость забитых голов от количества ударов выше, чем от владения мячом: регрессионная кривая располагается

ближе к оси, по которой отложено именно количество ударов. Можем заметить, однако, что оба параметра в совокупности влияют на забитые голы не так сильно, как предполагалось — коэффициент корреляции всего 0,35. На основе данного анализа можно сделать несколько выводов. Во-первых, не нужно заниматься "владением ради владения". При слишком длительном владении мячом команда тратит необоснованно большое количество сил, а вероятность гола повышается крайне мало. Рекомендуемое таргетирование владения мячом: от 50% до 60%. Во-вторых, необходимо грамотно распределять свои силы и в отношении ударов по воротам: регрессионная модель показывает, что значительное увеличение количества ударов не приводит к достаточному увеличению количества голов, в связи с чем рекомендуемое таргетирование количества ударов – от 13 до 15 за матч.

Список литературы

1. Майер-Шенбергер В., Кукьер К. Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. 240 с.
2. Рашка С. Python и машинное обучение. М.: ДМКПресс, 2017. 418 с.: ил.
3. Горяинов В.Б., Павлов И.В., Цветкова Г.М. Математическая статистика. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 424с.

УДК 539.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ КРИВОЛИНЕЙНОЙ АНИЗОТРОПИИ

А.А. Маремшаова, студентка

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

maremshaowa.nasti@mail.ru

Научный руководитель: Ю.И. Димитриенко, профессор, д.ф.-м.н.

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

dimit.bmstu@gmail.com

В данной работе была рассмотрена трехмерная задача упругости в ограниченной липшицевой области Ω с границей $\partial\Omega = \Sigma_u \cup \Sigma_\sigma$ [1]:

$$\nabla \boldsymbol{\sigma} = 0;$$

$$\boldsymbol{\sigma} = {}^4\mathbf{C}(\mathbf{x}) \cdot \boldsymbol{\varepsilon}, \quad \boldsymbol{\varepsilon} = \frac{1}{2}(\nabla \otimes \mathbf{u} + \nabla \otimes \mathbf{u}^T);$$

$$\mathbf{n} \cdot \boldsymbol{\sigma}|_{\Sigma_\sigma} = \mathbf{S}_e, \quad \mathbf{u}|_{\Sigma_u} = \mathbf{u}_e, \quad (1)$$

где $\boldsymbol{\sigma}$ – тензор напряжений; $\boldsymbol{\varepsilon}$ – тензор малых деформаций; \mathbf{u} – вектор перемещений; ${}^4\mathbf{C}(\mathbf{x})$ – симметричное положительно определенное тензорное поле модулей упругости (четвертого ранга); ∇ – набла–оператор; $\mathbf{S}_e, \mathbf{u}_e$ – векторы внешних поверхностных сил и перемещений.

Были введены две системы координат: прямоугольная декартова система координат x_i с ортами \mathbf{e}_i и криволинейная ортогональная система ξ_i с ортами \mathbf{c}_i , соответствующая главным осям анизотропии. $Q(x_k)$ – матрица преобразования между введенными выше системами координат:

$$\mathbf{c}_i = Q_{ij} \mathbf{e}^j. \quad (2)$$

Связь между компонентами тензора модулей упругости определялась следующим образом [2]:

$$C_{ijkl}(x_m) = C'_{pqrs}(\xi_n) \cdot Q_{ip}(x_t) \cdot Q_{jq}(x_t) \cdot Q_{kr}(x_t) \cdot Q_{ls}(x_t), \quad (3)$$

$${}^4C = C_{ijkl} e_i \otimes e_j \otimes e_k \otimes e_l = C'_{ijkl} c_i \otimes c_j \otimes c_k \otimes c_l. \quad (4)$$

Для решения задачи упругости применялся метод конечных элементов[3], где за конечный элемент был принят 10-узловой тетраэдр с квадратичной аппроксимацией решения.

Для «отвязки» криволинейной анизотропии от геометрии был предложен следующий метод: конечно-элементная аппроксимация Ω_i^h области Ω_i погружается в диаграмму Вороного:

$$\Omega_i^h \subset \bigcup_{j=1}^{M_i} \Omega_{ij}^h, \Omega_{ij}^h = \left\{ x \in \check{Y}^3 : \rho(x, z_j) = \min_{k \in K_{M_i}} \rho(x, z_k) \right\} \quad (5)$$

где z_j – барицентр ячейки Σ_j^h при триангуляции Делоне Σ^h срединной поверхности оболочки Ω , при этом:

$$Q(x) \Big|_{x \in \Omega_{ij}^h} = \left(c_j \quad \frac{n_j \times c_j}{|n_j \times c_j|} \quad n_j \right) = const, \quad (6)$$

где n_j – нормаль к ячейке Σ_j^h ; c_j – орт ближайшего к z_j звена сети ломанных на Σ^h , определяющих направление оси $O\xi_1$.

Список литературы

1. Димитриенко Ю.И. Механика сплошной среды. Основы механики твердых сред. М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2013. 624 с.
2. Димитриенко Ю.И. Тензорное исчисление: учеб. пособие для вузов. М.: Высш. шк., 2001. 575 с.
3. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. М.: Мир, 1979. 339 с.

УДК 004.421.2

РАЗРАБОТКА ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ГЕНЕРАЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИ-АДАПТИВНЫХ РЕГУЛЯРНЫХ СЕТОК НА ОСНОВЕ БИБЛИОТЕКИ MPI И OPENMP

М.А. Гавриленко, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

mag.mathem@gmail.com

Для детального расчета «больших» задач механики сплошных сред необходимо использовать расчетные сетки с количеством узлов (элементов) порядка миллиарда. Для генерации таких сеток требуется использовать системы с распределенной памятью и алгоритмы распараллеливания, которые реализуется с помощью библиотек MPI и OPENMP.

Первым шагом к выполнению основной задачи (распараллеливание алгоритма генерации геометрически-адаптивных регулярных сеток) было распараллеливание алгоритмов расчета точек линейного сплайна и алгоритма расчета точек поверхности Кунса. В результате запусков программы на высокопроизводительном вычислительном

сервере кафедры ФН-11 «Вычислительная математика и математическая физика» МГТУ им. Н. Э. Баумана были получены значения ускорения S_p и эффективности параллельных алгоритмов E , которые рассчитывались по следующим формулам [1]:

$$S_p = \frac{T_1}{T_p}, \quad (1)$$

где T_1 и T_p – время работы алгоритма на 1 и на p процессорах соответственно;

$$E = \frac{S_p}{p} 100, \quad (2)$$

На основе анализа величин ускорения и эффективности был сделан вывод, что для большого количества данных возможно достигнуть ускорения, отклоняющегося от теоретического не более, чем на 0,1275% – для поверхности Кунса и не более, чем на 0,875% – для линейного сплайна.

Далее было произведено распараллеливание программы генерации геометрически-адаптивных регулярных сеток [2]. В процессе этой работы были разработаны следующие алгоритмы:

- алгоритм разделения данных при генерации узлов сетки;
- алгоритм пересылок узлов между процессорами для поиска соседних узлов в сетке, включающий в себя блокирующие и неблокирующие процедуры отправки данных, получения, упаковки, коллективного сбора и рассылки;
- алгоритм перенумерации узлов при записи в файлы только поверхностной сетки для ее визуализации;
- алгоритм слияния полученных файлов сетки в формате программы GMSH;
- алгоритм сбора начальных номеров узлов со всех процессоров и т.д.

В результате запусков программы на высокопроизводительном вычислительном сервере и последующего анализа результатов работы программы были получены максимальные ускорение и эффективность, равные 4.53 и 58% соответственно. Отклонение полученного ускорения от теоретического достаточно велико вследствие большого количества пересылок упакованных данных между процессорами.

Список литературы

1. Сайт лекций НОИ ИНТУИТ. Лекция по теме «Оценки ускорения»
<http://www.intuit.ru/studies/courses/10554/1092/lecture/27087?page=5> (дата обращения 04.04.2018).
2. Димитриенко Ю. И., Котенев В. П., Захаров А. А. «Метод ленточных адаптивных сеток для численного моделирования в газовой динамике». М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. 280 с.

УДК 519.63

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ВНУТРЕННЕЙ ГЕОМЕТРИИ ПОЧТИ-АДАПТИВНЫХ РАЗНОСТНЫХ СЕТОК И ЕГО ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

А.В. Зеленкова, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

azelenkova96@mail.ru

При разработке методов построения почти-адаптивных разностных сеток [1] важно иметь возможность оценивать качество получающихся сеток и устранять их недостатки. В работе рассматривается проблема выбора параметров, позволяющих оценивать качество сеток, проводится исследование их полноты.

В работе [1] параметрами качества почти-адаптивных разностных сеток являются: асимметрия ячеек сетки, их вытянутость, перекашивание, соотношение поперечных размеров, объем ячеек, отклонение от конформности и деформация ячеек.

Метод генерации блочно-структурированных адаптивных сеток [1] позволяет построить аналитический вид преобразования из адаптивных параметрических координат, в которой ячейки сетки имеют вид прямоугольного параллелепипеда, в физические (декартовы) координаты. Тогда сеточные характеристики можно выразить с помощью элементов метрических тензоров и их производных. В частности, некоторые свойства сеток могут быть описаны через инварианты ковариантного метрического тензора [2].

В данной работе также показывается, что характеристики почти-адаптивных разностных сеток можно получать на основе рассмотрения деформированного состояния сгенерированных ячеек сетки, которое полностью определяется тензором деформации [3]. В результате найдены следующие параметры качества почти-адаптивной разностной сетки:

- деформация ячеек;
- отношение поперечных размеров граней;
- характеристики неортогональности;
- объемный коэффициент;
- квадрат площади поверхности ячеек;
- характеристика сгущения узлов сетки;
- характеристика отклонения от конформности.

Проведены расчет и визуализация найденных параметров оценки качества сетки для нескольких вариантов расчетных областей.

Полученные характеристики сеточных ячеек и узлов позволят установить области с неудовлетворительным качеством сетки, понять причины нефизических возмущений при расчетах на данных сетках. С помощью рассчитанных параметров можно сравнивать различные методы генерации сеток и выбирать те, которые дают наилучшее качество.

Список литературы

1. Димитриенко Ю.И., Захаров А.А. Метод ленточных адаптивных сеток в газовой динамике: учебное пособие. М.: НТЦ «Университетский», 2008.
2. Лисейкин В.Д., Шокин Ю.И., Васева И.А., Лиханова Ю.В. Технология построения разностных сеток»: учебное пособие. Новосибирск: «Наука», 2009.
3. Горшков А. Г., Рабинский Л.Н., Тарлаковский Д.В. Основы тензорного анализа и механики сплошной среды: учебник для вузов. М.: Наука, 2000.

УДК 514.853

РАЗРАБОТКА МЕТОДА АВТОМАТИЗАЦИИ РАССТАНОВКИ УЗЛОВ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА СЕЙСМОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ СЕЧЕНИЙ ТРЕХМЕРНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГРУНТА

Г.А. Краснов, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

krasnov14107@mail.ru

Постановка задачи и математическая модель задачи моделирования структуры горных пород разработана по исследованию задачи конечно-элементного моделирования напряженного-деформированного состояния горных пород с учетом ползучести [1]. В области поиска и исследования горных пород существует множество проблем, связанных с представлением горных пород в модельном виде или в виде аналитически заданных функций. В работе создается геометрическая модель по данным 3-мерной сейсмической миграции. Данные миграции позволяют получить набор вертикальных срезов горных пород. По ним создается сетка из поверхностных примитивов (треугольник и четырехугольник).

Метод автоматической расстановки узлов на сейсмографические изображения основан на компьютерном зрении с библиотекой OpenCV для работы с изображениями [2], с библиотекой numpy для работы с математическими алгоритмами языка программирования Python 3.6.

Также в работе используются изображения сечений образца, полученные путем сейсморазведки.

Последовательность реализации метода:

1. Загрузка изображения astr_1_14.jpg 662 × 640 пикселей и изменение оттенков изображения на оттенки серого.
2. Обработка изображения через градиент контрастности для получения характерных линий разделения слоев грунта.
3. Определение местоположения узлов на линии раздела из расчета 10 узлов с равномерным шагом по всей линии раздела (узлы ставятся на сечениях модели, поэтому на 10 сечениях 10 узлов).
4. Используя преобразование Хафа (2) для прямой линии, определить положения узлов конечных элементов [3].

$$y = \left(-\frac{\cos \theta}{\sin \theta}\right)x + \left(\frac{r}{\sin \theta}\right), \quad (1)$$

или

$$r = x \cos \theta + y \sin \theta \quad (2)$$

4. Выгрузить массивы узлов в файл расширения .txt.
5. Загрузить файл с узлами в программный комплекс GeoPhysicsCAD и выполнить дальнейшее построение - соединить узлы линейными сплайнами.
6. В результате должна получиться модель из треугольных и четырёхугольных конечных элементов (зависит от того, как будут соединены узлы).

Список литературы

1. Димитриенко Ю.И., Юрин Ю.В. Конечно-элементное моделирование напряженно-деформируемого состояния горных пород с учетом ползучести // Математическое моделирование и численные методы. 2015. № 3. С. 101–118.
2. Форсайт Д.А., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход / Д.А. Форсайт,. – М.: Вильямс, 2004, 465 с;
3. Mordvintsev A. OpenCV-Python Tutorials Documentation / A. Mordvintsev, K. Abid. – Спб, 2017, 273 с.

УДК 599.722

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В НЕОДНОРОДНЫХ СРЕДАХ ПРИ ЗОНДИРОВАНИИ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ

Зубарев К.М., магистрант

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

zubarevkm@bmstu.ru

Иванова Т.Л., магистрант

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

tahyksa@mail.ru

Задачи электроразведки решаются для определения параметров геофизических структур за счет сравнения результатов проведенных измерений определенного типа физических полей с результатами их моделирования. Если имеет место применение электромагнитных полей, то математическая постановка задачи состоит в отыскании коэффициентов уравнений Максвелла и является обратной задачей.

В данной работе рассматриваются задача восстановления электромагнитных параметров неоднородных сред, по результатам зондирования постоянным током. Моделируемые поля описываются системой дифференциальных уравнений Максвелла. Задачи рассматриваются в 3-мерном приближении.

Целью работы является решение прямой задачи, создание программного комплекса для решения задач электроразведки, а также разработка уникального алгоритма для решения обратной задачи, на основе программного комплекса для решения прямой задачи.

В работе построен оригинальный алгоритм решения обратной задачи электроразведки постоянным током. Для решения прямой задачи был использован метод конечных элементов. На основе решения прямой задачи разработан алгоритм поиска электрофизических параметров неоднородных сред. Для решения данной задачи был использован эвристический алгоритм, позволяющий в первую очередь сократить время поиска решения. Эвристический алгоритм основан на последовательном дроблении области в которой проходит оптимизация. При тестировании разработанного алгоритма было отмечено, что точность результатов также является приемлемой.

Список литературы

1. Жданов М.С. Электроразведка. М.: Недра, 1986. 316 с.
2. Матвеев Б.К. Электроразведка. М.: Недра, 1990. 232 с.
3. Альпин Л.М., Даев Д.С., Каринский А.Д. Теория полей, применяемых в разведочной геофизике. М.: Недра, 1985.

УДК 004

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

А.В. Умнов, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

umnov@bmstu.ru

Для наиболее эффективного обучения студентов инженерных специальностей каждому студенту необходимо подбирать индивидуальную адаптивную образовательную траекторию на основе компетенций, которые указаны в образовательном стандарте. На основе компетенций можно построить образовательную программу с нейросетевой структурой, которая упростит процесс обучения и адаптации под студента.

Нейросетевая структура заключается в представлении знаний в виде нейросети (графа) посредством разделения знаний на науку, раздел науки, дисциплину, главу, параграф и на атомарные единицы знаний – кванты.

Нейросетевая структура

- упрощает процесс усвоения материала за счёт наличия строгой структуры знаний и даёт студентам понимание того для чего изучается то или иное понятие и как оно пригодится в тех разделах, которые им интересны благодаря визуализации связей между понятиями.
- позволяет применять алгоритмы на графах для автоматизации некоторых заданий.

Пусть компетенции включают в себя множество понятий K , каждому элементу k множества K соответствует некоторый уровень освоения $p(k)$.

Во всей образовательной программе имеем множество T понятий, причём

$$T \supseteq K$$

Также задано отношение «понятие t_1 связано с t_2 »:

$$R \subseteq T \times T, R = \{(t_1, t_2) \mid t_1 \text{ использует } t_2\}$$

Например, чтобы изучить понятие скалярного произведения векторов необходимо понимать понятие вектор.

Таким образом можно рассматривать ориентированный граф $G(T, R)$. На основе такого графа, можно определить функцию значимости понятия:

$$F(t) = \sum_{k_i \in L} p(k_i),$$

где L это множество все понятий, которые становится невозможным пройти без понятия t .

Тогда задачу определения функции значимости понятия можно переформулировать следующим образом:

$$F(t) = \begin{cases} 0, & \text{если вершина понятия не является сильным шарниром} \\ & \text{или в изначальной компоненте связности нет понятий из } K; \\ \sum_{k \in L} p(k), & \text{где } L, \text{ это множество всех понятий,} \\ & \text{которые оказались в новой компоненте сильной связности.} \end{cases}$$

Таким образом алгоритм разделяется на следующие шаги:

- Определить количество компонент связности исходного графа понятий и пометить каждое понятие,
- Для всех понятий, в компонентах связности которых нет понятий из K присвоить значение функции 0,
- Внутри каждой компоненты связности найти сильные шарниры,
- Для каждого сильного шарнира посчитать взвешенную суммы выпадающих понятий

В 2011 году был предложен [1] быстрый алгоритм поиска сильных шарниров и мостов за время $O(m+n)$, где n – количество вершин графа, m – количество рёбер графа:

1. Выбрать вершину s , если s – сильный шарнир, вернуть s .
2. Найти множество $D(s)$ – нетривиальных доминаторов в потоковом графе $G(s)$
3. Вычислить дополнение потокового графа $G^R(s)$
4. Найти множество $D^R(s)$ – нетривиальных доминаторов в потоковом графе $G^R(s)$
5. Вернуть $D(s) \cup D^R(s)$

Построение деревьев доминаторов является трудоёмкой задачей, однако в 1979 года Т. Ленгауэром и Р. Тарьяном [2] был предложен алгоритм построения дерева доминаторов за время $O(m\alpha(m, n))$, где $\alpha(m, n)$ это обратная функция Аккермана.

Также для поиска сильных компонент связности используется алгоритм, предложенный Д. Дж. Пирсом в 2005 [3], который делает это за время $O(3mn)$.

Список литературы

1. G. F. Italiano, L. Laura, F. Santaroni Finding strong bridges and strong articulation points in linear time // Theoretical Computer Science. 2012. № 447. P. 74–84.
2. T. Lengauer, R. Tarjan A Fast Algorithm for Finding Dominators in a Flowgraph // ACM Transactions on Programming Languages and Systems 1979 Vol. 1. № 1. P. 121-141.
3. D. J. Pearce A space-efficient algorithm for finding strongly connected components // Information Processing Letters. 2016. № 116(1). P. 47-52.

УДК 539.3

РАСЧЁТ ЭФФЕКТИВНЫХ ДИАГРАММ ДЕФОРМИРОВАНИЯ НЕСЖИМАЕМЫХ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИТОВ

С. Б. Каримов, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Материалы, способные выдерживать без разрушения большие деформации представляют большой интерес для промышленности. Такими свойствами в частности обладают резиноподобные и эластомерные материалы. Особую важность приобретают методы, позволяющие по заданной микроструктуре композита и механическим характеристикам отдельных фаз композита рассчитывать эффективные упругие и прочностные характеристики композита в целом.

Целью настоящей работы являлось построение эффективных диаграмм деформирования несжимаемых слоистых композитов при больших деформациях. К несжимаемым материалам можно отнести практически все резиноподобные материалы [1]. Для такой задачи было разработано множество методов, однако большинство из них разработаны на основе предположения малости деформаций. Для случая конечных деформаций наиболее перспективным является метод асимптотического осреднения [2].

Для построения метода асимптотического осреднения в случае конечных деформаций в данной работе использованы универсальные представления моделей нелинейно-упругих сред с конечными деформациями – моделей B_n , предложенные Ю.И. Димитриенко [3]. Была поставлена статическая задача теории упругости для несжимаемого упругого слоистого композита:

$$\overset{\circ}{\nabla}_i P^{ij} + \overset{\circ}{\rho} f^j = 0, \quad X^i \in \overset{\circ}{V}, \quad (1)$$

$$P^{ij} = -pF^{-1ij} + \overset{(n)}{\mathcal{F}}^{0ij}(F^{kl}, X^m), \quad X^i \in \overset{\circ}{V} \cup \overset{\circ}{\Sigma}, \quad (2)$$

$$F^k_l = \delta_l^k + \overset{\circ}{\nabla}_l u^k, \quad X^i \in \overset{\circ}{V} \cup \overset{\circ}{\Sigma}, \quad (3)$$

$$\det(F^k_l) = 1 \quad (4)$$

$$\overset{\circ}{n}_i [P^{ij}] = 0, \quad [u^i] = 0, \quad X^i \in \overset{\circ}{\Sigma}_{\alpha\beta}, \quad (5)$$

$$\overset{\circ}{n}_i P^{ij} = t_e^j, \quad X^i \in \overset{\circ}{\Sigma}_1, \quad u^i = u_e^i, \quad X^i \in \overset{\circ}{\Sigma}_2. \quad (6)$$

Определяющие соотношения для моделей B_n взяты в следующем виде

$$\overset{(n)}{\mathcal{F}}^0 = \mu(n-3)^2 \mathbf{F}^{-1} \left(\left(\frac{1+\beta}{n-3} + (1-\beta) I_1 \left(\overset{(n)}{\mathbf{G}} \right) \right) \mathbf{E} - (1-\beta) \overset{(n)}{\mathbf{G}} \right)$$

После подстановки асимптотических разложений неизвестных функций в уравнения (1)–(6), получены локальные и осреднённые задачи. Был выбран композит, состоящий из слоёв резины и полиуретана в соотношении 2:1 соответственно. Были рассчитаны диаграммы деформирования выбранного композита для деформаций одноосного растяжения и деформаций сдвига.

Таким образом, разработан и успешно реализован программно метод решения, который позволил рассчитать по известным упругим свойствам отдельных фаз композита и их структуре в ячейке периодичности эффективные диаграммы деформирования слоистых композитов с конечными деформациями, показывающие зависимость компонент осредненного тензора Пиолы-Кирхгофа от градиента деформаций.

Работа выполнена под руководством научного руководителя Димитриенко Ю. И. доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой «Вычислительная математика и математическая физика».

Список литературы

1. Димитриенко Ю.И., Даштиев И.З. Модели вязкоупругого поведения эластомеров при конечных деформациях // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Естественные науки. № 1. 2001. С. 21-41.
2. Бахвалов Н.С., Панасенко Г.П. Осреднение процессов в периодических средах. М.:Наука. 1984. 356 с.
3. Димитриенко Ю.И. Механика сплошной среды. В 4 т. Т. 2. Универсальные законы механики и электродинамики сплошной среды. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 559 с.

УДК 539.3

РАСЧЕТ СДВИГОВЫХ КОМПОНЕНТ ТЕНЗОРА НАПРЯЖЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ОБ ОСЕСИММЕТРИЧНОМ ИЗГИБЕ КОМПОЗИТНОЙ ОБОЛОЧКИ НА ОСНОВЕ АСИМПТОТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

А.Е. Пичугина, магистрант

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

a.e.pichugina@gmail.com

Для многих задач проектирования композитных оболочек необходим детальный анализ всех полей напряжений, включая напряжения межслойного сдвига. Существующие методы расчета оболочек из композитных материалов основаны на системе допущений относительно характера распределения напряжений по толщине [1]. Применение трехмерной точной теории упругости для решения этих задач приводит к чрезвычайно большому объему вычислений. Наиболее перспективным для рассматриваемого класса задач является метод асимптотического осреднения, который был предложен в работах научных руководителей [2-3].

В настоящей работе этот метод применен для решения задачи изгиба тонкой цилиндрической композитной оболочки, находящейся под внутренним давлением. Целью данной работы является нахождение всех сдвиговых компонент тензора напряжений в рассматриваемой оболочке.

Для решения задачи используется метод асимптотических разложений общих трехмерных уравнений теории упругости в цилиндрических координатах. Асимптотическое решение строится путем разложения по малому параметру $\varepsilon = h/L \ll 1$, представляющему отношение толщины оболочки к ее длине, в виде функций, зависящих от глобальных и локальной координат:

$$u_k = u_k^{(0)}(\bar{q}_\alpha) + \varepsilon u_k^{(1)}(\bar{q}_\alpha, \xi) + \varepsilon^2 u_k^{(2)}(\bar{q}_\alpha, \xi) + \varepsilon^3 u_k^{(3)}(\bar{q}_\alpha, \xi) + \dots$$

В виде асимптотических рядов ищутся также деформации и напряжения в оболочке:

$$\varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ij}^{(0)} + \varepsilon \varepsilon_{ij}^{(1)} + \varepsilon^2 \varepsilon_{ij}^{(2)} + \dots, \quad \sigma_{ij} = \sigma_{ij}^{(0)} + \varepsilon \sigma_{ij}^{(1)} + \varepsilon^2 \sigma_{ij}^{(2)} + \dots$$

С помощью этих асимптотических разложений получены явные выражения для сдвиговых σ_{I3} компонент тензора напряжений через деформации $\varepsilon_{KL}^{(0)}$ и искривления нулевого приближения η_{KL} оболочки.

Показано, что осредненная задача асимптотической теории оболочек получается близкой к теории пластин Кирхгофа – Лява, но отличается от нее определяющими

соотношениями, содержащими производные второго порядка от мембранных перемещений. Решены локальные задачи теории оболочек, с их помощью получены явные выражения для всех шести компонент тензора напряжений, включая напряжения межслойного сдвига в оболочке.

Получено распределения для сдвиговых компонент тензора напряжений в слоях оболочки и произведен их численный расчет.

Работа выполнена под руководством научных руководителей: Димитриенко Ю.И., д.ф.-м.н., профессора, зав. кафедрой ФН-11 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Губаревой Е.А., к.ф.-м.н., доцента, зам. зав. кафедрой ФН-11 МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Список литературы

1. Димитриенко Ю.И. Механика сплошной среды. Т. 4: Основы механики твердого тела. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. 580 с.
2. Димитриенко Ю.И., Губарева Е.А., Шалыгин И.С. Теория тонких оболочек, основанная на асимптотическом анализе трехмерных уравнений теории упругости // Инженерный журнал: науки и инновации. 2015. №5 (41).
3. Димитриенко Ю.И., Губарева Е.А., Юрин Ю.В. Расчет полного тензора напряжений в тонких моноклинных композитных оболочках на основе метода асимптотической гомогенизации // Инженерный журнал: наука и инновации. 2016. №12 (60).

УДК 539.3

РАСЧЕТ КОМПОНЕНТ ТЕНЗОРА НАПРЯЖЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ОБ ИЗГИБЕ ТОНКОГО МЯГКОГО ПОКРЫТИЯ ЖЕСТКОЙ ПЛАСТИНЫ НА ОСНОВЕ МЕТОДА АСИМПТОТИЧЕСКОГО ОСРЕДНЕНИЯ

А.Д. Тарасова, магистрант

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

nalinabonya@yandex.ru

Двухслойные системы: мягкое покрытие на жесткой упругой конструкции широко применяются в инженерной практике. В настоящее время, как правило, применяются приближенные методы расчета покрытий, в которых покрытия рассматриваются как пластины Тимошенко или Кирхгофа-Лява на жестком основании [1], [2], при этом принимается допущение об отсутствии поперечных напряжений в покрытии или задается распределение этих напряжений априорным образом. Точность и математическая обоснованность этих методов расчета, как правило, не изучается.

Целью было использование высокоэффективного метода асимптотического осреднения тонких упругих конструкций [3], позволяющего получать решения без применения специальных допущений, для расчета напряжений в системе мягкое покрытие - жесткая упругая пластина-основание.

С помощью данного подхода рассмотрена задача моделирования напряженно-деформированного состояния тонкого мягкого покрытия жесткой пластины при малых деформациях.

$$\begin{aligned} \nabla_i \sigma_{\beta}^{ij} &= 0, & X^i &\in V_{\beta}^0, \\ \sigma_{\beta}^{ij} &= C_{\beta}^{ijkl} \varepsilon_{\beta}^{kl}, & X^i &\in V_{\beta}^0 \cup \Sigma_{\beta}^0, \\ \varepsilon_{\beta}^{ij} &= \frac{1}{2} (\nabla_j u_{\beta}^i + \nabla_i u_{\beta}^j), & X^i &\in V_{\beta}^0 \cup \Sigma_{\beta}^0, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (\sigma_{\beta}^{i3} - \sigma_{\beta'}^{i3}) = 0, \quad (u_{\beta}^i - u_{\beta'}^i) = 0, \quad X^i \in \Sigma_{\beta\beta'}^0, \\
 \sigma_{\beta}^{i3} = -\beta_0 \delta^{i3}, \quad X^i \in \Sigma_{\beta}^0, \beta = 1, N+1, \\
 \sigma_{\beta}^{i2} = 0, \quad X^i \in \Sigma_b^0, \beta = 1 \dots N \\
 u_{\beta}^k = u_e^i, \quad X^i \in \Sigma_{\Gamma}^0, \beta = 1 \dots N
 \end{aligned}$$

Приняты допущения: 1) Введен малый параметр, отношение толщины пластины h к ее длине L $\kappa = h/L \ll 1$; 2) 2-х слойная пластина, модули упругости мягкого и жесткого слоев сильно удовлетворяют соотношению $C_1^{ijkl} = \kappa C_2^{ijkl}$.

Модель основана на асимптотическом анализе общих трехмерных уравнений механики деформируемого твердого тела. Получены асимптотические разложения решений задачи теории упругости для тонкого мягкого покрытия и для жесткого основания-пластины, соединенных идеальным упругим контактом. Сформулированы и решены задачи специального вида - локальные задачи для жесткого и мягкого слоя. Рассмотрена задача об изгибе. Численно рассчитаны компоненты тензора изгибных напряжений σ_{11} для обоих слоев.

Работа выполнена под руководством научных руководителей: Димитриенко Ю.И., д.ф.-м.н., профессора, заведующего кафедрой ФН-11 МГТУ им. Н. Э. Баумана, Губаревой Е.А., к.ф.-м.н., доцента, заместителя заведующего кафедрой ФН-11 МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Список литературы

1. Димитриенко Ю.И. Механика сплошной среды: в 4 т. Т.2. Универсальные законы механики и электродинамики сплошных сред. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 560 с.
2. Димитриенко Ю.И. Основы механики твердого тела // Механика сплошной среды. 2013. Т. 4. 624 с.
3. Димитриенко Ю.И. Губарева, Е.А., Яковлев Д.О. Асимптотическая теория многослойных упругих пластин: метод. указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Методы решения задач МДТТ». М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 31 с.

СЕКЦИЯ «ЮРИСПРУДЕНЦИЯ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ И СУДЕБНАЯ ЭКСПЕРТИЗА»

УДК 608

ВЛИЯНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ О РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРОЕКТОВ НА ЭТАПЕ ОБОСНОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ

Д.И. Федорова, магистрант

МГТУ им. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

2523101@gmail.com

Федеральные целевые программы и межгосударственные целевые программы, в осуществлении которых участвует Российская Федерация, представляют собой увязанный по задачам, ресурсам и срокам осуществления комплекс научно-исследовательских, опытно-конструкторских, производственных, социально-экономических, организационно-хозяйственных и других мероприятий, обеспечивающих эффективное решение системных проблем в области государственного, экономического, экологического, социального и культурного развития Российской Федерации. В Федеральные целевые программы включаются инфраструктурные проекты федерального значения (например-строительство объектов транспортной инфраструктуры).

При реализации крупных инфраструктурных проектов федеральный целевых программ на начальной предпроектной стадии реализации проекта проводятся работы по Обоснованию Инвестиций. Данный вид работ проводится с целью оценить затраты, сроки и окупаемость проекта, принять принципиальные решения о его реализации. Следующим шагом при принятии положительного заключения Обоснования Инвестиций о реализации проекта, как правило, приступают к разработке Проектной документации.

Требования к составу и содержанию Обоснования Инвестиций частично регламентированы Градостроительный кодексом РФ, Постановлениями Правительства РФ, методическими указаниями, регламентами. Одним из основных подзаконный актов, регулирующий требования к составу Обоснования Инвестиций является проект Постановления Правительства «О составе разделов обоснования инвестиций и требованиях к их содержанию», которое более подробно раскрывает его содержание и состав. [3]

В работе крупных структур и предприятий, с государственным участием корпоративные процедуры (в том числе проведение конкурсных процедур), планы финансирования утверждаются заблаговременно и любое внесение изменений проходит сложно, долго, иногда это вообще невозможно, и непредвиденные работы, в том числе по РИД (лицензионные договоры, отчуждения и т.д.) могут привести не только к срывам сроков, дополнительным затратам, но и срывам самого проекта. [1]

Проанализировав данные материалы можно сделать следующие выводы:

Анализ РИД при разработке Обоснования Инвестиций, позволит [2]:

в отношении существующих РИД:

- 1) выявить и привлечь новых потенциальных партнёров;
 - 2) точнее проработать риски (сроки, штрафы, отказы от выдачи лицензий, троллинг);
 - 3) сделать более точный расчет технико-экономического обоснования проекта (затраты);
 - 4) точнее планировать организационно-правовые схемы реализации проекта (возможное возникновение новых участников);
-

в отношении потенциальных РИД:

- 1) повысить привлекательность и окупаемость проекта;
- 2) грамотно спланировать кадровую политику, конкурсные работы;
- 3) точнее сделать расчеты финансирования проекта.

Учитывая вышеизложенное целесообразно включить анализ результатов интеллектуальной деятельности на стадии Обоснования инвестиций.

Список литературы

1. Амелина К.Е. Запатентованный объект и сопутствующее ноу-хау: правовые и экономические аспекты // Гуманитарный вестник (МГТУ им. Н.Э. Баумана) электронный журнал. 2012. №2.
2. Бурков В.Н. Коробец Б.Н., Минаев В.А., Щепкин А.В. Особенности механизма оценивания научно-технических проектов при участии активных экспертов // Нелинейный мир 2017.Т. 15, № 3 .С. 79–86
3. Постановление Правительства РФ № 87 от 16 февраля 2008г «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»

УДК 608

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕРНЕТ-САЙТОМ КАК ОБЪЕКТОМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

А.В. Архипова, магистрант

МГТУ им. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

arvatess@yandex.ru

Любое предприятие сегодня чтобы быть успешным просто обязано иметь собственный интернет-сайт (далее – сайт). Поэтому в России на уже 2015 г. было зарегистрировано около 5 млн. подобных объектов [1].

Согласно п. 2 статьи 1260 Гражданского кодекса РФ, сайты относятся к составным произведениям. Тем не менее, они обладают рядом особенностей, отличающих их от традиционных составных произведений.

Выявление подобных особенностей стало основной задачей проведенной научно-исследовательской работы. Также были рассмотрены возможности применения полученного знания для улучшения процессов управления коммерческим сайтом.

При изучении работ, посвященных указанным вопросам (в том числе К. Амелиной, В. Архипова, Е. Басмановой, В. Калятина), и практических примеров можно заключить, что основные особенности сайта связаны с его сложной разноплановой структурой, имеющей внутреннюю (техническую) и внешнюю (дизайнерскую) составляющую [2].

Например, на сайте компании Яндекс прослеживается одновременное использование объектов авторского права, товарных знаков и запатентованных технологий, которые вместе составляют его художественное решение. Одновременно несомненна связь этого сайта с программами для ЭВМ и доменным именем.

Работа с подобным количеством объектов приводит появлению различных задач, среди которых: обеспечение патентной чистоты сайта и предотвращение нарушений исключительных прав на его элементы.

Для эффективного решения обоих вопросов следует уделять особое внимание ключевым элементам, которые выявляются еще на стадии разработки сайта. Для этого определяется цель его создания, и элементы «жизненно необходимые» для ее достижения.

Далее проблем можно избежать путем своевременных проверок и мониторинга деятельности возможных конкурентов. Так как сайт включает в себя множество

различных объектов ИС, часть этих работ может быть поручена разработчикам-исполнителям. Однако необходим постоянный контроль со стороны владельца сайта, задачей которого становится проверка правовой чистоты в целом.

Отсюда можно сделать вывод о том, что особенностью управления интернет сайтом также является комплексный подход к управлению этим объектом.

Специфика связана с необходимостью решения более широких вопросов, чем те, что возникают при работе с традиционными составными произведениями. Чем полнее будет составлено представление о роли каждого из элементов его структуры, тем эффективнее можно использовать сайт.

Список литературы

1. Сколько сайтов в интернете всего существует? Режим доступа: <http://kak-sdelat-mne.ru/skolko-sajtov-v-internete-vsego-sushhestvuet/> (дата обращения 15.04.2018)
2. Амелина К.Е., Коробец Б.Н., Кравченко А.А. Интернет-сайт с точки зрения категорий интеллектуальной собственности // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2015. Т. 7, № 5. Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/62TVN515.pdf> (дата обращения 01.05.2018).
3. Буренина В.И. Система законодательства, регулирующего научно-
4. техническую деятельность: проблемы и противоречия // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. 2013. № 9-1. С. 19-24

УДК 85.01.00

ПАТЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ГОСТ 15.011-96 И ПАТЕНТНЫЙ ЛАНДШАФТ

М.Ю. Аникеева, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность, судебная экспертиза»

anikeeva-marina9@mail.ru

В Российской Федерации в последнее время патентные исследования проводят с помощью двух популярных инструментов: ГОСТ 15.011-96 и патентные ландшафты.

Патентные исследования согласно ГОСТ 15.011-96 (далее – ГОСТ) – это исследования технического уровня и тенденций развития объектов хозяйственной деятельности, их патентоспособности, патентной чистоты, конкурентоспособности (эффективности использования по назначению) на основе патентной и другой информации [1].

Оформление отчета о патентных исследованиях строго регламентировано. Результаты должны быть представлены по установленным формам.

Патентный ландшафт - это информационно-аналитическое исследование патентной документации, показывающее в общем виде патентную ситуацию в определенном технологическом направлении либо в отношении патентной активности субъектов инновационной сферы с учетом временной динамики и территориального признака: страны, региона или в мировом масштабе [2].

Патентный ландшафт необходим, когда стоят такие вопросы как: на какие рынки целесообразно выходить? С какими кампаниями нужно сотрудничать, а какие можно приобрести по анализу патентного портфеля? В какие области лучше инвестировать для получения нового знания? Какие исследователи будут интересны для сотрудничества?

Сравнивая проведение патентных исследований по ГОСТ и построение патентных ландшафтов, можно найти как общие, так и отличающиеся черты.

Общим является то, что оба инструмента имеют практически одинаковые этапы построения: определяется объект исследования и утверждается регламент поиска, проводится поиск, а затем анализ патентной и иной документации в соответствии с поставленными задачами, после которого составляется отчет. Также общим является то, что в них не учитывается информация о «ноу-хау», так как о нем отсутствуют сведения в свободном доступе. Более подробно о данном объекте интеллектуальной собственности написано в работе К.Е. Амелиной [3].

Главное отличие заключается в том, что оформление патентного ландшафта не регламентировано стандартами. Это большой плюс для исполнителя, так как позволяет сократить время на оформление отчета и включать только важные для конечного пользователя сведения.

Также можно отметить тот факт, что ГОСТ представляет собой наиболее обширное патентное исследование, в котором предусмотрен целый ряд инструментов для всестороннего анализа объекта исследования.

Необходимо отметить, что между патентным ландшафтом и ГОСТ существует непосредственная связь, которую можно охарактеризовать как преемственность. Учитывая увеличивающиеся темпы экономики, когда на принятия решений практически нет времени, отчет о патентном ландшафте значительно сокращает его благодаря удобной форме выражения. Однако при его составлении используются методы, прописанные в ГОСТ, а значит, можно предположить, что патентный ландшафт является логичным развитием ГОСТ.

Список литературы

1. ГОСТ 15.011-96. Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения.
2. Методические рекомендации по подготовке отчетов о патентном обзоре (патентный ландшафт), утвержденные Приказом от 23 января 2017 года №8 Федеральной службой по интеллектуальной собственности.
3. Амелина К.Е. Ноу-хау и патентная форма охраны: диссертация к.ю.н. М., 2007. 203 с.

УДК 342.518

ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ

С.А. Серебрякова,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза».

sofyasofya98@gmail.com

Правительство Российской Федерации (далее Правительство) — это высший исполнительный орган государственной власти Российской Федерации. Однако на сегодняшний день Правительство ограничено в своей деятельности ввиду влияния Президента РФ. Далее рассмотрим данное влияние на высший исполнительный орган власти.

Президент как глава государства наделен правом законодательной инициативы по вопросам, отнесенным к компетенции Правительства, а также возможностью издания указов и распоряжений по тем же вопросам [1]. Правительство на основании и во исполнение, в том числе и нормативных указов Президента, издает постановления и распоряжения [2].

Основываясь на вышесказанных нормативных актах, можно сделать вывод, что Президент имеет возможность настоятельно рекомендовать свое видение содержания определенных нормативных актов кабинету министров, издаваемых по вопросам

компетенции последнего. Правительство, в свою очередь, реализуя свои прямые обязанности и опасаясь уйти в отставку, воплощает все президентские предложения в силу вышеупомянутого нормативного предписания [3].

Формирование Правительства — это полномочие главы государства. Президент назначает Председателя Правительства, определяет количество заместителей Председателя Правительства и систему федеральных органов исполнительной власти. Более того, глава государства обладает правом отправить Правительство в отставку по собственной инициативе. Президент имеет право непосредственно руководить деятельностью федеральных органов исполнительной власти, ведающих вопросами обороны, безопасности, внутренних дел, юстиции, иностранных дел, предотвращения чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий [2]. Следовательно, Правительство не имеет самостоятельности при решении вопросов, связанных со своей непосредственной компетенцией, поскольку напрямую контролируется Президентом, который ограничивает его полномочия. В результате, высший исполнительный орган власти не имеет возможности оказать эффективное влияние на политическую, экономическую и социальную сферу.

Таким образом, на сегодняшний день в Российской Федерации сложилась ситуация, когда декларативно независимая исполнительная власть на практике вынуждена в значительной степени подчиняться Президенту, реализуя определенные последним основные направления внутренней и внешней политики. Фактически, именно от главы государства зависит и состав, и порядок работы высшего органа исполнительной власти, что существенно ограничивает его самостоятельность в принятии решений. Для решения данной проблемы стоит ликвидировать вмешательство Президента в деятельность Правительства. Также стоит ограничить право главы государства председательствовать на заседаниях Правительства.

Список литературы

1. Указ Президента РФ от 10 июня 1994 г. № 1185 (ред. от 26.11.2001) «Об обеспечении взаимодействия Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ, 13.06.1994.
2. Федеральный конституционный закон от 17.12.1997 № 2-ФКЗ (ред. от 28.12.2016) «О Правительстве Российской Федерации» // Российская газета, № 245. От 23.12.1997г.
3. Сарсембаев А.С. Проблемы функционирования и ответственности Правительства Российской Федерации: фактическая реализация полномочий и пути преодоления // Юридические записки. 2013. № 3. С. 32-36.

УДК 342.519

ПОЛНОМОЧНЫЕ ПРЕДСТАВИТЕЛИ ПРЕЗИДЕНТА РФ

Д.Д. Керенцева, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза».

daria.kerentseva@yandex.ru

Полномочные представители Президента РФ являются должностными лицами Администрации Президента РФ. Основной задачей деятельности указанных лиц является обеспечение реализации полномочий главы государства в пределах собственной компетенции. Полномочные представители призваны содействовать развитию в нашей стране гражданского общества и правового государства.

Полномочный представитель Президента РФ в Совете Федерации РФ, Государственной Думе РФ осуществляет правотворческие функции главы государства. Именно данное лицо представляет позицию Президента РФ в рамках законодательной

инициативы, а также озвучивает и обосновывает его мнение по рассматриваемым или принятым федеральным законам, предлагаемым к утверждению указам и кандидатурам должностных лиц, назначаемых соответствующей палатой парламента.[2] Таким образом обеспечивается эффективное взаимодействие Президента РФ и Федерального Собрания РФ в области законодательного процесса.

Относительно судебной власти Президент РФ не имеет широких контролирующих полномочий, поэтому деятельность Полномочного представителя Президента РФ в Конституционном Суде РФ заключается в представлении стороны главы государства в судопроизводстве. Данное лицо наделено правом подготовки проектов, предполагаемых к внесению в Конституционный Суд РФ, а также участия в заседаниях с целью разъяснения позиции Президента РФ по рассматриваемым вопросам, не имея при этом возможности какого-либо давления на суд при принятии решения.[1]

Полномочный представитель Президента РФ в федеральном округе обеспечивает реализацию конституционных полномочий главы государства в пределах вверенного ему округа. Основной целью деятельности данного должностного лица является воплощение в жизнь основных направлений внутренней и внешней политики государства, определенных Президентом РФ. Поэтому Полномочный представитель в пределах федерального округа осуществляет контроль над деятельностью органов государственной власти субъектов РФ, а также обеспечивает эффективный диалог между должностными лицами и гражданами.[3] Обращение к Полномочному представителю может направить любой человек лично либо при помощи средств связи. Далее это обращение будет рассмотрено и разрешено компетентным органом в разумный срок. Широкий круг прав Полномочного представителя Президента РФ в федеральном округе позволяет обеспечить максимальную эффективность его деятельности.

Таким образом, институт Полномочных представителей Президента РФ успешно решает поставленные перед ним задачи, обеспечивая полное осуществление конституционных полномочий главы государства с учетом специфики конкретных органов власти, а также геополитического положения федерального округа. Введение указанной должности способствует координации деятельности всех ветвей власти, а также реализации кадровой политики Президента РФ посредством представления кандидатур для назначения на государственные должности.

Список литературы

1. Указ Президента РФ от 31 декабря 1996 г. № 1791 «Об обеспечении деятельности полномочного представителя Президента Российской Федерации в Конституционном Суде Российской Федерации» // «Собрание законодательства РФ», 09.01.1997 г., №1, ст. 118.
2. Указ Президента РФ от 13 мая 2000 г. № 849 «О полномочном представителе Президента Российской Федерации в федеральном округе» // «Собрание законодательства РФ», 15.05.2000 г., № 20, ст. 2112.
3. Указ Президента РФ от 22.06.2004 № 792 (ред. от 12.02.2015) «О полномочных представителях Президента Российской Федерации в Совете Федерации Федерального Собрания Российской Федерации и Государственной Думе Федерального Собрания Российской Федерации» // «Собрание законодательства РФ», 28.06.2004 г., № 26, ст. 2651.

УДК 342.553

ЮРИДИЧЕСКАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ОРГАНОВ И ДОЛЖНОСТНЫХ ЛИЦ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ: ДИСКУССИОННЫЕ ВОПРОСЫ

Захарчук А.Р., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

anastasia.zakharchuk@yandex.ru

Определяющим началом современной концепции демократии государства является проблема ответственности в деятельности властей. В настоящее время значимость института ответственности органов местного самоуправления повышается. Цель работы автора - выяснить эффективность данного института и выявить недостатки в его реализации. В свою очередь основными задачами являются:

- анализ мер воздействия правонарушителей;
- предложение способов улучшения работы института муниципальной ответственности.

В муниципальном и конституционном праве с каждым годом возрастает значение института юридической ответственности. При этом в науке конституционного права наблюдаются стремления к становлению и развитию института ответственности. Это определено, с одной стороны, индивидуальностью предмета конституционного права, с другой – особенностями государственного и правового развития страны.

Многие отечественные авторы отмечают, что одним из самых спорных институтов отечественного муниципального права является именно институт юридической ответственности органов местного самоуправления. Его основа - конституционные и иные нормы, обязывающие органы государственной власти, граждан и их сообщества соблюдать Конституцию РФ, федеральные законы, нормы законодательства о местном самоуправлении.

И.А. Алексеев считает возможным «уверенно утверждать», что «в системе местного самоуправления к субъектам муниципально-правовых отношений могут применяться все известные виды юридической ответственности».[1]

Изучив действующее законодательство, автор приходит к выводу, что не все из форм юридической ответственности эффективно используются. Законодатель преимущественно выбирает санкции, заключающиеся в удалении в отставку, отзыве и отрешении от должности.

Одним из неотъемлемых признаков отрасли наряду со своими общественными отношениями и нормами является своя мера ответственности.

Понятие ответственности является полисемичным. Во-первых, есть «негативная» ответственность, при ней мера санкции обуславливается характером правонарушения и его последствиями. Во-вторых, существует «позитивный» момент, при котором степень ответственности будет находиться в зависимости от объема полномочий и характера компетенции. Стоит отметить, что в современной России наблюдается общая тенденция к расширению и усилению мер ответственности органов и должностных лиц публичной власти, которая приводит к определенным перегибам. [2]

На наш взгляд, институт дисциплинарной ответственности не имеет будущего. Стоит говорить о тех видах ответственности, которые обусловлены основаниями для использования мер воздействия на потенциальных или состоявшихся правонарушителей.

В настоящее время на законодательном уровне стоит более конкретно определить границы полномочий в органах муниципальной власти, установить их ответственность за принятие решений. Связанные с определением полномочий трудности открывают возможности для проявления злоупотреблений властью на местном уровне.

Список литературы

1. Алексеев И.А. Государственная власть и местное самоуправление. Конституционное и муниципальное право. 2011. № 1. С. 59-63
2. Лапшина И. Е. Конституционное право зарубежных стран в вопросах и ответах: учеб. пособие. М.: Проспект, 2005. 268 с.
3. Лапшина И. Е. Законодательное ограничение прав человека в закрытых административно-территориальных образованиях: Научно-методический электронный журнал Концепт. 2014. С. 564-565

УДК 342.7

ПРОБЛЕМЫ ПРИОБРЕТЕНИЯ ГРАЖДАНСТВА В РФ

Е.И. Егорова, студент

МГТУ им. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

kitti.kiass@gmail.com

Сама категория «гражданство» подразумевает положение человека в определенном государстве и правовую связь государства и человека. Получение гражданства физическим лицом является приобретаемым статусом. Изучая специфику приобретения гражданства в Российской Федерации, можно сделать следующий вывод: в теории еще не установились единые взгляды на понятие гражданства, природу двойного гражданства, что является одной из причин существования коллизий в законодательстве.

Проанализировав статистические данные по миграции, можно констатировать, что подавляющее большинство лиц прибывает из стран ближнего зарубежья с целью трудоустройства. И, как правило, проблемы приобретения гражданства возникают у мигрантов этой категории.

На сегодняшний день ужесточились условия приобретения гражданства. Для получения гражданства многим беженцам приходится приезжать в различные субъекты РФ, так как в Москве сейчас это сделать очень сложно. Более того, данная процедура может растягиваться на период до двух лет.

Многие жители СНГ не имеют никакой недвижимости на территории РФ. Наличие места регистрации является обязательным условием при приобретении гражданства в РФ, следовательно, многие проблемы приобретения гражданства упираются в прописку. Существуют способы обхода этой проблемы: некоторые местные жители готовы за определенную сумму денег прописать мигрантов в своем жилье, но это незаконная и дорогая процедура.

Для преодоления названных проблем можно предложить следующие меры:

- восстановить в Федеральном законе « О гражданстве Российской Федерации» порядок регистрации гражданства в трехмесячный срок по аналогии со ст. 18 Закона РФ от 28 ноября 1991 года №1948-1 « о Гражданстве Российской Федерации»;

- отменить квотный режим прибытия иностранных граждан для ученых, признанных в качестве таковых профильным федеральным ведомством;

- необходимо предусмотреть в федеральном законе отсылочную норму к соответствующему приказу Министерства образования и науки РФ, в котором будут определены критерии получения гражданства соотечественникам, проживающих за рубежом, в упрощенном порядке, при условии, что их научные достижения будут иметь пользу для российского государства;

По некоторым направлениям целесообразно вернуться к старым редакциям, в других же случаях предложить новые механизмы правового регулирования рассмотренных общественных отношений.

Список литературы

1. Баглай М.В. Конституционное право Российской Федерации: учебник для вузов. 6-е изд. М, 2014.
2. Лапшина И. Е., Скачкова А. П. Новеллы правового регулирования принятия в гражданство Российской Федерации // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2018. № 5 (май). Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2018/183022.htm> (дата обращения 04.04.2018).
3. Миронов В. Ф., Миронов А. В. Гражданство в Российской Федерации. Российские и международные акты. Комментарии законодательства. М.: Норма, 2015.

УДК 343.123

СТАДИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ УГОЛОВНОГО ДЕЛА: ПЛЮСЫ И МИНУСЫ

А.А. Ракова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

a.rakova@mail.ru

Такая самостоятельная досудебная стадия уголовного процесса как возбуждение уголовного дела играет немаловажное значение в современном уголовном судопроизводстве, поскольку посредством её реализуется право на производство следственных действий и применения мер процессуального принуждения. Стадия возбуждения уголовного дела – есть совокупность юридических норм, регламентирующих общественные отношения, которые возникают в связи с принятием, рассмотрением и разрешением первичных сведений о преступлении [1]. В настоящее время, в условиях ограничения полномочий надзирающих и контролирующих органов на принятие процессуальных решений, проблема обеспечения прав и законных интересов лиц, вовлечённых в уголовно-процессуальные отношения, приобретает особую актуальность. Существующее несовершенство законодательных конструкций приводит к массовому нарушению прав граждан, как потерпевших от преступлений, так и незаконно подвергнутых уголовному преследованию. Главными задачами стадии возбуждения уголовного дела являются, во-первых, защита законных интересов лиц и организаций, потерпевших от преступлений; во-вторых, защита личности от незаконного и необоснованного обвинения, осуждения, ограничения ее прав и свобод. Тем не менее, многими процессуалистами приводятся статистические данные работы органов прокуратуры, согласно которым отменяется весомое количество отказов в возбуждении уголовного дела, что ставит под сомнение полезность данной стадии уголовного судопроизводства.

Проанализировав нормативно-правовые акты, регулирующие уголовное судопроизводство, в частности Уголовно-процессуальный кодекс РФ (далее - УПК), а также труды учёных-юристов по данной тематике и существующие статьи, предлагаем выделить существующие плюсы и минусы данной стадии. К плюсам мы относим: 1) гарантию от незаконного уголовного преследования; 2) проверку оснований для возбуждения уголовного дела; 3) адекватное и последовательное реагирование правоохранительных органов на каждый случай совершенного или готовящегося преступления. К минусам относятся: 1) большой процент необоснованных отказов в возбуждении уголовного дела; 2) короткие сроки для рассмотрения всех оснований к возбуждению уголовного дела [2]; 3) перспектива размытия стадий досудебного

разбирательства, а как следствие, ошибки в построении процессуальной формы уголовного судопроизводства и неизбежное изменения УПК [3]; 4) неопределённый статус участников на стадии.

Стадия возбуждения уголовного дела складывалась постепенно параллельно развитию государства и общества. По мере изменения законодательного закрепления уголовно-процессуальных норм, накопления теоретического и практического опыта законодательного регулирования и результатов его апробации в практике, изменялась форма и принципы данной стадии. Все рассмотренные плюсы и минусы стадии возбуждения уголовного дела говорят о том, что необходимо реформирование отдельных аспектов данной стадии (продление сроков проверочных действий, регламентирование статуса участников в стадии возбуждения уголовного дела), однако тенденция ликвидации стадии возбуждения уголовного дела не является необходимостью на данный момент, поскольку она не растратила весь свой потенциал для российского уголовного процесса.

Список литературы

1. Рыжаков А.П. Уголовный процесс: учебник для вузов. 5-е изд. перераб. М.: Издательство «Дело и Сервис», 2011. 512 с.
2. Вехов В.Б. Особенности проведения доследственной проверки по делам о преступлениях в сфере компьютерной информации // Эксперт-криминалист 2013. № 4. С. 2–4. Режим доступа: <http://www.law.edu.ru/book/book.asp?bookID=1540823> (дата обращения 08.04.2018).
3. Тяжких Е.С. К вопросам стадии возбуждения уголовного дела // Общество с ограниченной ответственностью «Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс» (Чебоксары). 2016. № 2. С. 240-244. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25924047&> (дата обращения: 07.05.2018).

УДК 346.242

ФОРМИРОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ МОНОПОЛИЙ В РОССИИ: ИСТОРИКО-ПРАВОВОЙ АНАЛИЗ

Айсин Р.Н, студент МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»
aysin_r@mail.ru

Россия перешла на рельсы рыночного хозяйства, что характеризуется появлением первых зачатков капиталистического общества: появилась частная собственность, свобода индивидуального предпринимательства, конкуренция. Казалось бы, движемся на пути прогресса. Но государство до настоящего момента остается сырьевым придатком Запада. Так, несмотря на большое количество нефтяных месторождений, Россия, из-за отсутствия соответствующих технологий производства, вынуждена закупать бензин за границей [1].

Господство на рынке государственного сектора оказывает отрицательное влияние на стратегически важные отрасли: железнодорожного транспорта, газовую и нефтяную. Последствия этого – плохое качество услуг, их высокая цена, серьезный вред экологии, застой в развитии. Такое состояние в экономической науке называют естественной монополией. В странах с развитыми экономиками существует ряд приемов, не допускающих создания монополий в экономике. Например, искусственный раздел крупных монополистических предприятий. В России власти активных мер не принимают, так как такие налоги, уплачиваемые такими монополиями, являются основным источником пополнения средств государственного бюджета. В первую очередь это касается правительства, которое “играет главную роль в разработке и

формулировании основных целей политики государства, определении путей и средств их достижения и осуществления.” [2]

Формирование естественных монополий в России началось в эпоху правления Петра I, с возникновением в обществе идей меркантилизма. Его смысл заключается в активном вмешательстве государства в национальную экономику. Государство предпринял ряд мер, в том числе правовых. Например, был издан указ Петра о “ горной свободе”, который давал право любому вести промышленную разработку обнаруженных месторождений полезных ископаемых за чисто символическое вознаграждение собственнику земли. Следующие правители поддерживали такое начинание. Так, Николай II, в июле 1893 года издал указ, который, официально ввел «казенную продажу питей» или винную монополию.

Возникший в 1900-1903 – х годах мировой экономический кризис привел к формированию в России картелей, трестов и синдикатов. Мелкие предприятия стали объединяться в более крупные, чтобы сократить производственные расходы, что позволило им выжить.

С созданием СССР и переходом к плановой экономической системе, в течение 68 лет, единственной формой собственности была государственная. Данный исторический факт объясняет причину, по которой в нашем обществе столь сильна идея естественных монополий.

26 декабря 1991 года Советский Союз прекратил свое существование. В целях дальнейшего регулирования экономической деятельности таких государственных гигантов как «АвтоВАЗ», «Газпром», «РЖД», «Аэрофлот», «Роснефть», была создана широкая правовая база, которая функционирует до настоящего времени. Прежде всего следует обратить внимание на Федеральный Закон “О естественных монополиях”, за отмену которого в государственной думе выступил глава ФАС И.Ю. Артемьев. По его словам, частные компании подвергаются дискриминации со стороны государственных монополистов, и в результате 95% всех торгов, проводимых государственными корпорациями, представляет их имитация [3].

Итак, история показывает, что экономика нашей страны прочно связана с естественными монополиями, а значит, борьба с ними будет тяжелым испытанием, но вполне преодолимым, что подтверждено зарубежным опытом.

Список литературы

1. Ю. Болдырев. Экономике не вытянуть без политических решений <https://svpressa.ru/economy/article/102157/> (дата обращения 04.05.2018).
2. Конституционное право зарубежных стран в вопросах и ответах: учеб. пособие. М.: Проспект, 2005. 268 с.
3. Глава ФАС предложил отменить закон о естественных монополиях. Режим доступа: <https://rg.ru/2016/11/16/glava-fas-predlozhit-otmenit-zakon-o-estestvennyh-monopoliiiah.html> (дата обращения 02.04.2018)

УДК 342

ИНСТИТУТ УСЫНОВЛЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ДЕТЕЙ ГРАЖДАНАМИ РФ: ВОПРОСЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

В.В. Касаткина, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

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

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Исходя из статистических данных министерства науки и образования число детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей на 2017 г. является 50,2 тыс. человек, из них гражданами РФ было усыновлено около 38% российских детей и 19% иностранных детей, а именно в 2016 году областными и равными им судами было окончено 450 дел о международном усыновлении, из них с вынесением решения рассмотрено 433 дела (с удовлетворением требования - 430 дел, с отказом в удовлетворении требования - 3 дела, производство по 6 делам о международном усыновлении было прекращено, а 11 заявлений оставлены без рассмотрения).

Дети могут быть также переданы на усыновление гражданам Российской Федерации, постоянно проживающим за пределами территории Российской Федерации, не являющимся родственниками детей, по истечении двенадцати месяцев со дня поступления сведений о таких детях в федеральный банк данных о детях, оставшихся без попечения родителей[2].

Как правило, процесс усыновления ребенка в иностранных государствах занимает длительный период от полутра до трех лет, при условии, что ни одно из предъявляемых законом условий не было нарушено.

При усыновлении на территории Российской Федерации гражданами Российской Федерации ребенка, являющегося иностранным гражданином, необходимо получить согласие законного представителя ребенка и компетентного органа государства, гражданином которого является ребенок, а также, если это требуется в соответствии с законодательством указанного государства, согласие ребенка на усыновление[2].

Первым и основным условием на пути усыновления ребенка является соответствие усыновителей к предъявляемым требованиям. Когда речь идет о процессе международного[3] усыновления, то в данной ситуации гражданин РФ должен подходить под все параметры, которые указаны в национальном законодательстве иностранного государства.

В соответствии с нормативно – правовыми актами к кандидатам на международное усыновление устанавливаются следующие требования:

- пара должна оформить брак не позднее чем за три года до подачи заявления на усыновление;
- семейная пара должна проживать совместно;
- кандидаты в усыновители в обязательном порядке должны иметь все моральные качества и материальные средства для воспитания и содержания ребенка.

Существуют также и возрастные критерии между усыновителями и усыновляемым, в которых необходимо соблюдать разницу в возрасте, исходя из положения публицистической статьи "Удочерение ребенка иностранным гражданином": она должна превышать восемнадцать лет, но не быть более сорока пяти лет в том случае, когда принимает в семью один человек и пятьдесят пять – если пара состоит из двух супругов. Из данного правила есть исключение: разрешается не соблюдать эти возрастные ограничения в том случае, когда в семью принимаются братья и сестры, или же у кандидата имеется свой или приемный ребенок, который не достиг совершеннолетия.

Кандидаты должны пройти все этапы усыновления. На сегодняшний день, всю процедуру усыновления можно поделить на несколько шагов[2]:

- подать специальное заявление, которое свидетельствует о готовности пары взять на себя ответственность по воспитанию приемного ребенка с другого государства;
- пройти проверку социальных инстанций на пригодность кандидатов и соответствие их кандидатур необходимым требованиям; получить документ, который свидетельствует о пригодности будущих родителей;
- организовать подбор и встречи с ребенком;
- оформить все необходимые документы.

После того, как будут выданы все разрешения, пара может забрать малыша с места его проживания и увезти домой. Но нужно также закрепить усыновление в стране гражданства усыновителей. Вне зависимости от того гражданином какого государства является ребенок – в обязательном порядке должна соблюдаться тайна усыновления. Все органы и лица, которым стало известно о том, что дитя является паре приемным - обязаны молчать об этом, и не имеют права разглашать такую информацию[1].

Таким образом, основными проблемами в усыновлении иностранных детей гражданами РФ являются:

1. Сложность и громоздкость процедуры усыновления по времени и в пространстве
2. Велика возможность отказа иностранного государства в усыновлении ребенка по политическим мотивам
3. Сложная техническая сторона процедуры усыновления

Список литературы

1. Лапшина И.Е., Чуканова А.А. Международное сотрудничество по вопросам гарантий прав ребенка в современном мире. Гуманитарный вестник. 2017. № 1 (51). С. 6.
2. Лапшова Е.В., Еремичев И.А. Особенности усыновления иностранцами детей - российских граждан // Вестник Московского университета МВД России. 2011. №1. С. 95-97.
3. Лапшина И.Е. Конституционное право зарубежных стран в вопросах и ответах: учеб. пособие. М.: Проспект, 2005. 268 с.

УДК 347.661.2

ПРАВОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВАНИЙ ДЛЯ ПРИЗНАНИЯ НАСЛЕДНИКА НЕДОСТОЙНЫМ

М.А. Занин, студент

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

maksim_zanin@mail.ru

Недостойные наследники – это лица, отстраняемые от наследования после конкретного наследодателя вследствие определенных гражданским законодательством обстоятельств.

В соответствии с абз. 1 п. 1 ст. 1117 Гражданского кодекса РФ (далее - ГК РФ) для отстранения наследника необходимо, чтобы он действовал умышленно и противоправно против наследодателя, других наследников или последней воли завещателя, и тем самым способствовал (пытался способствовать) призыванию себя или других лиц к наследованию либо увеличению доли наследства.

В юридическом сообществе формулировка абз. 1 п. 1 ст. 1117 ГК РФ зачастую критикуется. Например, в ней говорится только о действиях, что не совсем оправдано с точки зрения юридической техники, тем более что на практике к призыванию к наследованию или увеличению доли может привести и бездействие. Закрепляя умышленный характер противоправных действий, ГК РФ не отвечает на вопрос о том, является ли недостойным наследник, совершивший преступление с двойным объектом посягательства, при котором последствие в виде смерти наследодателя или других наследников произошло по неосторожности [1].

В абз. 2 ч. 1 ст. 1117 ГК РФ четко сказано, что лишенные прав родители отстраняются от наследования только при наследовании по закону, то есть вполне могут быть наследниками по завещанию. Законодатель прямо не уточняет, что в данном случае имеет место «прощение» недостойного наследника. Мы согласны с мнением, что для

устранения возможной путаницы в толковании необходимо прямо установить в законе правило о совершении завещания после утраты родителем права наследовать [2].

Отстранение от наследования по обозначенным выше основаниям осуществляется нотариусом при предоставлении ему приговора или решения суда (например, о лишении родительских прав).

Согласно ч. 2 ст. 1117 ГК РФ по требованию заинтересованного лица суд отстраняет от наследования по закону граждан, злостно уклонявшихся от выполнения лежавших на них обязанностей по содержанию наследодателя. Алиментная обязанность членов семьи должна быть подтверждена решением суда о взыскании алиментов (исключение – родители, обязанность которых содержать своих несовершеннолетних детей вытекает из закона).

Для признания недостойными наследниками по рассматриваемому основанию необходимо установить злостный характер уклонения от содержания наследодателя. Являясь оценочным понятием, злостность определяется в каждом конкретном случае с учетом продолжительности и причин неуплаты соответствующих средств, то есть окончательное решение по квалификации деяния в качестве злостного принимает судья, что, естественно, требует от него особой внимательности и добросовестности. Злостное поведение может быть только умышленным и систематическим. Положительно можно оценить тот факт, что в Постановлении Пленума ВС РФ «О судебной практике по делам о наследовании» [3] перечислены возможные доказательства факта злостного уклонения.

Итак, мы рассмотрели основания для признания наследника недостойным. Все они имеют некоторые неточности и недочёты, но всё ещё остаются юридическими нормами и основой в системе наследования.

Список литературы

1. Тиханова Н.Е. Противоправные действия недостойного наследника с точки зрения недостатков правовой регламентации // Юридическая мысль. 2015. № 2(88). С. 68-71.
2. Тиханова Н.Е. Лишение родителей права наследовать // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. 2014. № 7. Ч. 2. С. 192-195.
3. О судебной практике по делам о наследовании: Постановление Пленума ВС РФ от 29 мая 2012 г. № 9. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

УДК 343.131

ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА ТАЙНЫ ПЕРЕПИСКИ, ТЕЛЕФОННЫХ И ИНЫХ ПЕРЕГОВОРОВ, ПОЧТОВЫХ, ТЕЛЕГРАФНЫХ И ИНЫХ СООБЩЕНИЙ В УГОЛОВНОМ ПРОЦЕССЕ

Кунин Е.И., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

kei97@bk.ru

Статья 23 Конституции РФ гласит, что каждый имеет право на неприкосновенность частной жизни, а также, что каждый имеет право на тайну переписки, телефонных переговоров, почтовых, телеграфных и иных сообщений. Ограничение этого права допускается только на основании судебного решения. В ст. 13 УПК РФ закрепляется схожее положение в качестве принципа уголовного судопроизводства. За нарушение тайны переписки предусмотрена уголовная ответственность. Это положение установлено статьей 138 УК РФ [1]. Законодатель расценивает право на частную жизнь, личную и семейную тайну, составной частью которого является право на тайну переписки, как

основополагающую составляющую комплекса неотъемлемых прав человека и гражданина.

Компьютеризация отразилась на всех сферах жизнедеятельности человека. Электронные носители информации уже давно выступают в качестве доказательств по уголовным делам, так как сотовые телефоны, компьютеры, планшеты и иные электронные носители информации могут использоваться как для приготовления, совершения преступления, так и для сокрытия его следов. Доказательственная информация может содержаться как на корпусе устройства, так и непосредственно в его памяти. Ценность такой информации для дела очевидна. Получить данные сведения лицо, уполномоченное на проведение предварительного расследования, может как через оператора связи, так и непосредственно из устройства, найденного у лица или на месте преступления.

Получение информации допускается на основании судебного решения и регламентируется статьей 186.1 УПК РФ. С телефоном следователь может взаимодействовать и в рамках других следственных действий.[3] Это может быть и обыск (ст. 182 УПК РФ), и осмотр места происшествия (ст. 176 УПК РФ), и осмотр трупа (ст. 178 УПК РФ) [1]. Стоит разделять изъятие самого мобильного телефона и извлечение информации, которое храниться в памяти устройства, при этом, теоретически, данная информация может попадать под предмет защиты статьи 13 УПК РФ. Изучение информации, содержащейся на устройстве, можно в дальнейшем провести как в рамках осмотра предмета (ст. 176 УПК РФ), так и в рамках судебной экспертизы (ст. 195 УПК РФ) [2]. При этом возникает вопрос о необходимости в данном случае решения суда, так как извлечение такого рода информации, нарушает право на личную переписку. Это актуально для всего уголовного процесса в целом, так как статья 75 УПК РФ подразумевает, что доказательства, полученные с нарушением требований законодательства, являются недопустимыми [1]. В чем отличие осмотра изъятых телефонов с хранящейся в нем перепиской абонентов, для проведения которого, не требуется санкция суда, от получения информации о соединениях абонентов и осмотра почтово-телеграфных отправок для которого требуется судебное решение? [1]. Данные следственные действия отличаются по форме проведения и регламентации.[3] Судебные решения для проведения осмотра и экспертизы не требуются. Если сторона защиты считает, что в рамках проведения следственных действий были нарушены принципы уголовного судопроизводства, она может подать жалобу в порядке, предусмотренном статьей 125 УПК РФ.

Учитывая важность фундаментальных прав человека, необходимо на законодательном уровне установить процессуальный порядок извлечения данных из электронных носителей информации. При этом требуется четко определить нетерпящие отлагательства случаи, связанные с незамедлительным изъятием информации, в рамках нового следственного действия.

Список литературы

1. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации от 18.12.2001 N 174-ФЗ (ред. от 23.04.2018).
 2. Багмет А.М., Скобелин С.Ю. Извлечение данных из электронных устройств как самостоятельное следственное действие // Право и кибербезопасность. М.: Юрист, 2013, № 2 (3). С. 22-27.
 3. Вехов В.Б., Электронные доказательства: проблемы теории и практики. Правопорядок: история, теория, практика. 2016. №4(11). С.46-50.
-

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦ-СВЯЗИ В ГРАЖДАНСКОМ СУДОПРОИЗВОДСТВЕ

Е.А. Антонова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

antonovakaterina.al@yandex.ru

К.В. Торгашова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

k_torgashova@mail.ru

В современном мире невозможно представить себе жизнь без электронных средств связи, радио, телевидения. В настоящее время системы передачи данных посредством использования электронных средств позволяют людям, находящимся в разных точках земли, общаться друг с другом, получать видеоизображение и звук.

С целью сокращения сроков рассмотрения судебных дел, а также повышения качества правосудия и реализации права на судебную защиту в Гражданском процессуальном кодексе РФ (далее - ГПК РФ) предусмотрено такое новшество, как видеоконференц-связь, осуществляемая между судами.

Видеоконференц - связь представляет собой телекоммуникационную технологию, с помощью которой участники могут обмениваться аудио- и видеoinформацией в режиме реального времени друг с другом, используя возможности привычного компьютера, в связи с чем максимально приближая общение на расстоянии к реальному живому общению.

С помощью видеоконференц-связи в гражданском процессе могут принимать участие лица, участвующие в деле (истцы, ответчики, заявители, заинтересованные лица, третьи лица), и их представители, а также свидетели, эксперты, специалисты и переводчики.

В соответствии с вышесказанным судебный эксперт наряду со всеми участниками также имеет возможность участвовать в судебном заседании при помощи использования систем видеоконференц-связи. Такое участие позволит эксперту избежать финансовых и временных затрат, связанных с проездом от места его жительства или нахождения до места расположения суда. Также нельзя заранее предугадать, что будет происходить в зале судебного заседания. К примеру, суд может отложить рассмотрение дела из-за неявки кого-либо из участников процесса. В этом случае получается, что эксперт зря потратил свое время, чтобы приехать в суд. Чтобы избежать этих непредвиденных последствий, целесообразно использовать системы видеоконференц-связи для участия в судопроизводстве. [2]

Использование систем видеоконференц-связи, во-первых, предоставит возможность всем участникам сэкономить время и денежные средства. Во-вторых, с помощью использования систем видеоконференц-связи могут участвовать лица, в том случае, если их участие в зале самого судебного заседания вызывает затруднение (например, нетрудоспособные).

Для участия в судебном процессе заинтересованным лицам необходимо обратиться в ближайший суд, оборудованный системой видеоконференц-связи. Суд, рассматривающий дело, поручает соответствующему суду организовать проведение видеоконференц-связи. Судья по месту пребывания лица проверяет явку в суд, определяет личность участников и проверяет полномочия. После чего уходит из зала проведения видеоконференции. [1]

По нашему мнению, необходимо внести изменения в ГПК РФ и эти обязанности по организации видеосвязи для снижения нагрузки на судью переложить на помощника судьи или на секретаря судебного заседания.

В современных условиях развития гражданско-процессуального законодательства, на наш взгляд, является важным создание автоматизированного рабочего места (далее - АРМ) эксперта, которое будет оснащено всем необходимым оборудованием, позволяющим эксперту без отрыва от своего рабочего места участвовать в заседании посредством использования видеоконференц-связи. Информационные технологии предоставляют реальную возможность автоматизировать рабочее место эксперта, чтобы предавать информацию мгновенно на любые расстояния, исключая ее потерю и искажение.

Таким образом, создание АРМ эксперта сократит затраты времени и средства, тем самым повысится эффективность экспертной деятельности.

Список литературы

1. Гражданский процессуальный кодекс Российской Федерации от 14.11.2002 № 138-ФЗ (ред. от 03.04.2018) // Собрание законодательства РФ, 18.11.2002, № 46, ст. 4532
2. Богинич М.В. Видеоконференц-связь в арбитражном и гражданском процессе: Статья в сборнике трудов конференции, 2016. С. 46-47.

ПРОЦЕССУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДОПРОСА ЭКСПЕРТА В СУДЕ

Е.А. Антонова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

antonovakaterina.al@yandex.ru

К.В. Торгашова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

k_torgashova@mail.ru

В настоящее время, в условиях роста преступности, очень важным аспектом является использование специальных знаний в расследовании преступлений и изобличении преступника. Специальные знания очень часто используются в сфере компьютерной информации, криптографии, электронных платежных средств и систем, обеспечивающих расследование преступлений.[2]

Основными формами использования специальных познаний в уголовном процессе Российской Федерации (далее – РФ) являются допрос эксперта и специалиста.

Экспертом является лицо, которое обладает специальными знаниями и назначается в порядке, установленном уголовно - процессуальным кодексом РФ (далее – УПК), для производства судебной экспертизы и дачи заключения.

Экспертизу назначают в случаях необходимости получения и использования процессуальным лицом специальных познаний науки, техники, искусства или ремесла.

Экспертиза осуществляется сотрудниками экспертных учреждений или другими специалистами, которые назначаются лицом, производящим дознание, следователем, а также судом. При этом суд выносит определение о назначении судебной экспертизы или лицо, ведущее следствие по делу, назначает ее производство своим постановлением. В определении и постановлении формулируются вопросы, требующие заключения эксперта.

В статье 282 УПК РФ указано, что допрос эксперта, давшего заключение в ходе предварительного расследования, рассматривается в качестве самостоятельного процессуального действия. Основанием для допроса служат фактические данные, которые свидетельствуют о необходимости разъяснения или дополнения заключения эксперта. [1]

В соответствии со статьей 205 УПК РФ следователь имеет право по собственной инициативе или по ходатайству лиц допросить эксперта с целью разъяснения данного им заключения. Кроме того, эксперта могут допросить при наличии в его заключении арифметических ошибок, каких-либо неточностей в написании фамилий, имен, отчеств тех или иных лиц. Необходимость в допросе эксперта может возникнуть в следующих случаях: если требуется разъяснить специальные термины или формулировки, которые содержатся в заключении; устранить имеющиеся несоответствия между выводами и исследовательской частью; описать в доступной форме методики исследования, которые использовались; изложить более детально или последовательно процесс исследования материалов и объектов.

Как показывает практика, одной из главных проблем при производстве допроса эксперта является проблема определения предмета допроса.

Предмет допроса судебного эксперта не совпадает с предметом допроса других лиц. Так, свидетелей, потерпевших, подозреваемых, обвиняемых и подсудимых могут допросить об обстоятельствах, которые имеют значение для установления истины по делу. Эксперт не может быть допрошен по поводу обстоятельств, ставших ему известными в связи с производством судебной экспертизы, если они не относятся к предмету данной судебной экспертизы.

Следовательно, предмет допроса судебного эксперта имеет свои пределы, определяемые следующими факторами: процессуальным статусом судебного эксперта, его компетенцией, сущностью судебной экспертизы.

Список литературы

1. Уголовно - процессуальный кодекс Российской Федерации от 18.12.2001 № 174 – ФЗ (ред. от 06.07.2016). Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 04.04.2018)
2. Бычков В.В., Вехов В.Б. Специальные знания, обеспечивающие расследование преступлений, связанных с оборотом криптовалюты, Российский следователь. 2018. № 2. С. 8-11.

ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДЕАНОНИМИЗАЦИИ В СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

М.А. Ульянова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

ulyanova.mira@yandex.ru

В последнее время особое внимание со стороны государственных органов в России уделяется активности пользователей в сети «Интернет», так как именно с ее помощью совершается все больше и больше преступлений [1]. Так, одним из основных направлений законодательной инициативы стало усиление государственного регулирования данной сферы. Так, одним из способов ухода от ответственности за нарушение запрета на публикацию контента, внесенного в реестр запрещенных материалов, и получения доступа к нему является использование анонимайзеров. Однако с 1 ноября 2017 года вступили в силу поправки к закону «Об информации, информационных технологиях и защите информации», обязывающие поставщиков услуг по предоставлению фиктивных динамических IP-адресов блокировать доступ к запрещенным сайтам [2].

Подобная политика не решает саму проблему, в связи с чем необходимо сконцентрировать внимание специалистов правоохранительных органов на методиках установления действительных IP-адресов пользователей.

Так, широкое распространение имеют онлайн-снифферы, представляющие собой устройства для сбора информации о пользователях ресурса сети через размещение привлекающих внимание ссылок на наиболее популярных ресурсах, при переходе целевого пользователя по которой происходит получение его данных и их сохранение в служебном лог-файле.

Определенных результатов можно добиться с помощью cookies, представляющих собой блоки служебной информации, потенциально содержащие IP-адрес устройства пользователя. В последнее время большинство сайтов используют cookies.

Если же пользователь обращается к услугам прокси-сервера (HTTP-прокси, SOCKS4, SOCKS5), узнать идентификатор можно, во-первых, через склонение его к выполнению активного сценария JavaScript или VBScript, подпрограмм, потенциально хранящих реальный IP-адрес; во-вторых, это программы Java на открываемом сайте, способные определить не только идентификатор, но и настройки браузера; в-третьих, модули ActiveX и plug-ins браузеров, выполняющиеся на компьютере пользователя и способные определять реальный IP-адрес напрямую, минуя прокси-сервер, и даже менять настройки последнего; четвертый способ это RBL, «черный список», позволяющий вычислить IP-адрес прокси-сервера, а через него – адрес клиента. В данной ситуации используется переменная REMOTE_ADDR, сам факт отправки через прокси-сервер фиксируется через переменные HTTP_VIA и HTTP_X_FORWARDED_FOR. Правоохранительные органы могут так же отправить официальный запрос на получение журналов лог-файлов прокси-сервера. Описанные методы могут применяться и в отношении анонимайзеров (прокси-сервера с web-интерфейсом).

Другой способ основывается на перехвате трафика от пользователя до точки входа (узел-посредник) программными продуктами или средствами перехвата и анализа передаваемого трафика, к которым относится СОРМ (система оперативно-розыскных мероприятий).

Приняв описанный курс, законодатель пошел по пути наименьшего сопротивления, так как воздействие на поставщика услуг может оказаться эффективным. При этом постоянные блокировки только простимулируют изменение и совершенствование технологий анонимизации, в связи с чем приоритетное внимание должно уделяться алгоритмам деанонимизации.

Список литературы

1. Вехов В.Б. Проблемы борьбы с киберпреступностью в современных условиях // Техничко-криминалистическое обеспечение раскрытия и расследования преступлений: сб. науч. тр. / ред. кол.: А.А. Курин, Д.В. Кайргалиев, А.В. Кочубей. Волгоград: ВА МВД России, 2013. 276 с.
2. О внесении изменений в Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»: федер. закон от 29.07.2017 № 276-ФЗ: одобрен Сов. Федерации 25 июля 2017 // Доступ из СПС КонсультантПлюс.

УДК 343

УГОЛОВНОЕ НАКАЗАНИЕ: РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ И МУСУЛЬМАНСКИЕ СТРАНЫ

С.Н. Каменский, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

pin263@mail.ru

Задачи данной статьи:

- определить понятие уголовного наказания и его признаки

- рассмотреть виды уголовного наказания в РФ и мусульманских странах
- предложить возможные способы улучшения российского уголовного законодательства

Наказание в уголовном праве – явление социально-правовое. Социальное назначение наказания состоит в том, что оно рассматривается как средство борьбы с преступностью, как специфический и весьма жесткий регулятор поведения людей, нарушающих уголовный закон. На различных этапах развития человеческой цивилизации государство с помощью уголовного наказания пытается решить важную задачу – защитить общество от преступных посягательств на наиболее важные социальные ценности, охраняемые уголовным законом [1]. Наказание применяется также в целях исправления осужденного и предупреждения совершения новых преступлений. Данные характеристики уголовного наказания закреплены в п. 2 статьи 43 УК РФ. К сожалению, в современной РФ не всегда наказание справляется с указанными задачами. Статистика за 2017 год показывает, что около 56 % лиц, совершивших преступление, ранее уже совершали преступления. Анализируя вышеупомянутую статистику, считаю данный вопрос актуальным в наше время.

Наказания в мусульманском праве не отличаются гуманностью. Смертные казни и раджмы поражают своей жестокостью. Однако по уровню безопасности, например, ОАЭ занимают 3-е место, Саудовская Аравия - 29-ое, Оман – 6-ое, а РФ – 126-ое (исследование Всемирного экономического форума). Стоит отметить, что приведенные данные наглядно дают нам понять, что телесные, порой не гуманные методы способны снизить уровень преступности. По-видимому, в данных исламских странах лучше работает превенция, а значит, что российскому законодательству не помешало бы заимствовать некоторые элементы из мусульманского права, в частности, публичное наказание плетью. Поэтому необходимо:

1. Ввести «хадд», т.е. публичное наказание плетью
2. Назначать удары плетью вместо лишения свободы за преступления небольшой и средней тяжести и в совокупности с лишением свободы за тяжкие и особо тяжкие преступления
3. Создать федеральный канал с трансляцией в прямом эфире осуществления данного наказания, чтобы у людей не сложилось мнение, что удары плетью голословные и никогда не были применены к преступнику. Чтобы не нарушать принцип гуманизма, необходимо, чтобы показывался факт нанесения ударов, а не сами раны.

Я считаю, что некоторая доля униженности в наказании может удержать преступника от рецидива. В России, попадая в так называемое исправительное учреждение, человек, к сожалению, фактически становится преступником на всю жизнь [2]. Эти учреждения в России лишь усугубляют ситуацию и не способствуют решению задач, поставленных перед наказанием. Без сомнений, нельзя забывать о таких принципах уголовного права как равенство граждан перед законом и неотвратимость наказания.

Также особое значение имеет принцип справедливости, поэтому необходимо, чтобы наказания соответствовали содеянному, не были слишком жестокими или мягкими. В большинстве случаев именно страх перед наказанием не позволяет человеку совершить преступление [3]. Я считаю, что в совокупности с вышеуказанными принципами публичные телесные наказания могут снизить уровень преступлений в Российской Федерации.

Список литературы

1. Рарог А.И. Уголовное право России. Части Общая и Особенная: учебник «Проспект», 2018. С. 3-4.
2. Карасёва М.Ю. Понятие свободы личности как объекта уголовно-правовой охраны. Юридические науки. 2006. № 2. С. 187-193.

3. Карасёва М.Ю. Криминологическая характеристика субъекта преступления. Юридические науки. 2007. № 1. С. 130-137.

УДК 340.69

ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССУАЛЬНЫЕ ЭКСПЕРТНЫЕ ОШИБКИ

Е.В. Котельникова, студент,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

elisavetakot@mail.ru

М.В. Романова, студент,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

m.asphodel@mail.ru

Заключение эксперта, которое может являться доказательством, например, в уголовных или гражданских делах, должно соответствовать объективной действительности. Эксперт проводит свои исследования на практической и научной основе и только в пределах своей компетенции, однако есть факторы, из-за которых он не всегда может правильно и точно составить свое заключение. Эта проблема требует своевременного распознавания ошибок эксперта и их предупреждения, а после - искоренения причин их появления. В противном случае ошибки, допущенные при проведении экспертизы, могут привести к тому, что экспертное заключение, представленное в суд в качестве доказательства, станет ничтожным. Стоит отличать такие ошибки от заведомо ложного заключения эксперта, в отличие от которого они являются следствием добросовестного заблуждения.

Как правило, экспертные ошибки подразделяются на несколько классов: ошибки процессуального характера, гносеологические ошибки и деятельностные (операционные) ошибки [1].

В данной статье будут подробно рассмотрены типичные процессуальные экспертные ошибки. К процессуальным ошибкам относятся нарушения процессуальных требований при производстве и подготовке экспертизы в результате добросовестного заблуждения.

Одной из распространенных процессуальных ошибок является самостоятельное собирание экспертом материалов и объектов экспертизы. Для того, чтобы избежать такой ошибки, эксперт вправе запросить недостающие материалы для исследования у суда.

Следующей ошибкой является несоответствие количества объектов и материалов, изучаемых экспертом, перечню объектов и материалов, предоставленных на экспертизу.

Еще одной типичной ошибкой является несоблюдение процессуальных требований к заключению эксперта. Как правило, большую часть ошибок такого характера допускают частные эксперты, которые не являются сотрудниками экспертных учреждений. Сведения, которые получил эксперт в ходе производства экспертизы, должны быть оформлены в заключении эксперта. Это единственный допустимый процессуальный документ.

В качестве следующей процессуальной ошибки можно выделить осуществление экспертом несанкционированных судом (следователем) контактов с заинтересованными лицами. Эксперт не должен вступать в контакт с такими лицами, так как это может поставить под сомнение его заинтересованность в деле.

Таким образом, своевременное предупреждение и выявление ошибок экспертов имеет большое значение. Важно, чтобы суды или следователи предоставляли на экспертизу полноценные объекты, то есть учитывали их качество и правильно упаковывали, обращали внимание на формулировку вопросов. Кроме того, в данной

ситуации экспертам может помочь издание различных методических рекомендаций, которые были бы посвящены проблемам возникновения ошибок экспертов и так же послужили бы основой для их предотвращения. Наконец, более строгий контроль качества заключений экспертов в экспертных учреждениях и более серьезная подготовка экспертных кадров также могла решить бы эту проблему.

Список литературы

1. Россинская Е.Р. Ошибки судебной экспертизы: классификация, выявление, предупреждение // Союз криминалистов и криминологов. 2014. № 2. С. 132–143.
2. Смирнова С.А., Усов А.И. Повышение научной обоснованности методического обеспечения судебной экспертизы – один из важных международных трендов // Теория и практика судебной экспертизы. 2017. Том 12. № 2. С. 11–17.

УДК 347.919.7

ОСОБЕННОСТИ ВЫДАЧИ СУДЕБНОГО ПРИКАЗА ПО ДЕЛАМ О ВЗЫСКАНИИ ЗАДОЛЖЕННОСТИ ПО ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫМ УСЛУГАМ

Е.В. Котельникова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

elisavetakot@mail.ru

М.В. Романова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

m.asphodel@mail.ru

Судебное взыскание задолженности за жилищно-коммунальные услуги (далее – ЖКУ) подразумевает под собой сбор доказательств и обращение в суд о взыскании задолженности.

Ранее вопрос о взыскании задолженности по оплате ЖКУ в порядке приказного производства считался спорным, но в июне 2015 года Верховный суд РФ признал взыскание задолженности по оплате за жилое помещение и коммунальные услуги через выдачу судебного приказа [1].

Вопрос о взыскании денежных средств с должников за использование ЖКУ на сегодняшний день является актуальным, так как объем общей задолженности по России за ЖКУ на лето 2017 года по словам главы Минстроя Михаила Меня составлял 1,34 триллиона рублей [2].

Такой вид судебного приказа имеет ряд особенностей. Во-первых, сумма задолженности по ЖКУ не должна превышать 500 тыс. руб. (включительно). Судебные расходы сумму требований не включаются. Во-вторых, прежде, чем обращаться в суд с заявлением, заявитель должен убедиться, что должник не оплачивал предоставленные ему услуги более 3 месяцев.

Взыскатель должен правильно составить заявление. К заявлению о выдаче судебного приказа необходимо приложить подтверждающие документы, в которых будет отражено, что действительно имеется задолженность по ЖКУ. Размер госпошлины будет в два раза меньше, чем при подаче искового заявления. Заявление подается в суд по месту жительства должника и рассматривается мировым судьей.

Судья выносит судебный приказ о взыскании долга за ЖКУ единолично, без вызова должника и взыскателя. Судебный приказ по существу заявленного требования выносится в течение 5 дней со дня, когда поступило заявление.

Судебный приказ является исполнительным документом, из этого следует, что на основании такого документа с должником начнут работать приставы. Приставы проверяют финансовое положение должника, наводят справки о его счетах и вкладах, а также могут отправлять запросы в банк. Если финансовое положение должника позволяет оплатить задолженность по ЖКУ, то с его счетов списываются средства, равные сумме задолженности. Стоит отметить, что существуют такие доходы, на которые не может быть обращено взыскание.

Должник также может оспорить судебный приказ, написав соответствующее заявление. Заявление должно быть подано в течение 10 дней со дня получения должником копии судебного приказа.

Одним из оснований для отмены судебного приказа является несогласие должника с взыскиваемой суммой. В этом случае должник должен провести собственный расчет.

Кроме того, таким основанием может быть несвоевременное уведомление о проведении судебного следствия. В некоторых случаях должник может даже не получить копию судебного приказа, либо получить его через значительный промежуток времени.

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что закрепление в законе возможности взыскания задолженности по оплате ЖКУ в порядке приказного производства существенно упростило данную процедуру. Более короткие сроки рассмотрения и выдачи судебного приказа по сравнению со сроками аналогичных процедур в исковом производстве позволяют ускорить процесс выплаты должником задолженности.

Список литературы

1. Обзор судебной практики Верховного Суда Российской Федерации № 2 (2015) // СПС КонсультантПлюс.
2. Жандарова И. ЖКХ: жить, как хочется // Российская газета. 2017. № 7323.
3. Богданова С.Г. Неустойка: вопросы теории и практики // Гуманитарный вестник, 2012. - Вып. 2. Режим доступа: <http://hmbul.bmstu.ru/doc/513005.html> (дата обращения 04.03.2018).

УДК 343

ПРОБЛЕМЫ УГОЛОВНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕСТУПЛЕНИЯ

А.А. Дудченко, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

2804ad@gmail.com

Можно выделить 2 блока проблем: общие и непосредственно связанные с правом.

Общие: потребительское отношение к природе и негативное влияние особенностей экономики России.

Потребительское отношение к природе прочно закрепилось в менталитете русского человека. Этому способствовало то, что значительная часть населения России долгое время жила за счет добывающих промыслов, особенно в восточной части России. Также с разложением первобытной общины у человека появилось противопоставление частного и общественного интереса, то есть люди заботятся всего более о том, что принадлежит лично им, а менее заботятся они о том, что является общим [1]. В нашем случае окружающая среда является общим благом, поэтому далеко не всегда получает должного внимания.

Главная опасность экологического преступления - это нанесение вреда здоровью человека. О чем многие забывают. Причем потерпевшие, пострадавшие от экологического

преступление, являются нейтральными жертвами [2], так как страдают исключительно из-за того, что в условиях рыночной экономики главная цель предприятий — прибыль, в погоне за которой они наносят вред экологии.

Экономический фактор играет особенно острую роль для России, так как экономика нашей страны строится в основном на добыче и продаже зарубежным странам полезных ископаемых, в частности нефти и газа, а не на передовых технологиях и высококвалифицированного труда.

Проблемы, связанные с уголовным правом: штрафы неэффективны, предпринимателю или организации дешевле заплатить штраф, чем установить дорогостоящее очистное оборудование на своем производстве. И размер штрафов не способен покрыть нанесенный ущерб.

Кроме того, отсутствие понятия экологического преступления, что в совокупности с наличием схожих слабо разграниченных норм в Административном кодексе Российской Федерации и Уголовном кодексе Российской Федерации, а также отсутствием уголовной ответственности юридических лиц за экологические преступления приводит к тому, что:

Коммерческие организации, нанеся вред природе, чаще всего наказываются небольшим административным штрафом, так как определение степени их общественной опасности для установления надлежащей юрисдикции требует учета судом целого комплекса признаков и условий [3]. Такое наказание для них мало ощутимо и неспособно выполнить превентивную функцию, то есть удержать их от экологических правонарушений или преступлений в дальнейшем.

Поэтому необходимо:

Во-первых, ввести для 26 главы Уголовного кодекса Российской Федерации уголовную ответственность юридических лиц.

Во-вторых, увеличить штрафы, чтобы они покрывали нанесенный ущерб.

В-третьих, заносить в базу данных прокуратуры информацию о совершивших экологическое преступление предприятиях с целью дополнительного надзора за их деятельностью в течение определенного периода времени.

В-четвертых, разработать четкое определение понятия экологического преступления и специальные критерии для оценки степени вреда экологии.

Список литературы

1. Карасёва М.Ю. Понятие свободы личности как объекта уголовно-правовой охраны. Юридические науки. 2006. №2. С. 187-193.
2. Карасёва М.Ю. Криминологическая характеристика потерпевшего. Актуальные проблемы российского права. 2007. №1. С. 549-554.
3. Фаткулин С.Т. Проблемы реализации уголовной ответственности за экологические преступления. Правопорядок: история, теория, практика. 2014. № 1 (2). С. 147-152.

УДК 343.148

ПОНЯТИЕ, СУЩНОСТЬ И ЗНАЧЕНИЕ СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА

А.А. Баюш, студент МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»
annabayush@mail.ru

Как известно, основной формой применения специальных знаний в судопроизводстве (конституционном, гражданском, административном и уголовном) является судебная экспертиза. Хотя законодатель не дает точного определения «специальных знаний», под специальными знаниями следует понимать познания в «области науки, техники, промышленного производства, искусства или других

специальных отраслей человеческой деятельности» [1], т.е. это специальные знания в определенных научных направлениях, а также в междисциплинарных областях науки, приобретающиеся после специальной подготовки или в процессе профессиональной практики.

Судебная экспертиза — косвенное средство доказывания, представляющее собой процессуальное действие, которое осуществляется специальным субъектом, обладающим профессиональными знаниями и проводящим определенные исследования с помощью экспертных методик по вопросам, поставленным судом или судьей, органом дознания, следователем или лицом, производящим дознание, с целью получения фактов необходимых для доказывания по конкретному делу, а также для дачи заключения в письменной строго регламентированной процессуальным законодательством форме. Кроме того, судебная экспертиза обладает особым статусом, что отличает ее от других разновидностей экспертиз, поскольку она проводится в процессе судебного разбирательства, строго регламентирована процедура ее проведения, а результат ее проведения — это установленные в процессе исследования факты, обладающие статусом доказательств.

Как известно, оценка доказательств при рассмотрении как уголовных, гражданских, так и иных дел осуществляется с их учетом в совокупности, а также ни одно доказательство не имеет «большой силы» на другим [2]. Тем не менее, с практической стороны любого делопроизводства именно результаты проведенной судебной экспертизы зачастую имеют решающее значение для вынесения решения по существу компетентными органами либо должностными лицами. Судебная экспертиза любого рода (вида), а именно те применяемые экспертом специальные познания позволяют удостовериться в определенных фактах или же явлениях действительности (чаще всего установить таковые), имеющих значение для рассмотрения по конкретному делу, для их последующей оценки и разъяснения их устройства (механизма образования и др.) сторонам такого дела.

Примерами решаемых в конкретном делопроизводстве задач, имеющие решающее значение для рассмотрения данного дела, могут быть следующие: определение механизма возникновения повреждения автомобиля автотехнической экспертизой для последующей оценки и возмещения страховой компанией причиненного ущерба владельцу автомобиля в рамках гражданского судопроизводства; установление принадлежности обнаруженного в ходе осмотра места преступления предмета к огнестрельному оружию путем проведения баллистической экспертизы; поиск причины возникновения недостатка в приобретенном истцом ноутбуке путем проведения компьютерно-технической экспертизы для возможного предъявления иска о возмещении стоимости приобретенного дефектного товара потребителю ответчиком в лице продавца; изучение объектов дикой флоры и фауны для выявления признаков контрабанды животных, растений, их частей и т.д.

Список литературы

1. Комментарий к Уголовно-процессуальному кодексу Российской Федерации (постатейный) с учетом ФЗ № 271-ФЗ, 272-ФЗ, 302-ФЗ / под ред. Б.Т. Безлепкина. М.: Проспект. 2016. 560 с.
 2. Гулевская В.В., Омелянюк Г.Г., Гончарук Н.Ю., Правовые основы использования специальных знаний при рассмотрении дел о лесонарушениях // Теория и практика судебной экспертизы. 2009. №2 (14). С. 62.
-

УДК 343

НЕЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТЫ ГРАЖДАН ОТ ПОБОЕВ В СЕМЬЕ

В.Ю. Тахтина, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

viktoriad11@mail.ru

На данный момент в уголовном праве РФ существует ряд проблем, связанных с воздействием кодекса на население, некоторые статьи УК РФ требуют доработки[2]. При внесении изменений в кодекс, количество нарушений должно уменьшаться, этот фактор говорит о правильном функционировании системы.

7 февраля 2017 года произошла очередная перемена в УК РФ[1], В.В. Путин подписал закон о декриминализации побоев в отношении близких лиц, то есть они стали наказываться по административной статье. Данная проблема до сих пор является актуальной, так как не имела дальнейшего разрешения. Закон о декриминализации побоев развязывает руки семейной тирании, о чем свидетельствует статистика. В первой половине 2017 года полиция зарегистрировала 106 тыс. случаев нанесения побоев против 40 тыс. в тот же период 2016 года.

Семья является ячейкой общества, из которой складывается вся система. Государство, не должно вмешиваться в частную жизнь, но обязано охранять общество[3]. И если позволять рукоприкладство в семье, то вся общественная система разрушится изнутри.

С данным изменением возник ряд проблем. Мало кого пугает существующее наказание. Лицо предполагает, что нанесет только побои и отделается административным взысканием, в итоге, может не рассчитать силу, что приведет к необратимым последствиям.

Так же в 70% случаев по административным делам о побоях, судами принимаются решения о назначении штрафа. Зачастую данная мера не является серьезным сдерживающим фактором, а когда речь идет о близких людях, накладывает на семью еще и дополнительную финансовую нагрузку. Пострадавшему легче не сообщать о правонарушениях, чем растрачивать семейный бюджет.

Если же пострадавшая сторона все-таки решила обратиться в правоохранительные органы, то в ряде случаев они вовсе отговаривают жертву от написания заявления или отказываются выезжать на вызов. В итоге, когда насилие повторяется, пострадавшие уже не видят смысл искать помощи в полиции.

Необходимо принять следующие меры. Первым делом, внести близких лиц в статью 116 УК РФ. Далее, отработать механизм защиты семей от насилия. Правоохранительные органы должны при первых жалобах обращать внимание на ситуацию и принимать соответствующие меры.

Важно так же и предопределение нарушений. Государство должно пропагандировать благополучные отношения, разрешение вопросов и воспитание мирными путями, а так же здоровый образ жизни. Самое главное – это заинтересованность государства.

Список литературы

1. Уголовный кодекс РФ. Проспект. 2018.
2. Карасёва М.Ю. Криминологическая характеристика субъекта преступления Юридические науки. 2007. № 1. С. 130-137.
3. Карасёва М.Ю. Понятие свободы личности как объекта уголовно-правовой охраны. Юридические науки. 2006. № 2. С. 187-193.

УДК 343

ПРОБЛЕМЫ СУРРОГАТНОГО МАТЕРИНСТВА В ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ

А.М. Федорова, студент МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»
fedorovaanastasiya1999@mail.ru

Задачи статьи:

- выделить нормативно-правовые акты по данной теме
- рассмотреть проблемы уголовной ответственности на примерах
- предложить возможные способы улучшения законодательства

С юридической точки зрения, проблемой суррогатного материнства является то, что единого закона в России по данной теме разработано не было, но существует несколько нормативно – правовых документов, которые регламентируют порядок действий сторон. К ним относятся: Семейный Кодекс РФ, закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» и другие законодательные акты. К сожалению, в Уголовном Кодексе нет статей, отдельно посвящавшимся преступным деяниям, которые, пренебрегая законом, совершают суррогатные матери и потенциальные родители. Однако есть статьи, которые косвенно связаны с суррогатным материнством. К таким статьям можно отнести: 126 статью УК РФ «похищение человека», статью 159 УК РФ «Мошенничество», статью 163 УК РФ «Вымогательство» и другие [1]. Дело Сазоновых – яркий пример того, к чему приводят пробелы в законодательстве. Статьи УК РФ, которые я перечислила выше, имели место быть в данном деле. Даже решался вопрос о возбуждении уголовного дела по пункту «д» части 2 статьи 126 «похищение заведомо несовершеннолетнего», так как суррогатная мать похитила детей, однако после возвращения девочек его закрыли. Таким образом, если бы закон более четко регулировал правоотношения между суррогатной матерью и потенциальными родителями, а также юридическую ответственность за незаконные действия, подобных случаев было бы гораздо меньше. Именно поэтому безнаказанность приводит к преступным деяниям. Еще одно громкое дело, которое произошло в семье Ольги Миримской, демонстрирует в очередной раз несовершенство Российского права по данной теме. В августе 2015-го Миримская подала в СК заявление, в котором обвиняла суррогатную мать Светлану Безпятую в продаже ребенка Николаю Смирнову, который являлся бывшим мужем Ольги. В октябре СК добавил к делу новый состав — пункты «б», «г», «д», «з» части 2 статьи 127.1 УК (продажа несовершеннолетнего с перемещением через границу и использованием поддельных документов), а позже ужесточил обвинение до части 3 статьи 127.1 УК — те же действия, но в уже составе организованной группы. Самым удивительным остается то, что суд признал Миримскую матерью ребенка, хотя подлинного договора о суррогатном материнстве предоставлено не было.

Многие люди считают суррогатное материнство противоестественным и аморальным. Общество осуждает данную репродуктивную технологию, потому что для женщины, вынашивающей и рожаящей пусть и чужого с биологической точки зрения ребенка, очень большим стрессом будет разлука с новорожденным. Более того, часто эта на первый взгляд безобидная процедура превращается в куплю – продажу человека и заканчивается уголовными делами. По моему мнению, методы ВТР помогут преодолеть демографический кризис, как в нашей стране, так и за рубежом. Однако без правильного законодательного подхода к этой теме вместо счастливых семей будут только многочисленные судебные разбирательства и разбитые судьбы.

Подводя итоги, хочется сказать о том, что не смотря на то, что среди проблем суррогатного материнства выделяют не только правовые, но и моральные, религиозные, этические, самой глобальной проблемой остается неопределенная законодательная база.

Поэтому необходимо в действующее законодательство внести ряд изменений:

1. Внести в часть 2 статьи 127.1. «Торговля людьми» УК РФ дополнительный пункт о том, что те же деяния (предусмотренные частью 1 настоящей статьи), совершенные суррогатной матерью и генетическими родителями в отношении новорожденного не на основании договора, наказываются лишением свободы на срок от трех до десяти лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до пятнадцати лет либо без такового, и с ограничением свободы на срок до двух лет либо без такового.

2. Внести в часть 2 статьи 126 «Похищение человека» УК РФ дополнительный пункт о том, что то же деяние (предусмотренное частью 1 настоящей статьи), совершенное суррогатной матерью в отношении новорожденного, наказывается лишением свободы на срок от пяти до двенадцати лет с ограничением свободы на срок до двух лет либо без такового.

3. Закрепить в Гражданском кодексе РФ поименованный договор о суррогатном материнстве; закрепить права и обязанности лиц, его заключивших.

4. Закрепить в Семейном Кодексе то, что суррогатная мать не имеет никаких прав и обязанностей по отношению к ребенку. Официальными родителями считаются исключительно генетические родители.

Список литературы

1. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 N 63-ФЗ (ред. от 19.02.2018)
2. Карасёва М.Ю. Криминологическая характеристика субъектов преступления. Юридические науки. 2007. № 1. С.130-137
3. Карасёва М.Ю. Понятие свободы личности как объекта уголовно-правовой охраны. Юридические науки .2006. № 2. С.187-193

УДК 347.77

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЗАТРАТ НА ОДНУ ЗАЯВКУ В РАЗРЕЗЕ ВИДОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ю.Д. Александров, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

aleksandroyud@student.bmstu.ru

Патентная аналитика является важным инструментом для инновационного развития, как отдельных компаний, так и целых секторов экономики. Заметную роль патентная аналитика играет в продвижении инноваций. В работе [1] исследуется влияние национальных особенностей деловой культуры на формы продвижения инноваций и коммерциализации технологий. Индикатором измерения технологических результатов научных исследований и разработок служит патентная статистика. Она базируется на данных о регистрации изобретений, выступающих результатом научных исследований и разработок, обладающих существенными техническими отличиями при решении задачи в любой области экономики, социальной сферы, обороны и являющихся результатом интеллектуальной деятельности, направленным на удовлетворение определенной потребности общества. Статистика использует абсолютные и относительные показатели. Например, к абсолютным показателям относятся количество поданных заявок и количество выданных охранных документов, в том числе резидентами и нерезидентами.

В дополнение к существующим показателям, предлагается проводить оценку затрат на одну заявку в разрезе видов экономической деятельности по ОКВЭД 2. Новый показатель может рассчитываться как отношение затрат на определенный вид экономической деятельности к количеству заявок по кодам Международной патентной

классификации (МПК), соответствующим данному виду экономической деятельности. Полученный показатель скажет о том сколько в среднем затрат уходит на одну заявку в рамках того или иного вида экономической деятельности. Тема проблемы управления интеллектуальной собственностью в оборонно-промышленном комплексе России, включая необходимость оценки затрат на разработку РИД, поднимается в работе [2].

В основе оценки затрат предлагается использовать Систему согласования Европейского классификатора Nace Rev. 2 и МПК после ее адаптации с ОКВЭД 2.

В части затрат, для разработки показателя, предлагается использовать затраты на технологические, маркетинговые, организационные инновации по видам экономической деятельности по Сборнику ВШЭ [3].

В результате расчетов получаем, что, например, на одну заявку в сфере производства медицинских изделий; средств измерений, контроля, управления и испытаний в 2014 г. было затрачено около 13,81 млн. руб., а в 2015 г. 10,58 млн. руб. В сфере производства летательных аппаратов, включая космические, в 2014 г. одна заявка обошлась примерно в 152,43 млн. руб., а в 2015 г. 124,02 млн. руб. В сфере металлургического производства одна заявка стоила в 2014 г. 70,02 млн. руб, в 2015 г. уже 123,44 млн. руб.

Данная оценка позволяет увидеть по каким видам экономической деятельности патентная активность выше, а где затраты используются нецелесообразно и на что стоит обратить внимание.

Дальнейшее приложение данного показателя может быть использовано в разрезе международного сравнения затрат на одну заявку. Результаты такого исследования покажут эффективность затрат на разработки в других развитых странах (например, США, Япония, Корея), и помогут сформулировать рекомендации для работы в данной области.

Список литературы

1. Александров Ю.Д. Трансфер технологий - национальные особенности // Молодежный научно-технический вестник. 2015. № 8. С. 56
 2. Коробец Б.Н. Управление интеллектуальной собственностью и инновационные процессы в оборонно-промышленном комплексе России: проблемы развития // IX Международная научно-практическая конференция «Интеллектуальная собственность и инновации»: материалы (Екатеринбург, 26 апреля 2017). Екатеринбург: УрФУ, 2017. С. 114-127.
 3. Городникова Н. В., Гохберг Л.М., Дитковский К. А. и др. Индикаторы инновационной деятельности: 2017: статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2017. 328 с.
-

СЕКЦИЯ «РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА»

УДК 004.93'11

СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ МАЛЫХ СКОРОСТЕЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЯ LABVIEW

В.И. Колмаков, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектронные системы и устройства»

kolmakowladimir@gmail.com

Научный руководитель: Загидуллин Р.Ш., к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектронные системы и устройства»

361zag@post.ru

Система на основе анализа изображения позволяет определять скорость перемещения объекта с установленной на нем WEB камерой при помощи выделения шаблонного изображения в видеоряде. Этот способ актуален для точного определения диапазона от малых скоростей перемещения до значительных. Применение системы возможно в робототехнике и других направлениях, где широко используется машинное зрение, а в представляемой работе ее предполагается использовать в исследовании взаимодействия колесного движителя с поверхностью, покрытой слоем льда на физической модели автомобиля с электромеханической трансмиссией.

Работа программы определялась в несколько этапов. На первом этапе производится съемка [1] подстилающей поверхности со специальным кодом для лучшего анализа работы программы. Далее на первом кадре автоматически выбирается область, которая будет вырезана и приниматься как шаблонное изображение [2]. На последующих кадрах происходит поиск шаблона и параметров его смещения относительно первого изображений [3]. Искомые значения выводятся в параметрах X и Y, что позволяет, путем математического расчета, получить не только информацию о скорости перемещении, но и о направлении движения камеры. Смещение в пикселях соответствует расстоянию, пройденному между кадрами. Учитывая это расстояние, уже в линейных размерах, и время между изображениями находится и скорость передвижения объекта.

Для задания соответствия разницы в пикселях реальному физическому расстоянию необходимо провести калибровку системы и получить соответствие пиксел - метр. Для этого была использована программа калибровки камеры в системе.

Принцип калибровки состоит в следующем:

- производится съемка определенного заготовленного шаблона, на котором уже известно реальное расстояние между черными объектами.
- вручную выделяется один или несколько квадратов и находится расстояние между ними в пиксельном масштабе.
- далее делится известное значение расстояния в метрах на количество пикселей.
- Полученная градуировка вносится в основную программу. Калибровку необходимо проводить каждый раз при изменении положения камеры.

При фиксированном положении камеры и при перемещении ее на определенное расстояние (в экспериментах это было 65 (мм)) за время равное 1,091(с) скорость определялась как 58,977(мм/с). Присутствие небольших погрешностей обусловлено не идеальностью системы перемещения и неоднородностью светового фона.

Определение скорости данным методом имеет ряд преимуществ:

Большая точность измерения. Чем выше разрешение камеры, тем плотнее и меньше пиксели, поэтому даже при незначительном смещении камеры, при которых обычные

способы измерения имеют большую погрешность, можно с достаточно большой точностью определить скорость.

Невысокая стоимость оборудования. Высокоскоростные камеры намного дешевле, чем высокоточное оборудование для измерения скорости.

Список литературы

1. Суранов А.Я. LabVIEW 8.20: Справочник по функциям. М.: ДМК-Пресс, 2007. 536 с.
2. Трэвис Дж., Кринг Дж. LabVIEW для всех. М.: ДМК-Пресс, 2008. 880 с.
3. Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision. М.: ДМК Пресс, 2007. 464 с.

УДК 53.087.45

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕРМОКАМЕРОЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ НЕЛИНЕЙНЫХ ОПТИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛОВ

И.Ю. Клишкин, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

oliverkont@mail.ru

Д.С. Власов, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

dimvla97@gmail.com

В настоящее время активно используются лазеры с возможностью изменения длины волны излучения в спектральном диапазоне. Такие лазеры имеют сложную конструкцию и высокую цену. Альтернативным вариантом является применение нелинейного преобразования излучения. Это позволяет получить излучение лазера с двойной и кратными частотами.

Генерация излучения на суммарной (или разностной) частоте происходит наиболее эффективно, если волна с частотой ω_c , приходящая к данному элементу объема от предшествующих элементов, находится в нужной фазе с излучением на этой же частоте, которое порождается в этом элементе объема. Интенсивность генерации в таком случае возрастает на несколько порядков, поскольку ее накопление происходит по всей длине нелинейной среды. Данный эффект называется условием фазового синхронизма в нелинейной оптике.

Синхронизм волн в нелинейном оптическом кристалле зависит от различных факторов, таких как: угол поворота нелинейного кристалла, температура нелинейного кристалла и т.д.

В учебных целях была поставлена задача создания термокамеры с системой управления и поворотным механизмом для изучения фазосинхронных свойств оптических нелинейных кристаллов.

В состав разработанного стенда входят: лазер (YAG:Nd), различные нелинейный оптические кристаллы [1], термокамера, поворотный механизм и система управления.

Излучение лазера попадает на нелинейный кристалл, закреплённый в термокамере, проходит сквозь него и попадает на дихроичное зеркало. Зеркало пропускает только излучение второй гармоники. Затем это излучение попадает на измеритель энергии. Отношение энергии второй гармоники к энергии, которую излучает лазер в свободном режиме, называется коэффициентом преобразования. Меняя температуру воздуха в термокамере и угол поворота кристалла, была сделана серия измерений, показывающая при каком угле и какой температуре коэффициент преобразования максимален. Также были построены графики зависимости коэффициента преобразования от температуры кристалла и угла поворота.

Термокамера состоит из корпуса, двух элементов Пельтье, терморезистора и радиаторов. Элементы Пельтье были выбраны как основной нагревательный элемент, так как имеют два режима: нагрев и охлаждение.

Система управления термокамерой представляет собой модуль на основе микроконтроллера Atmega328p [2]. Он обрабатывает данные с терморезистора, сравнивает температуру в термокамере с заданной температурой и управляет элементами Пельтье. Стабилизация температуры производится по алгоритму ПИД-регулирования. Данная система инерционная, поэтому температура в камере примерно равна заданной с погрешностью в 0.5°C . Переключение режимов нагрева и охлаждения позволяет осуществить драйвер L298N [3], представляющий собой двойной транзисторный мост в корпусе.

В результате проделанной работы была создана термокамера с системой управления для исследования фазосинхронных свойств нелинейных оптических кристаллов. Проведена серия опытов, получены зависимости коэффициента преобразования от температуры кристалла и угла поворота.

Список литературы

1. Г. Г. Гурзаян, В. Г. Дмитриев, Д. Н. Никогосян. Нелинейно-оптические кристаллы. Свойства и применение в квантовой электронике. /Справочник — М.: Радио и связь, 1991. 160 с.
2. http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-42735-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega328-328P_Summary.pdf .
3. https://www.sparkfun.com/datasheets/Robotics/L298_H_Bridge.pdf.

УДК 004.4'22

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ МАЛЫХ СКОРОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ЛАЗЕРНОГО ТРИАНГУЛЯЦИОННОГО МЕТОДА

Морякова О.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
oxi1996@mail.ru

Научный руководитель: Р.Ш. Загидуллин, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
361zag@post.ru

Исследование взаимодействия шины с поверхностью, покрытой слоем льда, представляет особый интерес, поскольку движение автомобиля по такой поверхности часто сопровождается многочисленными авариями. Рядом исследователей отмечено, что при плавном изменении подводимого к колесу крутящего момента проскальзывания не произойдет. [1]

Чтобы плавно изменять подводимый к колесу крутящий момент, необходимо отслеживать достаточно малые изменения скорости вращения. Поэтому целью данной работы была разработка автоматизированной системы для регистрации малых скоростей на основе триангуляционного лазерного метода.

Триангуляционную схему условно можно разделить на три части: излучательный канал, контролируемая поверхность, приёмный канал. [2] Излучательный канал формирует изображение светового пятна на контролируемой поверхности. Далее рассеянный контролируемой поверхностью свет попадает в приёмный канал и создается изображение освещенного участка (световое пятно). При смещении контролируемой поверхности на величину Δz световое пятно в плоскости фотоприемника смещается на

величину Δx . Зависимость смещения контролируемой поверхности Δz от смещения светового пятна в плоскости фотоприемника Δx , имеет следующий вид:

$$\Delta z = \frac{r \cdot \sin \varphi}{\sin(\alpha - \varphi)} \quad (1)$$

где $\varphi = \arctg\left(\frac{A \cdot \Delta x}{1 + B \cdot \Delta x}\right)$, $A = \sin \frac{\beta}{r'}$, $B = -\cos \frac{\beta}{r'}$, r и r' – это расстояния от контролируемой поверхности до проецирующего объектива приемного канала, и от проецирующего объектива до фотоприемника, притом, что контролируемая поверхность находится в центре диапазона измерений смещений, соответственно.

Для измерения скорости машины потребуется два излучателя и два приемника, которые расположены с известным заданным расстоянием l между приемниками. При оценке рельефа поверхности фиксируется момент, когда обнаруживается одинаковый участок рельефа на обоих датчиках:

$$dt = t1 - t2, \quad (2)$$

где $t1$ – время, когда данный участок был зафиксирован первым приемником, $t2$ – время, когда данный участок был зафиксирован вторым приемником.

Зная расстояние между приемниками и время обнаружения, можно вычислить скорость движения. Учитывая, что рассматривается малый промежуток времени, то движение можно считать прямолинейным, поэтому

$$V = \frac{l}{dt} \quad (3)$$

Создание программного обеспечения для решения поставленной задачи осуществлялось в среде программирования NI LabVIEW 2012. Для тестирования работы системы создан режим измерения и режим имитации. Макет системы содержит два лазерных модуля HLM1230 (излучателя), два фоторезистора VT90N2, два резистора номиналом 1 кОм и микропроцессорной сборки Arduino UNO, которая подключается к компьютеру с помощью USB-кабеля.

В режиме имитации можно управлять изменением рельефа поверхности dz от смещения dx светового пятна на приемнике, а также значение скорости движения машины.

В режиме измерения можно управлять включением/выключением лазеров. В зависимости рельефа поверхности меняется отражение лазерного излучения от шероховатостей и, соответственно, напряжение на фоторезисторах.

Список литературы

1. Guidi, G., Russo, M., Magrassi, G., Bordoni, M. A performance evaluation of triangulation based range sensors. Sensors. 2010. № 10. P. 7192-7215.
2. Трищенко М. А. Фотоприемные устройства и ПЗС. Обнаружение слабых оптических сигналов. М.: Радио и связь, 1992. 400 с.

УДК 621.396

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИГНАЛА ГЛОНАСС АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫМИ СРЕДСТВАМИ NATIONAL INSTRUMENTS

И.А. Комлева, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектронные системы и комплексы»

ira_1997_komleva@mail.ru

В.В. Кузин, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектронные системы и комплексы»

vladimirvk91198@yandex.ru

В настоящее время в сфере навигации большое развитие получили глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) ГЛОНАСС (Россия), GPS (США), Beidou

(Китай) и Galileo (ЕС) [1]. Изучение действующих и исследование, разработка навигационных систем нового поколения является актуальной задачей. Для этого необходима современная научная и лабораторно-учебная материальная база. Основной целью работы является создание формирователя навигационного сигнала стандартной точности ГЛОНАСС на основе программно-определяемой радиосистемы.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- изучение структуры, состава и принципа формирования СТ-сигнала (стандартной точности) ГЛОНАСС, особенностей генерации дальномерного кода;
- на базе SDR платформы NI USRP B200 и программных средств LabVIEW разработать действующий лабораторный макет формирователя дальномерного кода СТ-сигнала ГЛОНАСС.

Рассмотрим формирователь навигационного сигнала стандартной точности на примере системы ГЛОНАСС. В общем случае излучаемый НКА СТ-сигнал представляет собой фазокодированный (ФКМ) сигнал.

Модулирующая последовательность [1] образуется путем сложения по модулю 2 четырех двоичных сигналов: псевдослучайного дальномерного кода (М-последовательность) длиной 511 символов и периодом повторения 1мс, навигационного сообщения, передаваемого со скоростью 50 бит/с (длительность символа 20 мс), вспомогательного меандрового сигнала тактовой синхронизации частотой 100 Гц, и метки времени длительностью 0,3с.

Дальномерный код представляет собой М-последовательность, сформированную по следующему правилу:

$$G(x) = 1 \oplus x^5 \oplus x^9. \quad (1)$$

Реализация генератора дальномерного кода СТ-сигнала ГЛОНАСС была осуществлена на SDR (программно-определяемое радио) платформе NI USRP B200. Формирование ФКМ сигнала реализовано в программе LabVIEW Communications [2]. В данной среде организуется алгоритм, позволяющий пользователю с помощью специализированного интерфейса посредством задания начальных параметров: несущей частоты (литерных частот НКА ГЛОНАСС диапазона L1), частоты дискретизации и символьной скорости формируемых последовательностей, конфигурировать мощность выходного сигнала [2, 3]. Дальномерный код можно сформировать несколькими способами: в виде сдвигового регистра с необходимыми отводами и обратными связями, чтением текстового файла с заранее созданной последовательностью символов и с помощью математического скрипта, интегрированного в блок схему формирователя. Бинарная фазовая манипуляция (ФМ-2) несущего колебания дальномерным кодом также осуществляется программным способом.

При проверке работоспособности макета на измерительном оборудовании НИИ РЭТ было установлено, что генерируемый сигнал соответствует характеристикам, приведенным в интерфейсно-контрольном документе на систему ГЛОНАСС, и пригоден для создания в учебных целях лабораторного стенда по спутниковой навигации.

Список использованной литературы

1. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. 4-е изд., перераб. и доп., М.: Радиотехника, 2010. 800 с.
2. Брюс А. Блэк Введение в системы радиосвязи. Лабораторные работы с NI USRP и LabVIEW Communications: учеб. пособие. Режим доступа: [http://nitec.nstu.ru/upload/lib/Введение в системы радиосвязи.pdf](http://nitec.nstu.ru/upload/lib/Введение_в_системы_радиосвязи.pdf) (дата обращения 31.03.2018).
3. Загидуллин Р.Ш. LabView в исследованиях и разработках. М.: Горячая линия-Телеком, 2005. 352 с.

УДК 621.372.543.2

КОМБИНИРОВАННЫЙ ПОЛОСНО-ПРОПУСКАЮЩИЙ ФИЛЬТР С ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ

И.А. Остроушко, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

il.ostr@ya.ru

В.Н. Рожков, начальник лаборатории,

Филиал АО «Объединенная ракетно-космическая корпорация» – «Научно-исследовательский институт космического приборостроения»

rozshkov1954@rambler.ru

Целью работы было улучшение частотных характеристик разработанного ранее СВЧ фильтра L-диапазона частот. В рамках этой задачи требуется увеличить ослабление в верхней полосе заграждения фильтра, ввиду наличия мощной внеполосной помехи в данной частотной области. Предложено добиться образования дополнительных полюсов ослабления амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) коэффициента передачи (КП) выше полосы пропускания фильтра. Параллельной научно-исследовательской задачей работы является исследование условий возникновения всех полюсов ослабления АЧХ КП фильтра.

По конструктивному исполнению фильтр относится к воздушно-полосковой структуре [1]. Фильтр имеет четыре резонатора, которые расположены в два ряда и имеют общую стенку, через которую организуются электрические и магнитные связи. Особенностью комбинированной конструкции фильтра является то, что резонаторы выполнены в виде четвертьволновых металлических штырей таким образом, что они в каждом ряду образуют встречно-стержневую структуру, а пары резонаторов, имеющих дополнительные электрические связи через общую стенку, образуют гребенчатую структуру. За счет этого в фильтре реализовано два пути распространения энергии, что является необходимым условием эллиптической характеристики фильтра [2].

Разработанный ранее СВЧ фильтр имеет тривиальную симметричную эллиптическую АЧХ с двумя полюсами ослабления один из которых расположен ниже полосы частот пропускания, а второй – выше [3]. В ходе оптимизации характеристик удалось получить два дополнительных полюса ослабления АЧХ фильтра в области частот выше полосы пропускания фильтра.

Удалось найти теоретическое обоснование возможности получения дополнительных полюсов затухания АЧХ. СВЧ сигналы, прошедшие по разным путям распространения энергии, суммируются с учетом фазы на своей частоте. А полюса ослабления АЧХ образуются на частотах пересечения характеристик, при условии, что их фазовые характеристики отличаются на нечетное число полувольт.

В рамках подтверждения выдвинутой теории произведен натурный эксперимент, в ходе которого были исследованы каждый из путей распространения энергии в фильтре независимо друг от друга. Были получены наглядные графики амплитудных и фазовых характеристик, показывающие образование полюсов ослабления.

Таким образом, в ходе оптимизации характеристик фильтра были получены дополнительные пересечения частотных характеристик путей распространения энергии в фильтре в области частот выше полосы пропускания фильтра, что привело к увеличению ослабления на широком участке полосы подавления фильтра примерно в 10 000 раз (40 дБ).

Список литературы

1. Леонченко В.П., Фельдштейн А.Л., Шепелянский Л.А. Расчет полосковых фильтров на встречных стержнях. Справочник. М., Связь, 1975. 312 с.

2. Маттей Д.Л., Янг Л., Джонс Е.М.Т. Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи / под общей редакцией Л. В. Алексеева и Ф. В. Кушнира. М.: Связь, 1971. 438 с.
3. Ханзел Г. Е. Справочник по расчету фильтров. США, 1969. / под ред. Ф. Е. Знаменского. М.: Сов. радио, 1974. 288 с.

УДК 621.37

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ МНОГОКАНАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ СИСТЕМЫ РАДИОГОЛОГРАФИРОВАНИЯ

И.А. Родичев, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Ivan-rodichev@yandex.ru

Известные системы радиовидения (ProVision, Xavier 8000) [1] являются законченными продуктами со специально разработанными приемо-передающими антенными системами, что ограничивает область их применения. Разрабатываемый приемо-передающий модуль будет представлять собой универсальное масштабируемое решение, позволяющее применять принципы радиовидения в широкой области деятельности человека (предупреждение столкновений, системы безопасности, автопилоты), поэтому параметры систем на его основе определяются конкретным применением.

Устройство будет представлять собой приемо-передающий модуль с 16 антенными каналами с возможностью взаимного изменения функционального назначения приемного тракта на передающий тракт и наоборот [2]. Модуль будет обладать широкой полосой рабочих частот (до 8 ГГц). Предполагаемые потери на прямое прохождение в тракте – до 8 дБ. Остальные параметры определяются конкретными моделями микросхем, а так же схемотехническими и топологическими решениями.

За счет использования твердотельных микросхем модуль будет обладать высокой скоростью работы. 16-канальная антенная система позволит экспериментировать с конфигурацией приемо-передающей антенной системы для определения качественных зависимостей и достижения наилучших результатов. Благодаря цифровому интерфейсу будет возможно при неизменной конфигурации модуля применять различные способы работы всей системы [3]. Данные преимущества позволят разрабатывать гибкие системы радиовидения для различных применений при минимальных изменениях в конфигурации оборудования

Модуль будет интересен инженерам, занимающимся вопросами радиовидения (позволит быстро отрабатывать методы получения радиоизображений) и компаниям, занимающимся серийным производством техники (беспилотные автомобили, досмотровые системы, робототехника).

Список литературы

1. Чапурский В.В. Получение радиоголографических изображений объектов на основе разреженных антенных решеток типа ММО с одночастотным и многочастотным излучением // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. 2011. № 4. С. 72–91.
2. Родичев И.А. Многоканальный СВЧ-переключатель // Научная сессия – современная радиоэлектроника. Сборник докладов Шестой межвузовской студенческой конференции. М.: ПАО «НПО «Алмаз», 2017. С. 431 – 436.
3. Разевиг В.В., Бугаев А.С., Чапурский В.В. Сравнительный анализ фокусировки классических и мультистатических радиоголограмм // Радиотехника. 2013. № 8. С. 8–17.

СЕКЦИЯ «ЛАЗЕРНЫЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ»

УДК 535.417

СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРОМЕТР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В СУБНАНОМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ

В.А. Легкий, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроники и лазерной техники»

В настоящее время в условиях развития нанотехнологий возникла потребность в разработке приборов для измерения перемещения, с разрешением единицы и доли нанометров.

Для высокоточных измерений используются классические интерферометры [1, с. 57]. Основным недостатком таких приборов является необходимость размещения на объекте световозвращающего элемента или зеркала, однако не всегда есть такая возможность. В связи с этим возникает необходимость измерения перемещений при отражении объектной волны не от зеркальной поверхности, а от шероховатой.

Для решения поставленной задачи предлагается использовать спекл-интерферометр, построенный по схеме Майкельсона. В предложенной структурно-функциональной схеме диффузный объект подсвечивается лазером. Отраженное от объекта излучение фокусируется объективом в плоскости приемника излучения (ПИ), в которой формируется интерференционная картина, образованная двумя составляющими. Первая представляет из себя спекл картину, образованную в результате отражения излучения от контролируемой поверхности (объектная составляющая), а вторая – модулированное по фазе излучение опорного плеча интерферометра. С использованием зарегистрированных в плоскости ПИ интерференционных картин методом фазосдвигающей интерферометрии для каждого его пикселя рассчитывается фазовая составляющая сигнала. Распределения фаз вычисленное для двух положений объекта позволяют рассчитать расстояние, на которое переместился объект между этими положениями по формуле [2, с. 244]:

$$\Delta L = \frac{\Delta\varphi \cdot \lambda}{2\pi}, \text{ где:}$$

$\Delta\varphi$ – разность фаз значений для двух положений объекта;

λ – длина волны излучения лазера.

Распространение излучения в изолированной оптической системе, предложенной выше, можно описать с помощью дифракционной формулы Френеля – Кирхгофа [2, с. 350].

С целью выявления характеристик предложенной схемы интерферометра было проведено математическое моделирование распространения излучения в оптической системе. В модели была использована линейка приемников излучения с отношением сигнал/шум 40 дБ.

Предложен метод дистанционного измерения линейных перемещений объекта с помощью спекл-интерферометра и проведено его математическое моделирование. Результаты моделирования распространения излучения показали, что в условиях аддитивных шумов ПИ, СКО измерения перемещения составляет порядка 2 нм. При условии усреднения смещения объекта по области 100x100 пикселей можно увеличить точность измерений до 0,01 нм.

Список литературы

1. Григорьев С. Н., Грибков А. А., Алёшин С. В. Технологии нанобработки. Старый Оскол: ТНТ, 2008. 320 с.
 2. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. 2-е изд. М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1973. 713 с.
-

УДК 535.417

МЕТОД ГРЕВИЛЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГИПЕРСПЕКТРОМЕТРИИ

В.С. Кобозев, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

v_kobozev29@mail.ru

А.В. Введенская, аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

vved.av@gmail.com

Научный руководитель: А.М. Хорохоров, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

a.horohorov@yandex.ru

Приборы, позволяющие одновременно фиксировать изображение объекта и каждой его точки называются гиперспектрометрами. Ныне существующие типы гиперспектрометров имеют либо сложную конструкцию, либо высокую стоимость.

Целью этой работы является проверка гипотезы о возможности определения спектральной плотности яркости объекта с помощью камеры с цветной RGB матрицей с дополнительными фильтрами.

Обозначим $L(\lambda)$ как функцию спектральной плотности яркости света, пришедшего от какой-либо точки объекта на пиксель фотокамеры. Разобьём эту функцию по спектру на n точек. Пусть также нам известны спектральные функции чувствительности для основных цветов $S_R(\lambda)$, $S_G(\lambda)$, $S_B(\lambda)$. Тогда для сигналов пикселя U_R , U_G , U_B на основных цветах получаем:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n L(\lambda_i) * S_R(\lambda_i) &= C * U_R, \\ \sum_{i=1}^n L(\lambda_i) * S_G(\lambda_i) &= C * U_G, \\ \sum_{i=1}^n L(\lambda_i) * S_B(\lambda_i) &= C * U_B, \end{aligned} \quad (1)$$

где C – коэффициент, зависящий от неселективных потерь.

Для повышения точности определения $L(\lambda)$ систему (1) необходимо дополнить. Для этого можно сделать ещё один снимок объекта через спектральный фильтр с известной спектральной функцией пропускания $\tau_1(\lambda)$. Тогда к системе уравнений (1) добавляется ещё 3 уравнения:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n L(\lambda_i) * S'_R(\lambda_i) &= C * U'_R, \\ \sum_{i=1}^n L(\lambda_i) * S'_G(\lambda_i) &= C * U'_G, \\ \sum_{i=1}^n L(\lambda_i) * S'_B(\lambda_i) &= C * U'_B, \end{aligned} \quad (2)$$

где $S'_{R,G,B}(\lambda_i) = S_{R,G,B}(\lambda_i) * \tau(\lambda_i)$

Объединённую систему уравнений можно записать в матричном виде (коэффициент C опущен):

$$\begin{pmatrix} S_R(\lambda_1) & \dots & S_R(\lambda_n) \\ S_G(\lambda_1) & \dots & S_G(\lambda_n) \\ S_B(\lambda_1) & \dots & S_B(\lambda_n) \\ S'_R(\lambda_1) & \dots & S'_R(\lambda_n) \\ S'_G(\lambda_1) & \dots & S'_G(\lambda_n) \\ S'_B(\lambda_1) & \dots & S'_B(\lambda_n) \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} L(\lambda_1) \\ \dots \\ L(\lambda_n) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} U_R \\ U_G \\ U_B \\ U'_R \\ U'_G \\ U'_B \end{pmatrix} \quad (3)$$

Или в виде матричного уравнения:

$$S * L = U \quad (4)$$

Решение матричного уравнения (4), т.е. нахождение матрицы L , будет производиться приближенно с помощью аппарата псевдообратных матриц.

Псевдообратная матрица является расширением понятия «обратная матрица» на случай прямоугольности матрицы коэффициентов системы линейных алгебраических уравнений, т.е. если $A * x = b$, то $x = A^+ * b$, где A^+ - псевдообратная матрица, а x – псевдообратное решение[1].

Полученное псевдообратное решение имеет минимальную евклидову норму для невязки, т.е. является лучшим приближением с точки зрения метода наименьших квадратов. Метод Гревия служит для нахождения псевдообратной матрицы.

Так же, как была получена система (2), можно получить дополнительные системы уравнений при съемке объекта через фильтры с пропусками $\tau_2(\lambda)$, $\tau_3(\lambda)$ и т.д. Выбор оптимального характера функций $\tau_1(\lambda)$, $\tau_2(\lambda)$, $\tau_3(\lambda)$ и необходимого числа светофильтров определяется необходимой точностью определения функции $L(\lambda)$, а также степенью её монотонности.

Моделирование показало, что при использовании одного фильтра погрешность составила порядка 2-3%, а при использовании двух - доли процентов.

Таким образом, с применением аппарата псевдообратных матриц и метода Гревия можно с высокой степенью точности определять спектральную плотность яркости объекта с помощью лишь одной камеры с RGB матрицей. Это позволит значительно упростить аппаратуру, уменьшить габариты и стоимость гиперспектральных приборов.

Список литературы

1. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. М.: Наука, 1968. 576 с.

УДК 531.717.8

МЕТОД КОНТРОЛЯ «FREE-FORM» ПОВЕРХНОСТИ

В.А. Якшин, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
vasili.yakshin@gmail.com

В.В. Дружин, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
vlad.druzhin@gmail.com

В настоящее время «free-form» поверхности находят широкое применение в изображающей и неизображающей оптике. Под термином «free-form» поверхность понимается асферическая поверхность, чья образующая не имеет осевой симметрии. Использование таких поверхностей открывает новые коррекционные возможности, что приводит к уменьшению количества элементов в оптической системе и увеличению качества изображения.

Контроль оптических поверхностей является крайне важной задачей, связанной с изготовлением прецизионных оптических деталей. Для контроля перспективных «free-form» поверхностей, ввиду сложности профиля поверхности, не подходят методы контроля асферической оптики [1], в связи с чем необходима разработка иных методов контроля поверхности. На данный момент для контроля такого типа поверхностей используется метод контроля, основанный на использовании адаптивной оптики, однако он подходит исключительно для полированных поверхностей.

В настоящей работе предложен модифицированный иммерсионный метод контроля поверхностей, впервые описанный в работе [2], подходящий как для контроля шлифованных поверхностей, так и для контроля полированных поверхностей. Реализация метода происходит следующим образом: контролируемая деталь помещается на дно сосуда, наполняемого жидкостью; при помощи регистрирующего устройства измеряются координаты линии границы поверхность-жидкость, по принципу сообщающихся сосудов вынесена мерная шкала, отображающая уровень жидкости в сосуде; показания мерной

шкалы также регистрируются. Итогом эксперимента является массив координат границ раздела поверхность-жидкость в зависимости от уровня жидкости. Точность метода определяется выбором иммерсионной жидкости и точностью регистрирующего устройства.

В рамках данной работы был проведен эксперимент, в качестве регистрирующих устройств использовались зеркальные фотоаппараты. В результате обработки экспериментальных данных, был получен массив точек границы поверхность-жидкость, на основе которого восстановлен профиль контролируемой поверхности.

Исходя из проведенного эксперимента, можно сделать вывод о возможности использования иммерсионного метода для контроля поверхностей, однако для повышения точности предложенный метод нуждается в доработке, а именно в модернизации в экспериментальной установке регистрирующей ветви с матричным приемником излучения, выборе оптимальных алгоритмов определения границы жидкость-поверхность и выборе оптимальной иммерсионной жидкости, позволяющей получить контрастное изображение на приёмнике излучения.

Список литературы

1. Пуряев Д.Т. Методы контроля оптических асферических поверхностей. М.: Машиностроение, 1976. 262 с.
2. Пуряев Д.Т., Савостин Т.Д. Способ контроля профиля асферических поверхностей. СПб.: Гос. оптический ин-т (ГОИ) журнал «Оптико-механическая промышленность». 1969. №10. С. 59-62.

УДК 531.717.2

ПРИБОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ФОРМЫ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

А.И. Камартинов, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

kamarches@ya.ru

В связи с развитием технологий производства и изготовления деталей различного назначения, возникает необходимость в контроле формы поверхностей и профилей с высокой точностью, вплоть до долей микрометров. В решении задачи контроля расстояний такого порядка хорошо проявил себя триангуляционный метод измерения.

Существующие решения [1] в виде триангуляционных датчиков смещений имеют существенный недостаток точности, которая достигает в лучшем случае 5 мкм, в силу малого размера проецируемого на объект контроля изображения (линии).

Для решения задачи высокоточного контроля формы цилиндрической поверхности предлагается проводить анализ большей площади поверхности, и в качестве проецируемого на объект изображения использовать периодическую структуру. Проецирующая система формирует изображение на контролируемой поверхности, контролирующей прибор расположенный на определенном расстоянии от объекта регистрирует распределение интенсивности с помощью ПЗС-матрицы, определяет фазу распределения интенсивности и производит пересчет в пространственные координаты.

Определение фазы пространственной частоты проводится с использованием преобразований рядов Фурье [2]:

Амплитудный спектр полученного сигнала:

$$C_n = \frac{1}{T} \cdot \sum_{k=0}^k \left(S(y_k) \cdot e^{-i \cdot 2 \cdot \pi \cdot n \cdot \frac{y_k}{T}} \cdot a_x \right)$$

где T' – период распределения коэффициента отражения на транспаранте;

S' – функция распределения интенсивности на ПЗС-матрице;

u_k – координата пикселя;

a_x – размер элемента ПЗС-матрицы;

n – номер гармоники.

Для подтверждения результатов моделирования была сконструирована экспериментальная установка для контроля формы цилиндрической поверхности. По результатам экспериментов среднее квадратичное отклонение (СКО), полученное в результате экспериментов превышало результаты математического моделирования на 0,5 мкм, что может быть связано с шумами электронного тракта.

Был предложен прибор, разработана математическая модель, сконструирована экспериментальная установка. В результате математического моделирования и экспериментальных исследований была показана возможность достижения точности определения формы цилиндрической поверхности 1 мкм при отношении сигнал/шум 40 дБ.

Список литературы

1. Патентный поиск. Режим доступа: <http://www.findpatent.ru> (дата обращения 04.03.2018)
2. Чигирёва О.Ю. Преобразование Фурье: методические указания.

УДК 681.7.055

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПОТЕРЬ В КОЛЬЦЕВОМ ОПТИЧЕСКОМ РЕЗОНАТОРЕ

В.О. Третьякова, бакалавр

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

venera_tre@mail.ru

Выходные параметры лазерных гироскопов в значительной мере зависят от оптических потерь в кольцевых резонаторах (КР), на базе которых строятся данные изделия. Они, как правило, неразборные и неустойчивые, поэтому на различных этапах их изготовления очень важно осуществлять контроль параметров резонатора. Рассмотрим способы измерения потерь.

Метод измерения потерь в кольцевом резонаторе (КР) по времени затухания интенсивности излучения [1] В КР с помощью внешнего зондирующего лазера возбуждается собственное колебание, затем оптический затвор перекрывает внешнее излучение. При этом наблюдается экспоненциальное уменьшение интенсивности излучения, выходящего из резонатора.

Установка для данного метода проста в сборке и не требует дополнительной калибровки.

Метод измерения потерь в КР по измерению ширины резонансной кривой основан на анализе спектра его пропускания. При квазистатическом изменении частоты ν генерации зондирующего лазера спектр излучения, выходящего из КР, представляет собой по форме функцию Лоренца, ширина которой на полувысоте равна:

$$\Delta\nu_{(1/2)} = \delta c / (2\pi L), \quad (1)$$

где δ - потери, c - скорость света, L – периметр резонатора.

Таким образом, потери могут вычисляться по формуле

$$\delta = \Delta\nu_{(1/2)} 2\pi L / c. \quad (2)$$

Данный метод требует калибровки, связанной с определением расстояния между соседними продольными модами в КР.

Оба способа измерения потерь имеют ограничения, связанные с величиной измеряемых потерь. Так, при увеличении потерь в КР время затухания излучения уменьшается и возникают технические сложности регистрации оптических импульсов длительностью

менее 100 нс. В случае использования второго способа проблемы появляются при измерении малых потерь, когда вследствие динамического эффекта форма резонансной кривой заметно отличается от лоренцевой.

Двухканальный метод измерения потерь [2] проводится в два этапа. На первом этапе измеряют потери в образцовом КР, используя соотношение:

$$\delta = 2\pi L/c \cdot t_{(1/2)}/T \nu_b, \quad (3)$$

где $t_{1/2}$ – ширина резонансной кривой на полувысоте, T – расстояние между резонансными кривыми, ν_b – частота биений.

На втором этапе сравнивают резонансы пропускания образцового и измеряемого КР и определяют потери в измеряемом резонаторе.

Алгоритм обработки резонансов интенсивности учитывает искажения, вносимые динамическим эффектом, что позволяет значительно увеличить точность и чувствительность данного метода. Этот способ позволяет измерять потери в широком диапазоне от десятков до тысяч ppm.

Список литературы

1. Ремпе Г., Томсон Р. Д., Кимбл Х. Д. // Оптикс Леттерс. 1992. № 17. 363 с.
2. В. В. Азарова, А. С. Бессонов, А. Л. Бондарев, А. П. Макеев, Е. А. Петрухин // Квантовая электроника. 2016. № 46. С. 650-654.

ДИСТАНЦИОННЫЙ БЕСКОНТАКТНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ЛАТЕРАЛЬНЫХ СМЕЩЕНИЙ ОБЪЕКТА

Л.И. Семкин, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

yascherca@mail.ru

В процессе испытания высокоточных приборов и механизмов, работающих в широком диапазоне температурных условий и в вакууме, возникает необходимость контролировать перемещения их различных элементов во время испытаний в климатических и вакуумных камерах.

Существующие решения, такие как оптико-механические измерители, микрометрические головки, датчики перемещения или интерферометры [1] имеют ряд недостатков, такие как:

- 1) все эти приборы требуют контакта или нахождения вблизи контролируемой поверхности, а значит влияние внешних неблагоприятных условий криогенной или термокамеры может быть критичным для проводимых измерений;
- 2) сложность реализации системы, если расчет смещений основан на эффекте Доплера;
- 3) интерферометры не определяют латеральных смещений, а также имеют высокую стоимость.

Для решения задачи высокоточного дистанционного контроля перемещения объекта с субмикронным разрешением предлагается разместить на объекте специальный транспарант с периодическим распределением коэффициента отражения. Контролирующий прибор, расположенный на определенном расстоянии от объекта, например вне криогенной вакуумной или термокамеры, регистрирует распределение интенсивности с помощью линейки приемников излучения (ПИ) и определяет фазу движущегося объекта с частотой измерения 6 кГц.

Определение фазы пространственной частоты основывается на преобразовании рядов Фурье [2]:

Амплитудный спектр полученного сигнала:

$$C_n = \frac{1}{T'} \cdot \sum_{k=0}^K \left[S' \left(- \left(\frac{T'}{2} - \frac{a_x}{2} \right) + k \cdot a_x \right) \cdot e^{-i \cdot 2 \cdot \pi \cdot n \cdot \frac{\left(- \left(\frac{T'}{2} - \frac{a_x}{2} \right) + k \cdot a_x \right)}{T'}} \cdot a_x \right], \quad (1)$$

где T' – период распределения коэффициента отражения на транспаранте;

a_x – размер пикселя на линейке ПИ;

n – номер гармоники;

y – координата пикселя;

k – номер пикселя;

K – число пикселей;

S' – функция распределения интенсивности на линейке ПИ.

Фаза сигнала является аргументом амплитудного спектра сигнала:

$$\varphi = \arg(C_n) \quad (2)$$

Для оценки точности определения смещения с помощью математической модели к сигналу, формируемому на линейке ПИ, был добавлен шум с нормальным распределением и отношением сигнал/шуму 40 дБ. В результате СКО результатов измерения перемещения составило 0,5 мкм.

Для подтверждения результатов моделирования была собрана экспериментальная установка для дистанционного бесконтактного измерителя латеральных смещений объекта. По результатам экспериментов среднее квадратичное отклонение (СКО) составило 0,7 мкм при перемещении объекта на 10 мкм. Это разница в результатах может быть связана с неучтенными шумами электронного тракта.

Предложен метод измерения латеральных перемещений объекта и разработана его математическая модель. При отношении сигнал/шум 40 дБ линейки ПИ СКО результатов измерения перемещения составило 0,5 мкм. В ходе экспериментального исследования СКО результатов измерения перемещения составило 0,7 мкм.

1. Патентный поиск. Режим доступа: <http://www.findpatent.ru> (дата обращения 03.04.2018).
2. Чигирёва О.Ю. Преобразование Фурье: методические указания. 19 с.

УДК 53.082.531, 681.7.055.33

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ МЕТОДА АБСОЛЮТНОЙ КАЛИБРОВКИ ДЛЯ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ НА ОПТИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Д.К. Мартынова, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

mart_darya96@mail.ru

В настоящее время большой интерес вызывают задачи по созданию оптических телескопов и мощных лазерных установок [1]. Главными элементами таких систем являются крупногабаритные оптические детали. Требования к качеству поверхностей таких элементов очень строгие, поскольку их точность необходима для корректного функционирования всей системы. Поэтому разработка методов контроля параметров поверхностей имеет особое значение.

Требования к качеству поверхностей оптических элементов определяют пространственно-частотными диапазонами поверхностных неоднородностей, каждый из которых характеризует определенный вид отклонений поверхности от теоретического профиля [1].

Для контроля параметров качества крупногабаритных оптических поверхностей используют интерференционные методы. Наиболее распространенным является метод на основе интерферометра Физо. Однако когда качество измеряемой детали становится сопоставимо с качеством эталона, то для получения объективных результатов необходимо исключить ошибки поверхности эталона из измерений. Эта задача решается проведением абсолютной калибровки [2].

В данной работе исследован метод двух плоскостей, позволяющий измерять исследуемую поверхность с требуемой точностью в широком пространственно-частотном диапазоне [3]. При реализации метода, участвуют всего две поверхности: эталонная и исследуемая. Эталонная остается во время измерений неподвижной, а исследуемая перемещается при каждом измерении последовательно влево, вправо, вверх и вниз.

Посредством преобразования Фурье этих четырех измерений, можно вычислить поверхность контролируемой детали, без вклада эталона

В качестве проверки метода двух плоскостей, был разработан алгоритм абсолютной калибровки в программной среде MatLab. В результате, был определен диапазон значений перемещений, при которых профиль поверхности восстанавливается с минимальной погрешностью.

Исследование показало, что метод способен восстановить профиль в области низких пространственных частот для перемещений до 36 мм с погрешностью менее 5%. Для области же высоких пространственных частот ошибка восстановления превышает 5%, даже при малых значениях перемещений от 0,87 до 1,75 мм.

Дальнейшее моделирование методом двух плоскостей проводилось для области высоких пространственных частот [3]. Измерение исследуемой поверхности происходило в восьми положениях, определяемых двумя горизонтальными и двумя вертикальными перемещениями. Затем измерения усреднялись, и профиль исследуемой поверхности получался путем вычитания этого усреднения из центрального измерения.

Результаты моделирования показали, что метод двух плоскостей восстанавливает профиль поверхности с погрешностью менее 3% в области высоких пространственных частот, что позволяет применять его для оценки качества поверхности в широком пространственно-частотном диапазоне.

Дальнейшие исследования будут направлены на применение метода двух плоскостей для анализа реальных экспериментальных данных, как в низкочастотном, так и в высокочастотном пространственном диапазоне.

Список литературы

1. Campbell J. H. NIF optical materials and fabrication technologies: An overview // Proceedings of SPIE, 2004. Vol. 5341.
2. Fritz B. S. Absolute calibration of an optical flat. Opt. Eng. 23, 1984. 379–383.
3. Morin F., Bouillet S. Absolute interferometric measurement of flatness: application of different methods to test a 600 mm diameter reference flat // Optical Metrology. International Society for Optics and Photonics, 2007. C. 66164G-66164G-11.

УДК 621.373.826

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД НА БАЗЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО Nd:YAG ЛАЗЕРА С ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ ПАРАМЕТРАМИ НАКАЧКИ И ГЕОМЕТРИЕЙ РЕЗОНАТОРА

А.В. Вербицкий, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет радиоэлектроники и лазерной техники
verbitskiy1995@gmail.com

А.С. Янев, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет радиоэлектроники и лазерной техники
alexandr.yanev@gmail.com

По окончании технического университета выпускник должен обладать не только теоретическими знаниями, но и широким спектром практических навыков, которыми можно овладеть, решая нетиповые инженерные задачи. Большое количество таких задач возникает в рамках нового подхода к организации лабораторных работ, который заключается в разработке нового лабораторного стенда малой группой студентов. После создания стенда, разработки методических материалов эта группа с участием преподавателя проводит лабораторную работу для студентов всего потока.

В рамках этого подхода разработан новый учебно-лабораторный стенд на базе твердотельного Nd:YAG лазера и решён ряд задач: обеспечение безопасности работы на установке, подбор компонентной базы, разработка конструкции лазера, организация измерений выходных параметров излучения в режиме свободной генерации.

Для выполнения требований безопасности работы с лазерной установкой спроектирован защитный каркас с панелями из органического стекла, покрытыми специальной пленкой на основе чернёной алюминиевой фольги (Thorlabs VKF12), которая поглощает излучение в спектральном диапазоне работы лазера и системы накачки. Также в ходе подготовительных работ подобраны защитные очки (Thorlabs LG9).

На следующем этапе произведён теоретический расчёт резонатора и параметров твердотельного Nd:YAG лазера и спроектирована конструкция лазера. На основе этого подобраны покупные комплектующие, а также подготовлен перечень вновь разрабатываемых деталей и узлов. Лабораторный стенд строится по модульному принципу на базе оптической скамьи, что даёт возможность легко вносить изменения в его конструкцию и наблюдать, как это влияет на выходные параметры и характеристики лазерного излучения [1].

После сборки и получения стабильной генерации разработана измерительная схема, которая позволяет определять зависимость выходной мощности от мощности накачки, КПД лазера, длительность лазерного импульса, длительность импульса лампы-вспышки, которая используется для накачки твердотельной активной среды, энергетический профиль пучка. Набор специально изготовленных диафрагм позволяет проводить селекцию основной поперечной моды лазера [2].

В дальнейшем в данном лабораторном стенде планируется реализовать и исследовать режимы модуляции добротности и внутррезонаторной генерации второй оптической гармоники [2], а также создать программу для моделирования процессов лазерной динамики для сравнения их с экспериментальными данными.

Список литературы

1. О.В. Рожков, А.Н. Щербаков, И.И. Пахомов. Исследование зависимости параметров лазерного излучения от геометрии резонатора. М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
 2. И.И. Пахомов, О.В. Рожков, В.Н. Рождествен. Оптико-электронные квантовые приборы. М.: Радио и связь, 1982.
-

УДК 535.417, 681.787

МОДУЛЬ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ АМПЛИТУДНО-ФАЗОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРООБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ИНТЕРФЕРОМЕТРА С ИСКУССТВЕННЫМ ОПОРНЫМ ИСТОЧНИКОМ

Л.А. Зыкова, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

lida_zykova@mail.ru

Научный руководитель: В.И. Батшев, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

batshev.vlad@gmail.com

Исследования различных фазовых микрообъектов является актуальной задачей. При проведении измерений применяют интерференционные методы, использующие некогерентное излучение. А схема интерферометра представляет собой интерферометр общего пути, источником которого служит галогеновая лампа. Принцип работы таких приборов заключается в формировании опорного пучка из объектного, так чтобы оптическая разность хода между ними была равна нулю. В основу работы заложен метод пространственной фильтрации с помощью точечной диафрагмы.

В последнее время возросла потребность в портативных приборах, поэтому большую популярность приобрели интерференционные модули [1], исполненные в виде законченных приборов, которые можно присоединять к выходу микроскопа, эндоскопа или другого прибора.

К классу таких устройств относят, во-первых, дифракционный фазовый микроскоп, разработанный Г. Попеску, в состав которого входит интерферометр общего пути, он же интерференционный модуль. Особенностью прибора является наличие дифракционной решетки, разделяющей объектный пучок на два, и пространственного светового модулятора, формирующего опорный пучок из одного из образованных решеткой пучков [2].

Во-вторых, разработка ученого Н. Шакеда – тау-интерферометр. Его схема построена по принципу двулучевого интерферометра, в одной из ветвей которого на плоском зеркале расположена точечная диафрагма, необходимая для реализации метода [1].

В-третьих, в интерференционном микроскопе, в котором главным элементом является бипризма Дове [3], также можно добиться выделения опорного пучка из объектного пучка посредством точечной диафрагмы. Особенностью такой установки является высокие требования к точности изготовления элементов и сборки.

Однако, несмотря на достоинства, данные установки нельзя отнести к классу портативных переносных устройств, ввиду их значительных размеров.

По этой причине была разработана установка – малогабаритный интерференционный модуль к микроскопу для получения фазовых микрообъектов, в качестве которых могут выступать прозрачные или непрозрачные структуры, или биологические объекты (клетки, бактерии и т.д.). Оптическая схема интерферометра представляет систему, состоящую из светоделителя, формирующего два пространственно разделенных пучка, проходящих через пару софокусных микрообъективов, и двух плоских зеркал. На одном из зеркал расположена точечная диафрагма, которая формирует из объектного пучка опорный в одной ветви интерферометра, в то время как от другого зеркала отражается объектный пучок.

В ходе данной работы была разработана компактная измерительная установка, которая позволяет получать высококачественные фазовые изображения микрообъектов

без влияния на них шумов. Также в отличие от других приборов сборка и юстировка системы требует минимальных усилий и затрат.

Список литературы

1. N.T. Shaked, P. Girshovitz, Portable low-coherence interferometer for quantitative phase microscopy of live cells. Proc. of SPIE (8589), pp.858913-858913-6 (2013)
2. B. Bhaduri, H. Pham, M. Mir, G. Popescu. Diffraction phase microscopy with white light // Optics letters. 2012. V. 37, Iss.6. Pp.1094-1096.
3. Вишняков Г.Н., Левин Г.Г., Латушко М.И. Способ интерференционной микроскопии. Пат. 2536764 Российская Федерация. Бюл. №36. 18 с.: ил.

УДК 621.373.826

ТРЕХВОЛНОВЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ ИСТОЧНИК НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ

И.В. Дмитриев, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

bahek4315@yandex.ru

Научные консультанты:

В.И. Батшев, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»; научный сотрудник Научно-технологического центра уникального приборостроения РАН, Москва

batshev_vlad@mail.ru

А.И. Ляшенко, к.т.н., с.н.с.

научно-технологический центр уникального приборостроения РАН, Москва

alexs1407@yandex.ru

Импульсные твердотельные лазеры широко применяются в самых различных областях науки и техники: физике и химии, биологии и медицине, голографии, оптической обработке и записи информации, оптической связи и т.д.

Представленный в данной работе трехволновый лазер разработан для задач цветной цифровой голографии, которая активно применяется в области, где требуется трехмерная цветная визуализация фазовых микрообъектов [1].

Один из способов получения перестраиваемого по частоте излучения – параметрическая генерация света [2]. В этом случае лазерное излучение с частотой ω_3 вводится в нелинейный кристалл, в котором происходит возникновение и усиление двух волн на частотах ω_1 и ω_2 , таким образом, что

$$\omega_1 + \omega_2 = \omega_3 \quad (1)$$

Это процесс, обратный генерации суммарной частоты. Соотношение, в котором частота исходной волны (накачки) разделяется на две низшие частоты, определяется условием фазового синхронизма. Изменяя условие синхронизма (например, поворачивая нелинейный кристалл) можно изменять частоты выходного излучения.

Пусть на входе в нелинейный кристалл имеется мощное излучение с некоторой высокой частотой ω_3 (волна накачки) и слабое излучение с частотой ω_1 (сигнальная волна). В квадратично-нелинейной среде возникают колебания поляризации на разностной частоте, и происходит излучение света на этой частоте (холостая волна). Если при этом выполняется условие фазового синхронизма, то обе волны, сигнальная и холостая, будут усиливаться за счёт волны накачки.

В качестве лазера используется импульсный твердотельный RGB лазер, генерирующий излучение в красной, зеленой и синей областях спектра, что позволяет его отнести к классу так называемых составных белых лазеров. RGB лазер создан на основе импульсного лазера на АИГ: Nd^{3+} в режиме электрооптической модуляции добротности

резонатора с поляризационным выводом излучения $\lambda_n=1064$ нм [3]. Резонатор лазера на АИГ: Nd^{3+} содержит параметрический генератор света (ПГС), способный генерировать импульсы излучения на сигнальной длине волны $\lambda_c=1570$ нм. Резонатор ПГС образован двумя параметрическими зеркалами, одно из которых является частично прозрачным для излучения 1570 нм и глухим для излучения 1064 нм. В качестве нелинейного элемента в ПГС использован элемент из кристалла КТР х-срезы ($\Theta=90^\circ, \varphi=0$). Накачка активного элемента из АИГ: Nd^{3+} осуществляется импульсной ксеноновой лампой, работающей с частотой повторения импульсов 25 ГЦ.

В результате проделанной работы был создан трехволновый лазерный источник с длинами волн 451 нм, 532 нм и 634 нм, который может в дальнейшем использоваться в областях голографии и цветной визуализации.

Список литературы

1. C.J. Mann, P.R. Bingham, V.C. Paquit, and K.W. Tobin. Quantitative phase imaging by three-wavelength digital holography // Optics Express. Vol. 16 (13). Pp. 9753-9764. 2008.
2. Дмитриев В.Г., Тарасов Л.В. Прикладная нелинейная оптика. М.: Физматлит, 2004. 512 с.
3. Ляшенко А.И., Алампиев М.В. Импульсные лазеры на АИГ: Nd^{3+} с параметрическими генераторами света, труды Российского научного-технического общества радиотехники, электроники и связи имени А.С. Попова, стр. 184-186, Москва-Суздаль, 2017.

УДК 535.421 + 681.78

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВЕТОВОДНЫХ ПЛАСТИН С ДИФРАКЦИОННЫМИ ОПТИЧЕСКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ДЛЯ УСТРОЙСТВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

А.С. Бобе, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

alexandrabobe@gmail.com

Системы дополненной реальности быстро развиваются и набирают популярность. Реализации существующих систем различны, но применение оптических световодов с дифракционными элементами для подобных устройств представляют наибольший интерес, так как обеспечивается возможность получения большого размера выходного зрачка без увеличения габаритов оптической системы. Несмотря на значительный прогресс в данной области, по-прежнему стоит проблема получения многоцветного изображения в таких системах, поэтому в работе исследованы возможные реализации полихроматических систем и их основные параметры.

В работе рассмотрена реализация, использующая оптический световод с нанесенными на его поверхности дифракционными решетками для ввода и вывода излучения из него, как описано в [1-2]. Рабочее угловое поле каждой из RGB компонент ограничено условием полного внутреннего отражения и условием скольжением преломленного луча по поверхности пластины.

В работе показано, что при такой схеме на одном световоде возможно реализовать многоцветную систему отображения информации, но с небольшим рабочим угловым полем - 8° .

При реализации системы на основе из трех световодов каждый из них рассчитывается под определенную длину волны, что позволяет получить угловое поле, одинаковое для всех RGB компонент. Показано, что для пластин с показателем

преломления 1.51 максимальное рабочее угловое поле достигает $29,5^\circ$, а дальнейшее его увеличение возможно при увеличении показателя преломления стекла.

Другим ограничением является условие непрерывного изображения, обусловленное тем, что выходной зрачок системы представляет собой множество перекрывающихся зрачков коллимирующей оптической системы и выведенных из световода с помощью дифракционной решетки [1-2]. Для этого в работе исследованы зависимости основных параметров световода, дифракционных решеток и системы дополненной реальности в целом, обеспечивающих наблюдение непрерывного многоцветного изображения.

Исследована возможность реализации многоцветной схемы, состоящей из двух световодов. Периоды дифракционных решеток рассчитаны с учетом вышеописанных требований таким образом, чтобы на первой пластине преломлялись синяя и часть зеленой цветовой компоненты, а на второй – красная и оставшаяся часть зеленой. В ходе проведенных расчетов показано, что данная схема реализуема при следующих параметрах: диаметр выходного зрачка оптической системы 10 мм, толщина пластин 2.1 мм, показатель преломления стекла – 1,51, периоды решеток – 0,39 мкм и 0,52 мкм. Рабочее угловое поле системы составило 20 градусов.

В ходе проведения экспериментальных исследований изготовлены два световода с требуемыми параметрами размером 35 x 80 мм, с помощью которых получены цветные изображения тест-объектов, что подтвердило правильность применяемого метода расчета и работоспособность предложенной схемы.

Список литературы

1. Одинок, С.Б. Оптическая схема получения голографического индикатора для отображения знаково-символьной информации / С.Б. Одинок, В.В. Маркин, Д.С. Лушников, А.С. Кузнецов, Е.А. Дроздова, А.Б. Соломашенко // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Приборостроение». 2012. № 8. С. 158-166.
2. Grad Y.A., Drozdova E.A., Nayden L.A., Nikolaev V.V., Odiokov S.B., Solomashenko A.V. Information virtual indicator with combination of diffractive optical elements // Journal of Physics: Conference Series. 737(1), P. 012058 (2016). DOI: 10.1088/1742-6596/737/1/012058

УДК 535.568

ПЛАЗМОННЫЕ ДИФРАКЦИОННЫЕ РЕШЕТКИ С МАГНИТООПТИЧЕСКИМИ СЛОЯМИ ДЛЯ СИСТЕМ РЕГИСТРАЦИИ МАГНИТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

С.А. Барышев, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

baryshbey@hotmail.co.uk

Развитие экспериментальной и прикладной физики связано с увеличивающимся потенциалом технологии роста искусственных материалов. Новые технологии позволяют изготовление периодических структур с характеристическими размерами менее длин электромагнитных волн.

Крайне перспективными и новыми искусственными материалами являются периодические структуры на основе благородных металлов. Такие структуры поддерживают локализованный поверхностный плазмонный резонанс, который приводит к росту амплитуды электромагнитного поля на границе с металлом. Поверхностные плазмоны обладают рядом свойств, важнейшим из которых является сильная локализация вблизи поверхности раздела сред. В последнее время, всё больший интерес к себе притягивает исследования резонансного усиления коэффициента пропускания и эффекта Фарадея в магнитооптических плазмонных наноструктурах [1-2].

Моделируя магнитооптические структуры с дифракционными решетками из благородного металла аналитически было показано многократное увеличение магнитооптического отклика структуры в виде вращения плоскости поляризации за счет усиления эффекта Фарадея локализованным на поверхности раздела магнитооптический кристалл-решетка плазмонным резонансом [3].

Проведя серию измерений плоскости поляризации света, отраженного от магнитооптической двумерной плазмонной структуры, находящейся в градиентном магнитном поле мы убедились, что используя принцип локализованного плазмонного резонанса в сочетании с магнитооптическим слоем позволяет регистрировать магнитные поля значительно слабее, чем это возможно с чистым магнитооптическим слоем.

Был проведен эксперимент по регистрации магнитной информации, содержащейся в магнитной полоске пластиковой карты. Результаты эллипсометрических измерений однозначно позволяли различить скрытые от глаза участки содержащие магнитную информацию.

Список литературы

1. S. Tomita, T. Kato, S. Tsunashima, S. Iwata, M. Fujii, S. Hayashi, Magneto-optical Kerr effects of yttrium-iron garnet thin films incorporating gold nanoparticles // *Phys. Rev. Lett.* 2006. V. 96. P. 167402.
2. R. Fujikawa, A.V. Baryshev, J. Kim, H. Uchida, M. Inoue, Contribution of the surface plasmon resonance to optical and magneto-optical properties of a Bi:YIG-Au nanostructure // *J. Appl. Phys.* 2008. V. 103. P. 07D301.
3. A.Y. Zherdev, S.A. Baryshev, S.B. Odinson, A.S. Kuznetsov Detection of Thin Ferromagnetic Layers Based on Faraday Effect // 2017 PROGRESS IN ELECTROMAGNETICS RESEARCH SYMPOSIUM - SPRING (PIERS). 2017. P. 579-580

УДК 535.015

ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ БЕССЕЛЕВЫХ ПУЧКОВ

М.А. Виноградов, бакалавр, МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лазерные и оптико-электронные системы»

vinmax96@gmail.com

Г.К. Красин, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лазерные и оптико-электронные системы»

krasin.georg@gmail.com

И.Ю. Филиппов, инженер НИИ РЛ, МГТУ им. Н.Э. Баумана

i.y.filippov@gmail.com

В науке и технике, в частности, в оптическом манипулировании и медицине, получили распространение особый класс световых пучков – так называемые бесселевы пучки (БП). Это такие пучки, амплитуда которых описывается функцией Бесселя первого рода [1]:

$$A(r) \sim J_n(\alpha r), \quad (1)$$

где A – амплитуда поля, r – радиальная координата, n – порядок функции Бесселя, α – масштабный коэффициент, который зависит от способа формирования пучка.

Использование БП обусловлено их следующими особенностями [3]: 1) на значительном участке вдоль оптической оси распределение интенсивности поля практически не меняется; 2) распределение поля БП восстанавливается за препятствиями; 3) можно получить достаточно узкий центральный максимум (порядка единиц микрометров) без использования дополнительной оптики.

Существует несколько способов формирования БП. Традиционный способ предполагает использование классического оптического элемента – конической линзы-аксикона [1,2]. Аксикон формирует бесселев пучок нулевого порядка с рэлеевской длиной L – участком оптической оси, на котором пучок не расходится, определяющейся радиусом пучка на входе аксикона R и углом β между нормалью к волновому фронту пучка на выходе аксикона и оптической осью следующим выражением [1]:

$$L = \frac{R}{\operatorname{tg}(\beta)}. \quad (2)$$

Второй способ формирования бесселевых пучков – с помощью дифракционных оптических элементов (ДОЭ) [3]. Это пластина с нанесенным на нее микрорельефом (маска), с помощью которого осуществляется фазовая модуляция падающего пучка. Преимущества этого способа заключаются в том, что он позволяет получить требуемый характер распределения интенсивности, а также формировать бесселевы пучки высших порядков.

Третий способ – использование пространственных модуляторов света (ПМС). Принцип действия таких устройств аналогичен ДОЭ. Так как ПМС – это ЖК-дисплей, пиксели которого осуществляют модуляцию падающего излучения, то в данном способе существует возможность динамического изменения маски. Это позволяет формировать бесселевы пучки различных порядков, осуществлять сканирование, создавать массивы пучков.

Для проверки свойства бездифракционности бесселевых пучков был разработан и собран экспериментальный стенд, включающий: He-Ne лазер ($\lambda = 0,6328$ мкм.), нейтральный светофильтр, микрообъектив с пинхоллом, коллимирующий объектив, диафрагма, аксикон (угол при вершине – 80° , радиус гауссова пучка по уровню интенсивности $1/e^2$ на входе аксикона $w_0 = 1,5$ мм) и ПЗС-камера. Для таких параметров $L = 33,6$ мм. В ходе эксперимента подтверждено свойство бездифракционности бесселева в пределах 33,6 мм.

Расчет дифракционного интеграла показала, что порядок гауссова пучка на входе аксикона влияет только на распределение осевой интенсивности бесселева пучка, но не влияет на поперечное распределение поля.

Список литературы

1. Пятницкий Л.Н. Волновые бесселевы пучки. М.: Физматлит, 2012. 408 с.
2. Устинов А.В., Хонина С.Н. Расчет комплексной функции пропускания рефракционных аксиконов // Компьютерная оптика. 2011. Т 35. N 4. С. 480-489.
3. David G. Grier. A revolution in optical manipulation // Nature. 2003. Vol. 424. P. 810-816.

УДК 535.4+51-74

ИЗМЕРЕНИЕ ФАЗОВЫХ ИСКАЖЕНИЙ ОПТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ МЕТОДОМ ЦИФРОВОЙ ГОЛОГРАФИИ

Г.К. Красин, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

krasin.georg@gmail.com

Научный руководитель:

М.С. Ковалев, ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

m.s.kovalev@gmail.com

Формирование эталонных волновых фронтов (ВФ) с погрешностью менее 0.01λ — это актуальная задача в современной оптической науке, оптоэлектронной технике и фотонике [1]. Технология получения высококачественных оптических элементов

дорогостоящая и трудоемкая, поэтому для создания оптических систем с высоким качеством излучения используют разные способы измерения и коррекции aberrаций ВФ. Основные устройства для измерения — это датчики ВФ. Один из таких датчиков называется датчиком Шака-Гартмана (ДШГ). Также ученые используют интерферометры. Каждое из этих устройств имеет свои ограничения. У ДШГ это ограничение по углу отклонения волнового фронта и чувствительность к внешним помехам. А основные недостатки интерферометров — это их габариты и стоимость.

В 2007 году был создан голографический модовый датчик ВФ на основе голограмм Фурье. Его принцип работы заключается в следующем: для одной aberrации записываются 2 голограммы Фурье. Опорным пучком в этом случае является пучок с внесенным в него фазовым искажением, а предметным – сходящаяся в точку волна. При подсвете такой голограммы восстанавливаются 2 точки, по их интенсивности можно определить величину aberrации. Были рассчитаны такие голограммы, а также был собран стенд для физической реализации таких голограмм [2]. Стоит отметить, что здесь мы столкнулись с некоторыми ограничениями. Так, мы можем определить только те aberrации, голограммы которых уже были записаны. Динамический диапазон определяется во время записи, а точность измерения уступает ДШГ.

В 2016 году появился новый модовый датчик ВФ, но без физической реализации голограмм Фурье. Проще говоря, рассчитанная голограмма выводится на пространственный модулятор света (ПМС). Принцип работы такого устройства не меняется, однако мы можем оперативно рассчитать новые голограммы и сразу использовать их для работы. Нами была разработана схема на основе коррелятора. В этой реализации объектом будут выступать фазовые искажения в лазерном излучении, а в качестве фильтра мы будем использовать голограмму Фурье [3], которая будет выводиться на ПМС.

Процесс определения aberrаций будет происходить следующим образом. Сначала на ПМС последовательно выводятся голограммы с большим шагом записанных в них aberrаций. После ориентировочного определения aberrаций на ПМС будут выводиться голограммы, но уже с уже меньшим шагом. Теоретически такая схема должна обеспечить определение aberrаций ВФ в лазерном пучке с точностью до 0.05 лямбда. В этой схеме мы рассчитываем амплитудную голограмму Фурье, в которой объектом выступает фазовое распределение полиномов Цернике. Схема работает следующим образом: пучок света, выходящий из лазера, расширяется и коллимируется. Далее он делится на 2 ветви – измерительную и контрольную. В контрольной ветви стоит ДШГ, который определяет aberrации, присутствующие в лазерном излучении. Далее на ПМС выводятся голограммы aberrаций, которые мы зарегистрировали с помощью ДШГ.

Мы изучили современные устройства по измерению оптических волновых полей, разработали и исследовали метод расчета и получения КСГ Фурье для ДВФ. Также мы физически реализовали эти голограммы, разработали стенд на основе коррелятора с цифровыми голограммами Фурье и математически смоделировали его работу.

Список литературы

1. Kovalev M.S., Krasin G.K., Nosov P.A., Odinkov S.B., Filippov I.Y. The Calculation of the Diffraction Integral Using Chebyshev Polynomials. IJAER, 2017. Т. 12 (23), С. 13303-13309.
2. Kovalev M.S., Krasin G.K., Malinina P.I., Odinkov S.B., Sagatelyan H.R. Wave front sensor based on holographic optical elements. JPCS, 2016. Т. 737 (1).
3. Filippov I.Yu., Kovalev M.S., Krasin G.K., Odinkov S.B., Ruchka P.A., Stsepuro N.G. Discrete Representation of Holograms of Halftone Objects. Optical Memory and Neural Networks, 2018. Т. 27 (1). С. 32-39.

УДК 778.38

МЕТОДЫ УЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОШИБОК РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЬЮТЕРНО-СИНТЕЗИРОВАННЫХ ГОЛОГРАММ ФУРЬЕ ПРИ ИХ СИНТЕЗЕ

П.А. Ручка, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

paul.ruchka@gmail.com

Н.Г. Сцепуро, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

sng.bmstu.rl@gmail.com

Современной голографии известно множество методов компьютерного синтеза голограмм [1] и их записи на носители. Поскольку получить голограмму без искажений невозможно по ряду причин [2], целесообразно рассмотреть методы коррекции искажений при записи голограмм.

В данной работе рассматривалась бинарная голограмма Фурье, полученная путем проецирования изображения синтезированной голограммы, выведенного на ЖК-дисплей, с уменьшением в плоскость фоточувствительного материала, которым являлась бихромированная желатина (БХЖ). Таким образом на БХЖ получали 1 кадр, называемый «фреймом». Из-за технологических соображений фреймы голограммы записывались с наложением. В результате возникли затемнения по краям фреймов, а также зоны перекрытия. В отличие от оригинала голограммы края темных пикселей закруглены – это обусловлено процессом последующего проявления на основе химического травления. При восстановлении такой голограммы нулевой порядок в 100 раз интенсивнее, чем ± 1 порядки, присутствуют неоднородности восстанавливаемого поля и достаточно заметные шумы (пиковое отношение сигнал-шум — 5). Из обозначенных ошибок наиболее трудно учесть химическую составляющую в силу некоторой случайности процесса.

В Matlab была смоделирована запись голограммы, когда фреймы записывались без наложений и других искажений. При такой стыковке картина не имеет видимых границ. Восстановленное поле, несмотря на точечную структуру, не имеет выраженного шума, практически отсутствует нулевой порядок. Точечная структура при восстановлении обусловлена размножением голограммы, что представляет собой свертку с функцией `comb`.

Смоделировать описанные искажения можно, применив функцию Гаусса в качестве маски для затемнения краев фреймов. Зоны наложения можно получить, совмещая фреймы с перекрытием, предварительно увеличив прозрачность. Это также позволило учесть и неабсолютное непропускание темных участков реально записанной голограммы. При восстановлении наблюдался нулевой порядок, амплитуда которого в 100 раз превышала ± 1 порядки. Присутствовал сильный шум по полю изображения, а структура элементов изображения стала менее однородной. Эти результаты хорошо коррелируют с экспериментом.

Учет описанных искажений был проведен применением обратных, осветляющих гауссовых масок к каждому фрейму и к зонам перекрытия. По результатам восстановления видно, что восстановленное поле почти полностью соответствует ранее описанному идеальному для мультиплексированной голограммы.

Метод можно улучшить, произведя учет химических процессов, компенсируя дискретную структуру восстанавливаемого поля, однако даже при коррекции только описанных в работе искажений, можно добиться почти идеального результата восстановления. Также аналогичный подход к рассмотрению и коррекции ошибок можно использовать и для других методов записи голограмм.

Список литературы

1. Filippov I.Y., Kovalev M.S., Krasin G.K. et al. Discrete Representation of Holograms of Halftone Objects, Opt. Mem. Neural Networks, Vol.27, 32-39, 2018. DOI: 10.3103/S1060992X18010022
2. Ковалев М.С., Одинокоев С.Б., Ручка П.А. Цифровой синтез голограмм Фурье с учетом методов их реализации // VII Международная конференция по фотонике и информационной оптике: сб. научных трудов. 2018. С. 278-279.

УДК 53.082.54, 621.373.826, 519.688

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ФАЗОВЫХ ШУМОВ УЗКОПОЛОСНЫХ ЛАЗЕРОВ НА ОСНОВЕ ИНТЕРФЕРОМЕТРА МАХА-ЦЕНДЕРА С ПОЛЯРИЗАЦИОННЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ

А. В. Борисова, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

borisova_alina_95@mail.ru

А. А. Жирнов, инженер,

МГТУ им. Н. Э. Баумана, НОЦ «Фотоника и ИК-техника»

zhirnov1@gmail.com

К. В. Степанов, инженер,

МГТУ им. Н. Э. Баумана, НОЦ «Фотоника и ИК-техника»

thefrost@list.ru

Из-за влияния различных факторов, даже у одночастотных лазеров наблюдаются флуктуации мощности излучения и его фазы. Последние количественно описываются спектральной плотностью мощности фазового шума $R_\phi(f)$, которая может быть рассчитана по формуле:

$$R_\phi(f) = \frac{1}{T} |\mathcal{F}\{\phi_{laser}(t)\}|^2,$$

где $\phi(t)$ – изменения фазы излучения; $\mathcal{F}\{\phi(t)\}$ – фурье-образ флуктуаций фазы; T – период измерений. Однако, в документациях на узкополосные лазеры чаще приводится спектральная плотность флуктуаций фазы интерферометра с оптической разностью хода 1 м $R_{\phi_i}(f)$ или корень из этой характеристики:

$$R_{\phi_i}(f) = \left(S_\phi(f)\right)^2 = \frac{1}{T} |\mathcal{F}\{\Delta\phi_i(t)\}|^2,$$

где $\Delta\phi_i(t)$ – реализация флуктуаций фазы интерференционного сигнала при оптической разности хода 1 м .

Основной метод измерения фазового шума – интерференционный, при котором флуктуации частоты излучения преобразуются в изменения интенсивности. В данной статье для измерения фазового шума предлагается использовать интерферометр Маха-Цендера из оптического волокна с сохранением состояния поляризации (далее РМ-волокна).

Основными функциональными элементами устройства являются поляризатор, разбалансированный интерферометр Маха-Цендера и поляризационный светоделитель. Все волоконные компоненты выполнены из РМ-волокна типа «панда». Поляризатор создает на входе в интерферометр линейно поляризованное излучение, ориентированное под 45 градусов по отношению к осям волокна. По волокну распространяются две ортогональные компоненты E_x и E_y с разными скоростями, что приводит к возникновению разных разностей фаз двух интерференционных сигналов, которые разделяются поляризационным светоделителем и регистрируются приемниками

излучения. Записанные одновременно интерференционные сигналы и сигнал мощности лазера обрабатываются по приведенному ниже алгоритму с целью уменьшения погрешности измерений.

Алгоритм обработки интерференционных сигналов:

1. Анализ спектров зарегистрированных сигналов в области низких частот и высокочастотная фильтрация для компенсации температурных изменений.

2. Вычисление спектральной плотности флуктуаций фазы интерферометра $R_{\phi_n}(f)$ по формуле 2 и относительного шума интенсивности (RIN) лазера:

$$RIN(f) = \frac{|\mathcal{F}\{P_{laser}(t)\}|^2}{\langle P_{laser}(t) \rangle^2},$$

где $P_{laser}(t)$ – записанные мгновенные значения мощности лазера.

3. Вычитание RIN из спектральной плотности фазовых флуктуаций – получение искомой характеристики фазового шума интерферометра

4. Вычисление частотного шума лазера по формуле:

$$R_v(f) = \left(\frac{1}{2\pi\tau_{\text{МЦ}}} \right)^2 R_{\phi_n}(f),$$

где $\tau_{\text{МЦ}}$ – временная задержка в интерферометре Маха-Цендера.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-32-00688.

Список литературы

1. Dan X., Fei Y., Dijun C., Fang W., Haiwen C., Zujie F., Ronghui Q. Laser phase and frequency noise measurement by Michelson interferometer composed of a 3×3 optical fiber coupler // Optics express. 2015. Vol. 23(17). P. 22386-22393.

УДК 621.375

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ МОЩНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ЕГО РАССЕЯНИИ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЗЕРКАЛАХ

О.В. Отрубьянникова, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

olgaostrubyannikova@gmail.com

Научный руководитель: И.В. Животовский, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

ivj@bmstu.ru

В ряде случаев невозможно измерить мощность лазерного излучения (ЛИ), не внося какой-либо элемент в пучок, но из-за высокой мощности излучения, внесение такого элемента нежелательно. Одним из самых перспективных методов измерения мощности ЛИ работающего в системах с большой мощностью – метод измерения по рассеянному излучению на элементах в оптическом тракте формирования этого излучения. Поэтому данная работа по исследованию рассеянного излучения является актуальной.

Одним из основных факторов, определяющих структуру и мощность, отраженного от поверхности излучения, являются свойства поверхности объектов. Известен ряд теоретических модельных описаний рассеивающих свойств идеально-гладких и шероховатых однородных поверхностей при направленной подсветке, основанных на положениях лучевой оптики и волновой оптики [1]. В данной работе была рассмотрена модель Бекманна (волновая модель).

Для поверхности с корреляционной функцией Гаусса, индикатриса рассеянного излучения определяется выражением [2]:

$$R_{E_0} \approx \frac{\sqrt{\pi} \cdot g F^2 T}{2L} e^{-\frac{v_x^2 T^2}{4}}, \quad (1)$$

где L – размер рассеивающей поверхности;

T – интервал корреляции;

σ – СКО высот микрограней неровностей;

g, F, v_x – параметры, определяющиеся выражениями:

$$g = [2\pi \frac{\sigma}{\lambda} (\cos\theta_1 + \cos\theta_2)]^2, \quad F = \frac{1 + \cos\theta_1 \cdot \cos\theta_2 - \sin\theta_1 \sin\theta_2 \cos\theta_3}{\cos\theta_1 \cdot (\cos\theta_1 + \cos\theta_2)},$$

$$v_x = \frac{2\pi}{\lambda} (\sin\theta_1 - \sin\theta_2),$$

где λ – длина волны излучения;

θ_1 – угол падения, θ_2 – угол наблюдения, θ_3 – азимутальный угол.

В экспериментальной части данной работы была рассмотрена возможность аппроксимации реальной автокорреляционной функции (АКФ) поверхности зеркала Гауссовой АКФ.

В эксперименте использовался алюминиевый образец зеркальной поверхности. Его параметры были померены на интерферометре NanoCam Sq (размер исследуемой зоны: 2007×1774 нм) и составили: $S_a = 4,695$ нм, $S_q = 9,204$ нм и $S_z = 546,3$ нм. В качестве источника излучения, был использован лазер, излучающий на длине волны $\lambda = 5$ мкм, углы составляли: $\theta_1 = 0^\circ$, $\theta_2 = 1,7^\circ$, $\theta_3 = 0^\circ$.

Коэффициент пересчета равен отношению потока в заданном телесном угле Φ_T к потоку, падающему на поверхность Φ_0 (для теоретического расчета учитывалась зеркальная и рассеянная компоненты):

$$K = \Phi_T / \Phi_0 \quad (2)$$

В результате обработки экспериментальных данных, был получен коэффициент пересчета $K_{\text{эксп}} = 10^{-4}$, что на порядок отличается от теоретически посчитанного коэффициента $K_{\text{теор}} = 10^{-5}$.

Из полученного результата можно сделать вывод, что для данной поверхности аппроксимация функции Гаусса неверна и необходимо искать иной математический аппарат для ее теоретического описания.

Список литературы

1. Непогодин, И.А. Отражательные характеристики объектов и фонов и их информативность в лазерной локации: дис. ... д-ра физ.-мат. наук. Казань, 1998. 90 с.
2. P. Beckmann, A. Spizzichino, The Scattering of Electromagnetic Waves from Rough Surfaces, Pergamon Press, London, 1963.

УДК 629.7.05.(083)

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ И ДЕМОНСТРАЦИЯ ТРАЕКТОРИИ НАВЕДЕНИЯ УПРАВЛЯЕМОГО РЕАКТИВНОГО СНАРЯДА НА ПЕРЕМЕЩАЮЩУЮСЯ ЦЕЛЬ

Е.А. Белокуров, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Оптико-электронное приборостроение»
evgen65200@yandex.ru

Научный руководитель: И.М. Илюхин, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Эффективность применения любого оружия в первую очередь определяется надёжностью поражения им цели с первого выстрела. Почти 100%-ая вероятность обеспечивается только при использовании управляемых реактивных снарядов (УРС), траектория движения которых корректируется автоматической системой их самонаведения. Чаще всего УРС наводится на цель с помощью оптической головки самонаведения (ОГС). Но даже применение ОГС не исключает возможности промаха УРС вследствие потери им управления при движении по траектории с недопустимо большой кривизной или выполнении целью манёвра по скорости.

Характер траектории сближения УРС с быстро перемещающейся целью определяется как возможностями его системы управления (реализуемого ею метода наведения и допустимыми перегрузками), так и начальным положением цели относительно снаряда и соотношением их скоростей.

С учетом этого был разработан алгоритм и реализующая его программа «Наведение». При реализации метода погони система управления (СУ) непрерывно направляет вектор скорости снаряда в текущее положение линии визирования перемещающейся цели [1], а при пропорциональном наведении – в текущую точку её упреждения. Меняя начальные координаты, скорость и ускорение цели, а также скорость снаряда и допустимые его СУ перегрузки можно определить их значения, при которых УРС уверенно поразит цель.

Программа составлена на алгоритмическом языке программирования Паскаль (PascalABC.NET) и имеет объем памяти 64 Кб. Работа программы начинается с ввода в нее исходных данных: скорости снаряда– V_C и цели– V_Z , ускорения цели– a_z , начального удаления– l_0 цели от точки пуска снаряда и её начального курсового угла– q_0 , временного интервала– dt пошагового перемещения цели и снаряда, значения допустимого его СУ перегрузки– p и реализуемый метод наведения– MN снаряда. Это позволяет сначала рассчитать допустимую СУ снаряда кривизну его траектории $r_d = VC^2 / (9.81 \times p)$, и начальные координаты цели относительно точки запуска снаряда $xz_0 = l_0 \times \text{Cos}(q_0)$ и $yz_0 = l_0 \times \text{Sin}(q_0)$. (1)

Затем с учетом пошагового перемещения цели и снаряда ($dz = Vz \times dt$ и $dc = Vc \times dt$) определяются их текущие координаты $xz_k = xz_0 + Vz \times dt + az \times dt^2$, $yz_k = yz_0 = \text{Const}$, $xc_k = dc \times \text{Cos}(q_k)$ и $yc_k = dc \times \text{Sin}(q_k)$, угол разворота вектора скорости снаряда $i_k = \psi_k = \text{arctg}[dz \times \text{Sin}(q_{k-1}) / (l_{k-1} - dc + dz \times \text{Cos}(q_{k-1}))]$ и текущий радиус кривизны его траектории $r_k = dc / \text{Sin}(q_k) = Vc \times l_k / (Vz \times \text{Sin}(q_{k-1}))$ (2)

(здесь l_k и q_k – текущие значения дальности снаряд-цель и её курсового угла).

В ходе каждого К-го шага расчета выполняется сравнение текущей кривизны траектории снаряда– r_k с её допустимым значением– r_d , а также скорости снаряда и цели, совершающей скоростной манёвр– $Vz_k = Vz + az \times dt$. В случае, когда $Vc > Vz$ и $r_k > r_d$ выдаётся решение «снаряд поразил цель на К-ом шаге атаки в точке с координатами $xc \approx xz$ и $yc \approx yz$ ». Если $yc \leq yz$ и $Vz \Rightarrow Vc$, то выдаётся решение «снаряд начинает отставать от цели на К-ом шаге атаки с координатами xc_k и yc_k », а в случае, когда $yc \leq yz$ и $r_k < r_d$ – «снаряд потерял управление на К-ом шаге атаки с координатами xc_k , yc_k и пролетает мимо цели с промахом $CZ_K = l_{k-1} \times \text{Sin}(q_{k-1}) \times Vz / Vc$ ». (3)

Если $CZ_K < 20$ метров, то цель будет поражена осколками, т.к. УРС подрывается неконтактным оптическим взрывателем [2], в противном случае снаряд будет самоликвидирован. Расчёт завершается демонстрацией на экране дисплея ЭВМ динамики

процесса сближения УРС с целью и предложением продолжить исследования при других исходных данных.

Список литературы

1. Криницкий Е.И. Системы самонаведения. Москва, Машиностроение, 1971, 235 с.
2. Лазарев Л.П. Опτικο-электронные приборы наведения. М.: Машиностроение, 1989. 512 с.

УДК 535.33: 51-74

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК 2-Х КАСКАДНОГО ВОЛОКОННОГО УСИЛИТЕЛЯ ЛЕГИРОВАННОГО ЭРБИЕМ

О.А. Поймалина, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

pojmalina@gmail.com

Научный руководитель: Д.А. Дворецкий, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

ddvoretzkiy@gmail.com

В работе предложена математическая модель 2-х каскадного волоконного усилителя легированного эрбием. В разработанной модели процесс усиления сигнала в активном оптическом волокне может быть описан трехуровневой квантовой системой, параметры которой определяются основными вероятностями вынужденных переходов [1]. Результатом является рассчитанная населённость уровней ионов эрбия, которая позволяет с помощью скоростных уравнений 3-х уровней схемы усиления определить мощности сигнала, накачки и шумов усиленного спонтанного излучения:

$$\begin{aligned}
 W_{12} &= \sum \frac{P_s \alpha_{12}(v_s)}{h v_s \tau \epsilon} + \sum \frac{(P_{ASE}^+ + P_{ASE}^-) \alpha_{12}(v_{ASE})}{h v_{ASE} \tau \epsilon} \\
 W_{21} &= \sum \frac{P_s g_{21}(v_s)}{h v_s \tau \epsilon} + \sum \frac{(P_{ASE}^+ + P_{ASE}^-) g_{21}(v_{ASE})}{h v_{ASE} \tau \epsilon} \\
 R_{12} &= \sum \frac{(P_{p980}^+ + P_{p980}^-) \alpha_{12}(v_{p980})}{h v_{p980} \tau \epsilon} \\
 R_{21} &= \sum \frac{(P_{p980}^+ + P_{p980}^-) g_{21}(v_{p980})}{h v_{p980} \tau \epsilon} \\
 R_{13} &= \sum \frac{(P_{p980}^+ + P_{p980}^-) \alpha_{13}(v_{p980})}{h v_{p980} \tau \epsilon} \\
 N_{20TH.} &= \frac{W_{12} + R_{12} + R_{13}}{W_{12} + R_{12} + W_{21} + R_{21} + R_{13} + \frac{1}{\tau}}
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{dP_{p980}^\pm}{dz} &= \mp P_{p980}^\pm [\alpha_{12}(v_{p980})(1 - N_{20TH.}) - g_{21}(v_{p980})N_{20TH.}] [\alpha_{13}(v_{p980})(1 - N_{20TH.})] \\
 &\quad \mp \alpha_{p980}(v_{p980})P_{p980}^\pm
 \end{aligned}$$

$$\frac{dP_s}{dz} = P_s [g_{21}(v_s)N_{20TH.} - \alpha_{12}(v_s)(1 - N_{20TH.})] - \alpha_s(v_s)P_s$$

$$\begin{aligned}
 \frac{dP_{ASE}^\pm}{dz} &= \pm P_{ASE}^\pm [g_{21}(v_{ASE})N_{20TH.} - \alpha_{12}(v_{ASE})(1 - N_{20TH.})] \pm 2g_{21}(v_{ASE}) \times N_{20TH.} h v_{ASE} \Delta v \\
 &\quad \mp \alpha_{ASE}(v_{ASE})P_{ASE}^\pm
 \end{aligned}$$

где W_{ij} и R_{ij} – вероятности вынужденных переходов ионов эрбия; N и $N_{2отн.}$ – населенность ионов эрбия на 1 уровне и относительная концентрация ионов на 2 уровне, соответственно; ν_i – центральные частоты; α_{ij}, g_{ij} – коэффициенты поглощения и усиления в полосе сигнала и накачки; ε – параметр насыщения; $P_{p980}^{\pm}, P_s, P_{ASE}^{\pm}$ – мощности накачки, сигнала и шумов ASE в прямом (+) и обратном (-) направлениях [2, 3].

Полученный коэффициент усиления 2-х каскадного усилителя составил величину ~ 32 дБ, при этом шум фактор усилителя оказался равен ~ 6 дБ. Данные параметры были получены при длине активного волокна ~ 5 м для каждого каскада усилителя и максимальной выходной мощности сигнала ~ 0.4 Вт. Стоит отметить, что указанные параметры получены в условиях насыщения усиления в первом каскаде усилителя и ненасыщенного 2-го каскада, что позволяет, с одной стороны, достичь максимального коэффициента усиления, а с другой стороны уменьшить значения шум-фактора усилителя до теоретически минимальных значений.

Результатом математического моделирования является оптимальные параметры накачки и длины активных волокон, а также полученные выходные характеристики 2-х каскадного волоконного усилителя легированного эрбием.

Список литературы

1. Чаймарданов П.А., Былина М.С. Новая методика расчёта оптического усилителя EDFA с многоканальными источниками сигналов и накачек // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2017. Т. 10. №3. С 92-102. DOI: 10.18721/JCSTCS.10308.
2. Desurvire E. Erbium-Doped fiber amplifiers. Principles and applications. NY: John Wiley & Sons, 1994.
3. Dignonnet M.J.F. Rare-Earth-Doped Fiber Laser Amplifiers. Second Edition, Revised and Expanded. New York: Marcel Dekker, inc., 2001.

УДК 681.78

ЗЕРКАЛЬНО-ЛИНЗОВЫЙ КОМПЕНСАТОР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ФОРМЫ ВОГНУТЫХ АСФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЗЕРКАЛ

П.Ц. Люй, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

luypetr@yandex.ru

С.В. Бодров, к.т.н., доцент,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

bodrov@bmstu.ru

В связи с тем, что диаметры астрономических асферических зеркал достигают нескольких метров, наиболее оптимальным является использование компенсационного метода контроля [1], который предусматривает использование в оптической схеме дополнительного оптического элемента – компенсатора, преобразующего плоский или сферический волновой фронт в асферический, совпадающий по форме с теоретической формой контролируемой поверхности.

В настоящее время широко известен компенсатор Д.Т. Пуряева [2], состоящий из двух линз. В нем осуществляется отдельная компенсация сферической абберации третьего и высших порядков. Относительно недавно Н.А. Граф были предложены несколько схем новых зеркально-линзовых компенсаторов [3], предназначенных для контроля формы вогнутых асферических астрономических зеркал второго порядка. Оптическая схема этих систем представляет из себя двухкомпонентную зафокальную систему Мерсена с силовым линзовым элементом. Однако компенсаторы, предложенные

Граф Н.А., имели существенный недостаток: расстояние между первым компонентом афокальной системы и силовой линзой составляет около или более ста миллиметров.

В данной работе поставлена и решена задача синтеза компенсатора, компоненты которого конструктивно объединены в два узла. Первый узел объединяет силовую линзу и первый компонент афокальной системы, а другой - является вторым элементом афокальной системы Мерсена.

Наиболее простую оптическую схему имеет предфокальная система Мерсена, компоненты которой являются сферическими зеркалами. Однако ее коррекционные возможности ограничены и, как показали проведенные исследования, компенсатор, имеющий подобную схему, может быть использован для контроля зеркала с относительным отверстием не более 1:10. Поэтому для повышения относительного отверстия контролируемых поверхностей оптическая схема компенсатора была усложнена путем замены сферического зеркала линзой Манжена на втором компоненте предфокальной системы Мерсена.

Была разработана методика габаритного расчета и расчета в области aberrаций третьего порядка оптической системы компенсатора. Она позволяет получить исходный вариант оптической системы с автоколлимационным ходом лучей и исправленной сферической aberrацией третьего порядка.

Оптимизация исходных вариантов полученных систем осуществлялась по волновому фронту. В качестве свободных изменяемых параметров были заданы кривизны поверхностей силовой линзы, осевое расстояние от линзы до контролируемого зеркала, а также радиус кривизны преломляющей поверхности линзы Манжена. В результате синтеза удалось получить компенсатор, обеспечивающий контроль зеркала телескопа БТА с остаточной волновой aberrацией в двойном ходе лучей $0,0141\lambda$, что составляет порядка $\lambda/70$. Конструкция компенсатора технологична и может быть реализована в виде двух простых узлов.

Список литературы

1. Креопалова Г.В., Лазарева Н.Л., Пуряев Д.Т. Оптические измерения. М.: Машиностроение, 1987. 264 с.
2. Пуряев Д.Т. Методы контроля оптических асферических поверхностей. М.: Машиностроение, 1976. 262 с.
3. Граф Н.А. Зеркально-линзовые компенсационные системы для контроля формы главных зеркал крупных оптических телескопов: дис. ... канд. техн. наук. М., 2015. 183 с.

УДК 681.7.065, 004.942

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ПРИЗМЕННЫХ СИСТЕМ В ПРОГРАММЕ ZEMAX

Н.С. Рязанкин, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет «Оптико-электронное приборостроение»

nik.cheba@gmail.com

А.А. Каратеева, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет «Оптико-электронное приборостроение»

anastasya.karateeva@yandex.ru

Научный руководитель: Ю.Ю. Качурин, ст. преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

caich@mail.ru

Призмённые системы являются сложными для моделирования потому, что имеют как преломляющие, так и отражающие грани, расположенные под углом к оптической оси и отклоняющие луч в поперечном направлении, кроме того в призме возможно наличие крыши, исключающей последовательную трассировку луча через неё. Нами для моделирования использована призма Пехана П-0 [1]. Для этой призмы характерно, что осевой луч, идущий через центр входной грани, выходит из выходной грани продолжением себя самого.

Самый простой способ задания призмы в любой автоматизированной программе расчёта – представить её в виде эквивалентной плоскопараллельной пластинки. Достоинство этой модели – простота её формирования, а также доступность и понятность получения параксиальных характеристик и аберраций [2]. К недостаткам следует отнести тот факт, что модель не учитывает оборачивание изображения, возможное виньетирование на гранях и отступление от условий полного внутреннего отражения.

Более реалистичной моделью может служить модель призмы в виде преломляющих и отражающих поверхностей, заданных в пространстве. Особенностью формирования такой модели является то, что в призме Пехана имеется две грани, которые имеют двойное назначение: они одновременно являются и отражающими (за счёт полного внутреннего отражения), и преломляющими. В последовательном режиме эти грани задаются в виде двух независимых поверхностей. К недостаткам полученной модели можно отнести сложность её формирования и то, что модель не учитывает отступление от условий полного внутреннего отражения. Её достоинства: соблюдение пространственной структуры, доступность определения размеров и положения световой области на поверхностях, возможность определения параксиальных характеристик.

Более реалистичные модели программа Zemax позволяет реализовать в последовательно-непоследовательном и непоследовательном режимах [3]. В этих режимах модель призмы Пехана можно создать двумя способами: в виде роб-файла и CAD-файла.

Роб-файл представляет собой текстовый файл с координатами вершин и описанием поверхностей их использующих. Недостатком при формировании роб-файла является то, что учёт неработающих поверхностей в виде лысок и фасок усложняет файл. Достоинством модели является учёт эффекта полного внутреннего отражения.

Программа Zemax в версии 13 позволяет напрямую загружать модели в виде файлов CAD, созданных в пакетах SolidWorks и Inventor. Достоинство CAD файлов заключается в том, что в такой модели можно задать все поверхности, в том числе и нерабочие, без потери точности.

Для каждой из моделей были получены значения положения плоскости Гаусса и величины параксиального изображения в системе объектив+призма и проведено их сравнение между собой. Анализ полученных значений продемонстрировал полную тождественность полученных моделей по этим характеристикам, а, следовательно, каждая из них может использоваться при проектировании оптических приборов в зависимости от поставленной задачи без потери точности и достоверности получаемого результата.

Список литературы

1. Панов В.А., Кругер М.Я., Кулагин В.В. Справочник конструктора оптико-механических приборов. Под общ. ред. В. А. Панова. 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1980. 742с.
 2. Заварзин В.И., Батшев В.И., Польщикова О.В. Компьютерные технологии и моделирование в оплотехнике: учебное пособие. М.: Издательство МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2017. 37с.
 3. Руководство пользователя пакетом программ ZEMAX: пер. с англ. А.Э. Наджип. Москва, 2010. 986 с.
-

УДК 681.787, 535.417

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ИНТЕРФЕРОМЕТРА ЖАМЕНА

А.А. Каратеева, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Опτικο-электронное приборостроение»

anastasya.karateeva@yandex.ru

Научный руководитель: Ю.Ю. Качурин, ст. преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

caich@mail.ru

Интерферометры – класс приборов, принцип действия которых основан на явлении интерференции света. Особое место среди них занимают созданные еще в 19 веке интерферометр Рэлея и интерферометр Жамена [1]. Интерферометр Рэлея реализован за счет деления волнового фронта для создания интерферирующих лучей, интерферометр Жамена – деления амплитуды. В схему интерферометра Жамена входят две плоскопараллельные пластинки, служащие для деления и соединения лучей, а также две газовые кюветы, находящиеся в двух ветвях интерферометра.

Основными недостатками этих двух интерферометров являются их энергозатратность и ограниченность по поперечному сечению используемых кювет.

Нами исследовано влияния угла падения φ_1 на максимальный поперечный размер используемых кювет, для чего получено выражение, связывающее максимальное расстояние между интерферирующими лучами PC с параметрами пластин интерферометра (толщина BH , показатель преломления n):

$$PC = 2BH \cdot \frac{\sin(\varphi_1) \cdot \cos(\varphi_1)}{\sqrt{n^2 - (\sin(\varphi_1))^2}} \quad (1)$$

Максимальное значение расстояния PC достигается при угле падения:

$$\sin(\varphi_1) = \sqrt{n^2 - \sqrt{n^4 - n^2}} \quad (2)$$

Так при $n = 1,5$ получаем $\varphi_1 = 49,2^\circ$.

Нами было проведено исследование влияния угла падения φ_1 на интенсивность получающейся интерференционной картины, для чего получено выражение для интенсивности луча [2], идущего через эталонную кювету:

$$I_1 = I_0 \cdot \tau^2 \cdot (1 - \tau) \quad (3)$$

где I_0 – интенсивность источника излучения, τ – энергетический коэффициент пропускания на внешней грани пластин

Максимальное значение интенсивности I_1 достигается при $\tau = 2/3$, которое в случае излучения с круговой поляризацией обеспечивается углом падения $\varphi_1 = 78,3^\circ$.

Таким образом, одновременно только углом падения два условия (чтобы и кювета была максимально большой, и максимально эффективно использовать мощность излучения) выполнить нельзя. Для того, чтобы получить заданный коэффициент пропускания можно нанести светоделительное покрытие с $\tau = 2/3$, рассчитанным для угла падения $\varphi_1 = 49,2^\circ$.

Нами была исследована возможность оптимизации конструкции интерферометра Жамена на снижение влияния флуктуации источника излучения на результат измерения за счет использования «паразитного» внешнего отражение эталонного луча от внешней границы второй пластины. Этот луч не участвует в образовании интерференционного сигнала, а просто выводится из системы. Изменение его интенсивности целиком определяется флуктуацией источника. Для исключения влияния флуктуации на интерференционный сигнал, этот «паразитный» сигнал следует зарегистрировать и нормировать на него интерференционный сигнал. При таком нормировании из получающегося выражения

исключается интенсивность падающего излучения I_0 и тем самым повышается точность измерения.

Для оптимальной регистрации двух сигналов и нахождения их отношения требуется, чтобы коэффициент пропускания $\tau = 0,5$ который для угла падения $\varphi_1 = 49,2^\circ$ можно обеспечить нанесением интерференционного покрытия

Список литературы

1. Коломийцов Ю.В. Интерферометры. Л.: Машиностроение, 1976. 296с.
2. Нагибина И.М. и др. Прикладная физическая оптика. М.: Высшая школа, 2002. 565с.

СЕКЦИЯ «ЭЛЕМЕНТЫ ПРИБОРНЫХ УСТРОЙСТВ»

УДК 621.8-1/-9

СИСТЕМА ОЧУВСТВЛЕНИЯ ОПЕРАТОРА МАНИПУЛЯТОРА

Ю.А. Захаров, бакалавр

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

zakharov.yura13@yandex.ru

М.Д. Иванова, бакалавр

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

zakharov.yura13@yandex.ru

Проанализировав современные разработки, было обнаружено ряд недостатков конструкций. Большинство имеющихся аналогов представляют собой громоздкие системы или требуют внешних источников энергии (пневматические и гидравлические системы). В данной работе мы попытались разработать конструкцию, устранив данную проблему, и перед нами встал ряд задач:

- Минимизация габаритов и массы;
- Обеспечение максимальной чувствительности системы;
- Универсальность данного устройства.

Система очувствления оператора манипулятором представляет собой перчатку с электроприводами, оснащенную различными датчиками.

С помощью этого устройство руке передается силовая обратная связь от захвата манипулятора.

Обратная связь выполнена с помощью двух основных узлов, расположенных на указательном и большом пальце. На указательном пальце система состоит из двух модулей: для основной фаланги и для средней. Обе представляют собой электродвигатель с редуктором. В данной версии большой палец зафиксирован, а управляемый объект представляет собой двупалый схват.

Так как разрабатываемые модули на указательный палец являются универсальными, следовательно, в дальнейшем их можно установить на каждый палец. А также если дополнить систему электроприводом нагружения большого пальца, то это обеспечит очувствление всей кисти руки.

Особенностью данной конструкции является то, что вся система выполнена на электроприводах и при этом, по сравнению с разработкой Microsoft Research [1], передает обратную связь всей кисти что обеспечивает более точную передачу ощущений. Также данная система обладает не большими габаритами, благодаря использованию маленьких двигателей компании Maxon [2] и определенной компоновке трибок в редукторе, а так же минимальной массой благодаря применению пластмасс в изготовлении корпуса.

В разрабатываемой конструкции были устранены недостатки аналогов, получена конструкция, готовая к производству, с небольшими габаритами и массой, необходимыми

для удобства использования человеком. Применение системы состоящей из нескольких модулей на один палец обеспечивает более точную передачу обратной связи руке, что расширяет сферу применения данной системы.

Список литературы

1. Майкрософт. Режим доступа: <https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/touching-virtual-microsoft-research-making-virtual-reality-tangible> (дата обращения 25.04.18).
2. Maxon motor. Режим доступа: <https://www.maxonmotor.com/> (дата обращения 25.04.18).

УДК 621.8-1/-9

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ ШАГАЮЩЕГО РОБОТА

А.А. Колосов, бакалавр,

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

aqweschen@yandex.ru

Ф.В. Дуданов, бакалавр,

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

dudanov1998@mail.ru

В данный момент шагающие роботы не слишком сильно распространены в повседневной жизни. Но они могут иметь большие перспективы в будущем. Они имеют массу преимуществ в сравнении с традиционными (колесными или гусеничными):

- маневренность, возможность двигаться в любом направлении в плоскости опоры;
- высокая проходимость, возможность обхода и переступание препятствий;
- смена статических поз, позиции (смещений, наклонов, поворотов на месте и т.п.), что важно при работе с манипулятором;
- возможность двигаться по ступенькам лестницы;
- возможность обеспечивать продольную и поперечную устойчивость при работе с манипулятором;
- устройство не оставляет непрерывный след, что важно для обеспечения скрытности передвижения или для нежелательных воздействий на опорную поверхность;

За основу шагающей платформы взято устройство, защищенное патентом РФ № 2642020 [1]. Особенность данной конструкции заключается в том, что нога шагающего устройства снабжена только двумя управляемыми приводами. Сгибания-разгибания бедра и отведения-приведения голени. Эта особенность упрощает, облегчает и удешевляет конструкцию, упрощает управление в силу меньшего количества степеней свободы. Кроме того, управление проще в силу большей жесткости конструкции ноги. Исследования динамики передвижения походкой типа «рысь» выявили большую энергетическую эффективность в сравнении с традиционной кинематикой, где нога снабжена тремя управляемыми приводами. Упрощение кинематической конструкции шагающего устройства не повлекло редукции функциональных свойств и преимуществ, указанных выше. Все, перечисленное выше, делает возможным и технико- экономически обоснованным применение шагающих устройств для широчайшего спектра прикладных задач.

Занимаясь разработкой приводов для ног робота, описанного выше, были приняты некоторые конструктивные решения, позволившие улучшить работу привода, а также упростить его сборку.

Во-первых, была разработана конструкция насыпного подшипника, которая позволяет избежать использования дорогостоящих антифрикционных покрытий. В силу строения собирается он также крайне просто, путем простого навинчивания подвижной корпусной детали на поджимающую. При этом существует возможность регулировать

осевой зазор, а значит и размер лунок в которые насыпаются шарики. Это позволяет минимизировать биения шариков и люфты.

Во-вторых, так как предполагается, что привод работает в режиме частых и резких реверсов, была предусмотрена тормозная муфта. Она состоит из двух пружин, прикрепленных одним концом к крышке привода и кулачка, являющегося частью крышки муфты, которая, в свою очередь, является частью подвижного корпуса и вращается вместе с ним. Следует сказать, что выходным звеном является поворотный корпус. Таким образом, пружина ограничивает поворот выходного звена и не позволяет ему выйти из рабочей зоны.

Список литературы

1. Youngsma K. Development of a model and simulation framework for a modular robotic leg, Jun 11 2012.
 2. Шагающее устройство: пат. 2642020 Рос. Федерация: МПК В62D 57/032 / П.М. Близнац , Д.П. Близнац, К.В. Коновалов, М.П. Близнац, В.С. Лапшов, И.Е. Метасов, Ю.П. Артамонов, И.А. Бошляков. 2018. Бюл. №3.
-

СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА»

УДК 531.8:519.2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОЛНОВОДОВ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Пья Пью Аунг, аспирант,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»,
pyaephyo88@mail.ru

Научный руководитель: Ю.В. Григорьев, доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»,
grigoryev52@mail.ru

Ультразвуковые медицинские инструменты (УЗМИ) многофункционального назначения снабжены сменными волноводами-концентраторами. Колебательные системы в таких аппаратах обычно работают в ультразвуковом диапазоне (20-60 кГц) [1]. Как правило, УЗМИ выполняются с магнитострикционными или пьезокерамическими преобразователями энергии, причем, ввиду малых амплитуд механических колебаний преобразователей (до 3-4 мкм), за исключением преобразователей с гигантской магнитострикцией, обычно применяются дополнительные усилители механических колебаний, в качестве которых используются стержневые волноводы-концентраторы ультразвука, называемые в дальнейшем просто концентраторами или волноводами.

Эти медицинские инструменты способны остановить кровотечение благодаря физическим и химическим эффектам ультразвука. С другой стороны, было доказано, что воздействие ультразвука на клетки не сопровождается существенным выделением тепла, что обеспечивает очень небольшие повреждения во время операции. Поэтому, ультразвуковой хирургический инструмент обладает преимуществами перед другими медицинскими инструментами. Ультразвуковой хирургический инструмент преобразует ультразвуковой электрический сигнал в механическую вибрацию и очень полезен для различных медицинских процедур, например, удаление поражённых органов, пересадка и очистка тканей в общей хирургии. К тому же, УЗМИ можно использовать в хирургии мозга, нейрохирургии, стоматологии и хирургии глаза [2].

Основываясь на мировых патентах, можно перечислить наиболее важные критерии, которые необходимо выполнить при проектировании ультразвукового медицинского инструмента:

- **Материал:** наиболее известны два типа используемых материалов: пьезоэлектрическая керамика и магнитострикционные металлы. Применение последних в ультразвуковых преобразователях позволяет снизить размеры устройства и его стоимость. На базе результатов новейших исследований удаётся получить большую амплитуду на выходе и более устойчивый режим работы УЗМИ.

- **Частота:** Основываясь на известном соотношении $\lambda = c/f$, где f , c и λ - частота, скорость звука в материале волновода и длина волны, соответственно, можно заключить, что повышение частоты снижает длину волны и приводит к уменьшению размера инструмента. С другой стороны, низкочастотное воздействие уменьшает потери энергии при распространении сигнала.

- **Амплитуда:** требования к амплитуде определяются спецификой применения. Например, работа с костной тканью требует высокой амплитуды на выходе. Однако, при чистке тканей этого не требуется.

Система ультразвуковых хирургических инструментов состоит из трех частей: ультразвукового генератора, преобразователя и волноводных инструментов. Ультразвуковой задающий генератор производит ток ультразвуковой частоты .

Преобразователь трансформирует этот электрический сигнал в механическую вибрацию в диапазоне 23-55 кГц. В результате применения специального волновода с заданной геометрией, вибрацию можно распространить и усилить. Используя эту ультразвуковую механическую вибрацию, можно выполнить хирургическую операцию [3].

Аппаратура волновода, в свою очередь, усиливает вибрацию и концентрирует энергию. Различные варианты волновода были разработаны для того, чтобы соответствовать конкретной области применения. Например, долото используется для резания костных тканей, лезвие скальпеля применяется для резки мягких тканей, а волновод с плоским окончанием используется в очистке тканей.

В качестве заключения, отметим главные критерии, учитываемые при проектировании УЗМИ. В целом, система состоит из трех частей: ультразвукового генератора, преобразователей и волноводов-концентраторов. Ультразвуковой генератор производит электрический сигнал заданной частоты и амплитуды. Обычно, резонансная частота системы находится в диапазоне 23-55 кГц. Преобразователь трансформирует электрический сигнал в механическую вибрацию и состоит из магнитострикционного кристалла и конического концентратора. Аппаратура волновода-концентратора усиливает вибрацию, посредством которой можно выполнить множество медицинских процедур: остановка кровотечения, резка костных тканей, сосудистая хирургия, липосакция, стоматология и т.д. Сравнительные исследования показывают что ультразвуковой медицинский инструмент имеет преимущества в различных аспектах над обычным оборудованием.

Список литературы

1. Николаев Г. А., Лошилов В. И. Ультразвуковая технология в хирургии.- М.: Медицина, 1980. 272 с.
2. Квашнин С.Е., Научные основы проектирования ультразвуковых колебательных систем терапевтических и хирургических аппаратов: диссертация ... д.технических наук по специальности 05.11.17 - М . , 2000.- 356с
3. Dong Sun , Zhaoying Y. Zhou, Yunhui H. Liu, Weizai Z. Shen, Development and Application of Ultrasonic Surgical Instruments // IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 44, No. 6, June 1997. P 462-467.

СЕКЦИЯ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА»

УДК 004.896

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕКТОРНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СЛОВ ДЛЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ В ЗАДАЧЕ СОПОСТАВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СПРАВОЧНИКОВ

Т.В. Гринкина, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехники и комплексной автоматизации»

tgreenkina@gmail.com

Оперативная обработка справочной информации является значимой задачей и должна быть эффективно решена в рамках бизнес-процессов деятельности предприятия. Для удовлетворения этого требования системы обработки должны обладать пропускной способностью и мощностью достаточной для принятия оперативных решений. Хранение и консолидация потоков обработки информации реализуется с помощью структурированного хранилища данных (СХД), которое оперирует тремя видами информации – метаданными, справочными данными и транзакционными данными. Справочные данные являются связующими компонентами между различными

обслуживающими информационными системами. Сопоставление данных в системах управления нормативно-справочной информацией решается с помощью ручной обработки элементов.

Трудоемкость ручной обработки элементов достаточно велика и на одного сотрудника составляет около 30000 элементов в день. Такой объем данных при обработке приводит к потере данных и уменьшению их качества. Для повышения производительности процесса предлагается ввести автоматизированный интеллектуальный модуль, способный в автоматическом режиме осуществлять поиск и сопоставление данных.

Автоматизированный интеллектуальный модуль проводит сопоставление данных, строя для каждого элемента справочников векторное представление. Существуют основные методы векторного представления слов [1] такие как расчет матрицы совстречаемости (матрица слово-документ или матрица слово-контекстное слово), расчет меры важности слова - PPMI (поточечная взаимная информация) и TF-IDF (частота слова – обратная частота документа), снижение размерности матрицы – SVD (сингулярное разложение) и обучение векторных представлений – Skip-gram/CBOW [2]. Для каждого метода был проведен анализ применения метода в автоматизированных системах по 5-ти критериям, в результате которого Skip-gram/CBOW является наиболее эффективным инструментом для векторного представления слов.

В состав СХД автоматизированный интеллектуальный модуль (АИМ) интегрируется на базе служб Master Data Services (MDS) [3] и SQL Server Integration System (SSIS), и внедряется на этапе между выгрузкой новых элементов из источников компонентами SSIS и загрузкой в базу данных MDS [4]. АИМ представляет собой программный код, написанный на языке Python, выполняющий последовательно предобработку данных, сравнение данных и обработку ответов нейронной сети. Таким образом, АИМ при добавлении новых элементов (ранее не существовавших в справочниках) автоматически сможет сопоставлять элементы, опираясь на сформированную базу знаний.

В результате данной работы была спроектирована концепция автоматизированного модуля в СХД на основе нейронной сети (Skip-gram/CBOW), который позволяет выполнять автоматизацию рутинных задач человека при сравнении/сопоставлении элементов справочников и сконцентрировать работу на экспертном уровне (сократить трудозатраты).

Список литературы

1. Dan Jurafsky CS 124: From Languages to Information, Stanford University, 2017
2. Tomas Mikolov, Kai Chen, Greg Corrado, Jeffrey Dean, Efficient Estimation of word representation in vector space, arXiv preprint arXiv:1301.3781, 2013
3. Общие сведения о службах Master Data Services(MDS). Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/sql/master-data-services/master-data-services-overview-mds>. (дата обращения 02.04.2018)
4. Информационный менеджмент предприятия совместным использованием SSIS, MDS, DGS. Режим доступа: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/jj819782\(v=sql.120\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/jj819782(v=sql.120).aspx). (дата обращения 02.04.2018)

УДК 681.5.017

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБНАРУЖЕННЫХ ДЕФЕКТОВ КАЧЕСТВА КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ

С.Б. Иванов, бакалавр,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
sergey200.87@mail.ru

А.С. Штукатуров, бакалавр,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
shtukatrov2013@yandex.ru

Д.Ч. Нгуен, бакалавр,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
4218student.k58hust@gmail.com

А.В. Добровольский, бакалавр,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
bruenor11@gmail.com

Конструкторско-технологическая подготовка производства всегда сопровождается взаимодействием участников [1]. При традиционных процессах участники, обладающие достаточной квалификацией, понимают друг друга, обмениваясь между собой документами, содержащими постановки задач и результаты выполненных работ. При работе с компьютерными документами, если участники пользуются разными программными инструментами, процесс взаимодействия усложняется. Используемые программные инструменты САПР могут быть различными как в пределах одной предметной области (SolidWorks, Inventor, NX, CATIA v5 и пр. — для конструкторов), так и на стыке предметных областей (CAD <-> CAM, CAD <-> CAE и т.д.). Обеспечение возможности одного программного инструмента работать с компьютерным документом, созданным другим программным инструментом, является проблемой, требующей решения.

CAD-модели могут содержать дефекты качества. Дефекты качества – особенности модели, которые затрудняют её дальнейшее использование [2].

Рассмотрим такой пример. В модели имеется набор точек, через которые необходимо построить поверхность. Одна из этих точек задана некорректно, из-за чего поверхность, на которой должна лежать эта точка, будет искажена. Разные CAD-системы по-разному представят такую модель. В одной программе, возможно, всё будет в порядке; во второй – поверхность будет не такой, какой была задумана; в третьей «экстремальная» грань будет вовсе удалена.

Около 5% CAD-моделей содержат те или иные дефекты качества. Затраты на обнаружение и исправление дефектов качества составляют около 20% от общих затрат на конструкторско-технологическую подготовку.

Чтобы избежать подобных проблем, необходимо иметь информацию о проблемном месте. Обычно в CAD-системах можно выполнить внутреннюю проверку и получить все данные об «экстремальных» элементах в отдельном файле – протоколе.

Будет гораздо удобнее, если эта информация запишется в один файл с моделью и будет доступна при открытии этой модели в разных программах. В таком случае отпадёт необходимость в выполнении дополнительных действий в системе, создании дополнительных файлов. Информация об «экстремальных» местах будет доступна сразу. Без каких-либо задержек можно обнаружить эти элементы и исправить их.

Реализация нашей идеи будет заключаться в создании специального ПО, которое сможет читать модель в формате STEP, находить «экстремальные» места и записывать информацию о них в тот же файл. Информация об «экстремальных» элементах будет, например, выводиться в виде предупреждающего сообщения.

Список литературы

1. Шильников П.С. Представление данных КИП. Режим доступа: http://www.plm-consulting.ru/pdf/cip_data_2009-11-01.pdf (дата обращения 04.04.2018).
2. Шильников П.С. Треугольник ДеЛаПорта-Шильникова: проблемы и решение.

УДК 658.5

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОГО ТИПОВОГО ВАРИАНТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

А.Н. Кириак, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
seaandocan-777@mail.ru

Для обозначения 4 промышленной революции (4ПР) широко используется термин Индустрия 4.0. Целью этой революции является создание цифровых производств, которые обеспечивали бы кардинальное повышение производительности и качества производства. 4ПР означает все большую автоматизацию абсолютно всех процессов и этапов производства. Низкий уровень этих показателей является одним из вызовов для нашего государства.

База знаний - семантическая модель, описывающая предметную область и позволяющая отвечать на такие вопросы из этой предметной области, ответы на которые в явном виде не присутствуют в базе. База знаний является основным компонентом интеллектуальных и экспертных систем.

База данных — совокупность связанных данных, организованных по определенным правилам, предусматривающим общие принципы описания, хранения и манипулирования, независимая от прикладных программ. База данных является информационной моделью предметной области. Обращение к базам данных осуществляется с помощью системы управления базами данных (СУБД).

Интеллектуальная система — это техническая или программная система, способная решать задачи, традиционно считающиеся творческими, принадлежащие конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы.

Интеллектуальные системы изучаются группой наук, объединяемых под названием «искусственный интеллект».

Согласно опыту разработки подобного рода систем было принято решение разрабатывать систему по RAD-методологии (Rapid Application Development), основанную на спиральной модели жизненного цикла системы.

В экспертном программировании продукционное правило носит название модуля знаний (МЗ). В число функций модулей знаний входят: вычисление по формулам (в том числе присвоение значений переменным), определение значений по таблицам, выбор значений из баз данных, вычисление значений с помощью методов, сгенерированных из модулей знаний, вычисление значений с помощью исполняемых exe-модулей или dll-библиотек, сгенерированных другими системами и т.д.

Sprut ExPro (разработчик: СПРУТ-Технология) – представляет собой инструментальную среду, предназначенную для компьютеризации знаний непрограммирующими специалистами с целью создания интеллектуальных конструкторских, технологических и других прикладных систем.

Создание базы знаний осуществляется в 4 этапа.

- Создание словаря базы знаний
- Создание ассоциативных списков значений;
- Создание МИЗ;

- Создание методов.

В качестве САД-системы в примере использован SolidWorks .

В разработанной методологии используются методы искусственного интеллекта, основанные на многоагентном подходе с применением для построения методов агентов продукционных баз знаний, способных генерировать 3D модели изделий.

Разработанная методология без использования труда профессиональных программистов может быть применена для различных случаев типового вариантного проектирования машиностроительных изделий

Список литературы

1. Евгеньев Г.Б., Гаврюшин С.С., Хоботов Е.Н.. Основы автоматизации технологических процессов и производств. В двух томах. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015.
2. Евгеньев Г.Б., Кокорев А.А., Пиримяшкин М.В. Разработка интеллектуальной системы трехмерного проектирования деталей. Часть 1. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. 33с.

УДК 658.5.011

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ

С.С. Коваль, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

staskoval7@gmail.com

В работе приведены методы по построению системы, позволяющей моделировать производственные комплексы и участки. Часто такие задачи возникают на производстве при освоении новой продукции, изменении объемов выпуска, совершенствовании технологии производства продукции с целью повышения ее конкурентоспособности на рынке. В условиях повышения конкурентоспособности продукции и совершенствования технологии производства, возникает необходимость в частом обновлении и модернизации производства, что указывает на актуальность таких систем в наше дни [1].

Кратко рассмотрим некоторые из постановок задач создания производственного участка, которые возникают на стадии проектирования.

В одной из таких постановок требуется грамотно выбрать оборудование на стадии проектирования участка. Учет всех факторов в равной степени является достаточно сложной задачей для человека, зачастую невыполнимой. Следует учесть, что ошибки, совершаемые на данном этапе, могут привести к значительной потере средств предприятием, а также последующим невыполнением производственных программ. Данный факт может повлечь за собой потерю клиента, а значит сокращение рынков сбыта продукции.

Также часто требуется найти правильные маршруты обработки партий деталей. При неудачном выборе последовательности обработки партий последует увеличение суммарного времени обработки, а также увеличатся простои станков. Применяя грамотный подход, предприятие способно сократить время производства партий до сорока процентов, что позволит производить больше продукции без вложения средств на модернизацию [3].

Важной задачей является оценка будущей работы производственного участка. Для этого требуется исследовать работу в течение длительного периода времени. Данные исследований должны качественно показывать работу участка с построением диаграмм Ганта и расчетом коэффициентов загрузки станков. Невыполнение поставленного плана влечет за собой потерю клиента и штрафы за невыполнение контрактных обязательств [2].

Проектируемая система включает в себя три основных функциональных блока: блок выбора оборудования, блок построения расписаний, блок симуляции производственного плана.

На первом этапе работы системы производится подготовка наборов исходных данных. Далее входных данных попадают в блок выбора оборудования. На основе математического аппарата производится подбор наиболее подходящих типов станков, их числа, технологических маршрутов обработки партий деталей [1].

После обработанные данные попадают в блок построения расписаний, где производится поиск качественной последовательности обработки деталей при помощи эвристических алгоритмов, с построением диаграмм Ганта, расчетом коэффициентов загрузки станков.

Завершающим блоком системы является подсистема симуляции производственного плана, в которой происходит многократный прогон блока построения расписаний со сбором данных с каждого месяца и построение таблиц итоговых данных.

Изложенная в работе система способна дать качественную оценку работы будущему проектируемому участку. Система не требует вложения денежных средств. Получившиеся данные являются математически обоснованными, что исключает наличие ошибок человеческого фактора.

Дополнением к системе могут служить блок управления запасами, блок размещения оборудования на технологическом участке.

Список литературы

1. Павлов К.С., Хоботов Е.Н. Модели выбора и замены оборудования в производственных системах машиностроительных предприятий. Автоматика и телемеханика. 2015. № 2. С. 125-140.
2. Сидоренко А.М., Хоботов Е.Н. Агрегирование при планировании работ на машиностроительных предприятиях. Известия РАН. Теория и системы управления, 2013. № 5. С. 132-144.
3. Павлов К.С., Мелкишев В.Н., Хоботов Е. Н. Выбор оборудования для создания и модернизации производственных систем. Автоматизация в промышленности. 2015. № 3. С. 56-58.

УДК 65.011.56:621.01

МЕТОД ВИЗУАЛЬНО-ИНТЕРАКТИВНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ЗАДАЧАХ

В.Ф. Буй, аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
phuongbv1991@gmail.com

В.Б. Фунг, к.т.н.

Вьетнамский государственный технический университет имени Ле Куй Дона, Ханой, Вьетнам, факультет «Авиационно-космическая техника»

phungvanbinh.vp@gmail.com

Научный руководитель: С.С. Гаврюшин, д.т.н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
gss@bmstu.ru

При решении задач многокритериальной оптимизации обычно существуют противоречия между различными критериями качества изделия. Например, при уменьшении вес обычно приводит к ухудшению жесткости детали и т.д. Таким образом для нахождения Парето-оптимальное решение, необходимо создать новый подход

проектирования с двумя этапами [2]: Создание многокритериальной математической модели изделия в едином информационном пространстве; Автоматизированное управление процессом проектирования с применением авторского метода визуально-интерактивного анализа (МВИА).

На основе задачи синтеза различных требований к проектируемому изделию создана многокритериальная математическая модель, при этом необходимо задавать диапазоны управляющих параметров $[\min\alpha_i, \max\alpha_i]$, определить функциональные ограничения и критерии качества $\Phi_i, i=1..M$, где M – количество критериев качества. Она позволяет по заданному вектору управляющих параметров с учетом ограничений автоматически рассчитывать критерии качества изделия.

Основная идея МВИА метода заключается в использовании современных методов однокритериальной оптимизации в качестве инструмента для нахождения рациональных решений многокритериальной проблемы. Используются классические методы теории принятия решений: метод последовательных уступок, метод исследования пространства параметров [3].

Основные этапы МВИА:

1. Решение задачи однокритериальной топологической оптимизации для каждого критерия отдельно, и нахождение предельных наихудших $\text{MAX}\Phi_i$ и наилучших $\text{MIN}\Phi_i$ значений. Для удобства представления максимизируемые значения критериев берутся с отрицательными знаками.

2. Определение ЛПР порядка значимости критериев.

3. Назначение ЛПР в порядке значимости критериальных ограничений $[\Phi_i]$ для первого критерия и решение задачи однокритериальной минимизации для всех оставшихся менее значимых критериев.

4. Проверка, удовлетворяют ли найденные минимальные значения $\min\Phi_i$ оставшихся критериев требованиям специалистов. Если нет, делается уступка для назначенного критерия. Если да, то назначается ограничение для последующего критерия.

5. Повторяются шаги 3 и 4 до задания ограничений для $(M-1)$ критериев.

6. На основе заданных $(M-1)$ критериальных ограничений, находятся рациональные согласованные решения.

Новый подход в МВИА может быть использован не только для проектирования различных изделий, технических систем [2], но и для нахождения рациональных режимов технологических процессов [1] и т.д.

Список литературы

1. Гаврюшин С.С., Данг Х.М. Многокритериальное управление жизненным циклом процесса металлообработки // Известия высших учебных заведений. 2016. № 10. С. 82-95.
 2. Фунг Ван Бинь. Автоматизация и управление процессом принятия решений при многокритериальном проектировании пильного блока лесопильного станка: дисс. ... канд. техн. наук. М., 2017.
 3. Статников Р. Б. Матусов И.Б. Многокритериальное проектирование машин. М.: Знание, 1989.
-

УДК 005

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОНТОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ СЕРИАЛА «ИГРА ПРЕСТОЛОВ» В СРЕДЕ PROTEGE 5.2

Е.О. Колесникова, М.А. Минеев, А.И. Залялютдинова, бакалавры
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
ginny.bmstu@gmail.com, alinazal.pochta@gmail.com, mikevbif@yandex.ru

Научные руководители: М.Н. Королева, ассистент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
maria.svyatkina@gmail.com

В.Б. Тарасов, к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
maria.svyatkina@gmail.com

В настоящее время исследования в области онтологий и онтологических систем являются «горячими точками» не только в области искусственного интеллекта, но и в работах по интеллектуализации информационного поиска [1].

В данной работе для создания онтологий и осуществления операций над ними авторы использовали среду Protege 5.2, которая является свободным программным средством с открытым исходным кодом для редактирования онтологий и систем управления знаниями [2].

Онтологией называется эксплицитная спецификация концептуализации. Формально онтология состоит из терминов, организованных в таксономию, их определений и атрибутов, а также связанных с ними аксиом и правил вывода [1].

Существуют различные основания для классификации онтологий: степень общности, цель создания, уровень сложности, форма представления, язык моделирования, учет времени, и т.д. По степени общности различают общие и специализированные онтологии.

В данной статье разработана система, которая описывает основные аспекты сериала «Игра престолов». Основная концепция системы: деление персонажей по географическому, генеалогическому и магическому признаку, а также определение отношений между ними.

Построенная онтология по степени общности – специализированная, т.к. зависит от конкретной предметной области, по цели создания – онтология предметной области, по уровню сложности – сложная, по форме представления – весома, по учету времени – динамическая.

Онтология является динамической, т.к. некоторые подклассы онтологии могут переходить из одного класса в другой с течением времени.

Над полученными онтологиями проведены следующие операции: объединение (merging), отображение (mapping), выравнивание (alignment). Данные операции позволяют объединить все онтологии в одну без потери знаний.

Была разработана система онтологий, которая описывает основные аспекты предметной области с применением Protege 5.2. Были использованы различные команды, такие как объединение, отображение, выравнивание онтологий.

Список литературы

1. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2000. 384 с.: ил.
2. Wikipedia. Protégé (software). Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Protégé_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Protégé_(software)), accessed 10.12.2017.

СЕКЦИЯ «ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ И ТЕХНИКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

УДК 004.93.1

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЧНОСТЕЙ

Ньян Линн Тун, студент

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

nyanlin54@gmail.com

Научный руководитель: Гаврилов А. И., доцент

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

alexgavrilov@mail.ru

За последние десять лет распознавание лиц стало популярной областью исследований в области компьютерного зрения и одним из самых успешных приложений методов анализа изображений. Обнаружение лиц является необходимым первым шагом в системах распознавания лиц, выполняемым с целью локализации и выделения области лица на фоне. Детектирование лиц применяется в таких областях, как контекстный поиск изображений, кодирование видео, видео конференции и интеллектуальные человеко-машинные интерфейсы [1]. Системы распознавания лиц могут быть использованы на объектах, где требуется обеспечение безопасности: воздушные порты, военные базы, правительственные учреждения и. т. д [3].

Задача распознавания лиц – это идентификация людей по изображению лица, предполагающая автоматическую локализацию лица. Современные технологии цифровой обработки изображений позволяют производить автоматический поиск и распознавание лиц в графических файлах и видеопотоке.

В 2001 году Виола и Джонс предложили метод, который стал прорывом в области распознавания лиц [1]. Метод использует технологию скользящего окна и каскадные модели слабых классификаторов. Алгоритм обнаружения и распознавания на основе метода Виолы-Джонса, состоит из четырёх шагов:

- (1)Определение признаков Хаара
- (2)Интегральное представление изображений
- (3)Применение технологий бустинга
- (4)Применение каскадной модели

В качестве признаков для алгоритма распознавания используются признаки Хаара, вычисляемые на основе вейвлетов Хаара. Каждая маска характеризуется размером светлой и темной областей, пропорциями и минимальным размером.

Интегральное представление изображения – это матрица, совпадающая по размерам с исходным изображением, элементы которой рассчитываются по следующей формуле:

$$L(x, y) = \sum_{i=0, j=0}^{i \leq x, j \leq y} I(i, j)$$

где $I(i, j)$ — яркость пикселя исходного изображения.

Для решения задачи обучения используется технология бустинга. Бустинг - это процедура последовательного построения композиции алгоритмов машинного обучения, когда каждый следующий алгоритм стремится компенсировать недостатки композиции всех предыдущих алгоритмов. Каскадная модель использует алгоритм Виолы-Джонса для обнаружения лица, носа, глаз, рта, или верхней части тела. Данная модель введена для обеспечения точности и быстродействия алгоритма [2].

Программная реализация и моделирование алгоритмов распознавания лица. Перед началом отслеживания лица требуется обнаружить лицо в кадре. Для того, чтобы

обнаружить местонахождение лица в кадре, используется vision.CascadeObjectDetector, в котором реализован алгоритм Виолы-Джонса и обученные модели классификаторов для обнаружения. Когда лицо находится в видеопотоке определяется функция, обеспечивающая отслеживание лица. Алгоритм обеспечивает инвариантность к изменению ракурса до 30 градусов. При угле наклона больше 30 градусов процент обнаружений резко падает. Это ограничение связано с типом обученной модели классификатора, используемой для обнаружения. Чтобы избежать этой проблемы, можно использовать более сложные модели, однако в этом случае время вычислений существенно возрастает. Поэтому на практике используется простая функция отслеживания лица.

Исследованные алгоритмы обнаружения лица являются необходимым элементом системы распознавания лиц. Они применяются с целью локализации и выделения области лица на фоне. Для обеспечения возможно большей дальности достоверной идентификации необходимо использовать камеры с высоким разрешением и хорошей оптикой. Детектирование и распознавание лиц являются сложными но необходимыми этапами реализации систем технического зрения.

Список литературы

1. P. Viola and M.J. Jones, «Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features» // proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2001), 2001.
2. К. Мурыгин, «Особенности реализации алгоритма AdaBoost». Штучний інтелект, Донецк, 2009.
3. Гаврилов А.И., «Перспективы применения нейросетевых технологий в системах автоматического управления» // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия: Приборостроение. 1998. № 1. С. 119.

УДК 004.932.72; 004.93'1; 004.896

КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЛИЦ НА ОСНОВЕ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Найнг Мин Тун, аспирант

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

naingminhtun52@gmail.com

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

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

alexgavrilov@mail.ru

Искусственные нейронные сети (НС) - это вычислительные системы, основанные на принципах функционирования биологических нейронных сетей. НС находят широкое применение в ряде приложений, связанных с цифровой обработкой изображений, направленных на решение прикладных задач [1]. Сверточная нейронная сеть является одним из структурных вариантов искусственных нейронных сетей, предназначенных для классификации изображений. Процедура настройки сверточной нейронной сети предполагает выполнение следующих основных этапов:

- Получение множества экспериментальных данных.
- Обработка данных в нейронной сети.
- Расчет ошибки между желаемым значением и ответом сети.
- Настройка параметров сети до получения желаемого значения.

Сверточная нейронная сеть состоит из трех типов слоев: сверточного, субдискретизации и полностью связанных слоев. Свертка – это линейное преобразование входных данных особого вида [2]:

$$x_j^l = f \left(\sum_{i \in M_j^{l-1}} x_i^{l-1} k_{ij}^l + b_j^l \right)$$

где, l – номер слоя, k – ядро свертки, b – смещение, M_j – карта признаков, f – активационная функция, x – входное значение.

Слой субдискретизации обычно является слоем, предназначенным для уменьшения размерности карты признаков. В данном случае размер фильтра равен 2×2 .

После нескольких слоев свертки и слоев субдискретизации, как правило, располагается множество полносвязанных слоев. Эти полносвязные слои образуют многослойный перцептрон, играющий роль классификатора. Математическое выражение полносвязного слоя представлено следующим выражением [2]:

$$y_{pj} = f \left(\sum_{i=0}^n x_i^{l-1} w_{ji}^l + b_j^l \right)$$

Где, n – число нейронов в предыдущем слое ($l - 1$), w_{ji}^l – вес для соединения из нейрона i в слое ($l - 1$) к нейрону j в слое (l), b_j^l – смещение нейрона j в слое (l) и f представляет собой активационную функцию слоя (l).

Для классификации изображений лица предлагается сеть с двумя сверточными слоями. В качестве обучающей выборки используются изображения из базы данных LFW. Для уменьшения вычислительных затрат и сокращения времени обучения классификатора используется 5 классов, каждый из которых представлен 80 изображениями размером 64×64 пикселя.

Для настройки параметров сети используется метод стохастического градиентного спуска, представленный алгоритмами AdaGrad, RMSProp, Adam и т. д. В данной работе используется алгоритм оптимизации Adam[3].

Точность распознавания на наборе тестовых изображений из базы данных LFW составила $88 \pm 1.5\%$, что является неплохим результатом. Дальнейшее улучшение характеристик классификатора возможно за счет оптимизации структуры сети и увеличения размера обучающей выборки.

Список литературы

1. Гаврилов А.И., Тхет Аунг, Ситу Аунг Со, и др. Применение технологий цифровой обработки изображений в нейросетевых системах управления сварочным оборудованием // Интернет-журнал «Науковедение». 2015. Т. 7. №1.
2. Kewen Yan, Shaohui Huang, et al. Face Recognition Based on Convolution Neural Network. Proceedings of the 36th Chinese Control Conference, 2017.
3. An overview of gradient descent optimization algorithms. Available at: <http://ruder.io/optimizing-gradient-descent/>, accessed 02.4.2018.

УДК 621.865.8,004.896

СИСТЕМА АВТОНОМНОЙ НАВИГАЦИИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Пья Пьо Паинг, аспирант

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

pyaerhyorpaing904@gmail.com

Научный руководитель: Гаврилов А.И., Доц.,к.т.н.,каф.

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

alexgavrilov@mail.ru

При проектировании системы навигации и управления мобильным роботом необходимо решить следующие задачи:

- Планирование маршрута движения мобильного робота.
- Синтез законов управления движением мобильного робота с учетом информации об окружающей среде.

В работе рассмотрена задача управления ведущими колесами автономного мобильного робота с помощью микроконтроллера Arduino UNO и программной системы LabView [1]. Вращение колёса осуществляется с помощью двигателей постоянного тока (ДПТ) с редукторами. Угловые скорости ДПТ и их вращение зависит от рабочего цикла сигнала, получаемого от датчиков скорости вращения.

Основной задачей управления МР является перемещение МР из начальной точки в конечную. Для определения кратчайшего пути в данной работе используется алгоритм А звезда, для обхода препятствий нечёткая логика.

Используется автономный мобильный робот, кинематическая модель которого может быть описана следующими уравнениями [2].

$$X_R = V_R * \cos(\theta_R)$$

$$Y_R = V_R * \sin(\theta_R)$$

$$\theta_s = V_R * \operatorname{tg}(\alpha) / L$$

где X_R , Y_R - координаты позиции, θ_s - угловая ошибка между осью робота и вектором цели, θ_R - угол ориентации робота и L – длина робота. В данной работе предполагается, что мобильный робот способен обнаружить координаты конечной цели и оборудован датчиками восприятия окружающей среды, обеспечивающими обход препятствий.

Алгоритм А* — алгоритм поиска, который находит во взвешенном графе маршрут наименьшей стоимости от начальной вершины до выбранной конечной. В процессе работы алгоритма для вершин рассчитывается функция

$$F(x) = g(x) + h(x)$$

где $F(x)$ – полная стоимость пути, $g(x)$ – фактическая стоимость пути от начала до текущего узла и $h(x)$ – оценочная стоимость пути от текущего узла до цели [3].

Система управления на основе нечеткой логики использована для выполнения динамического обхода препятствия. Чтобы уклониться от препятствия, мобильный робот должен реагировать в соответствии с информацией о препятствиях, обнаруженных ультразвуковыми датчиками (d_L , d_F и d_R). Используется 43 нечетких правила. Для расстояния используются четыре лингвистические переменные: близко, среднее, далеко и очень далеко; скорость определяется в понятиях медленно, средне и быстро. Когда в окружающей среде нет препятствий или препятствия находятся далеко от передней части мобильного робота, левое и правое колеса будут двигаться быстро. Когда препятствие находится рядом с правой стороной робота левое колесо вращается медленно, а правое колесо быстро. Когда препятствие находится рядом с левой стороной робота, левое колесо вращается быстро, а правое колесо медленно. Таким образом реализуется алгоритм обхода препятствий.

В работе исследованы принципы функционирования системы навигации автономно-мобильного робота. Проведён выбор исполнительных устройств САУ, разработан МР, алгоритм его функционирования и программно-аппаратная реализация с использованием LabView-Arduino UNO.

Список литературы

1. Суранов А.Я. LabVIEW 8.20 Справочник по функциям. М.: ДМК Пресс, 2008. 536 с.
2. Jasmine Xavier A, Shantha Selvakumari R, Behavior architecture controller for antonomous robot navigation in an unknown environment to perform a given task// International Journal of Physical Sciences. 2015. с 182-191.
3. A Search Algorithm. Available at: <https://www.geeksforgeeks.org/a-search-algorithm/>, accessed 20.04.2018.

УДК 681.5

АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ КВАДРОКОПТЕРОМ, ОСНОВАННЫЕ НА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКЕ

Альсафади Лоуренс, аспирант

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

lawrence.alsafadi@gmail.com

Предлагается обзор алгоритмов управления квадрокоптером, наибольшее внимание при этом уделяется алгоритмам на основе нечеткой логики. В научных публикациях встречаются различные подходы к решению данной проблемы, которые можно разделить на три группы: линейные, нелинейные и интеллектуальные. Наибольшее число работ посвящено линейному управлению. Например, в [1] рассматривались разные структуры ПИД регуляторов и линейных квадратичных регуляторов (LQR). Хотя на моделях стабилизация углов достигается с использованием только ПД регулятора, в реальной системе присутствуют установившиеся ошибки, из-за чего необходимо добавлять интегрирующую часть. В результате система эффективно управляется ПИД регулятором в режиме висения, но – лишь при отсутствии сильных возмущений. С помощью LQR система на модели стабилизируется даже при начальных угловых рассогласованиях величиной $\pi/2$. Однако в реальной системе наблюдалась установившаяся ошибка. В других работах показано, что применение LQR приводит к более быстрому переходному процессу, но с большим перерегулированием по сравнению с ПИД регулятором. Реакция нелинейной системы ещё хуже и приводит к меньшей области устойчивости. В качестве нелинейных регуляторов в [1] рассмотрены бэкстеппинг и скользящий режим. При использовании бэкстеппинга реальная система стабилизировалась очень быстро, менее чем за 5 с при достаточно сложных начальных условиях. При использовании скользящего режима система успешно стабилизировалась менее чем за 8 с при таком же исходном состоянии. Нелинейный метод управления на основе решения обратной задачи динамики на моделях способен отслеживать траекторию в виде двойного круга с минимальными ошибками.

В литературе много работ посвящены управлению на основе нечеткой логики. Например, в [2] нечеткий регулятор управляет высотой, углами тангажа, крена и рыскания. Для этого используются четыре идентичных регулятора, входными сигналами которых являются ошибка, её производная и интеграл от ошибки, в качестве выходного сигнала - нужная тяга для желаемого перемещения. При моделировании квадрокоптер совершает взлет, висение, перемещения влево и вперед, уменьшает скорость, затем летит назад и, наконец, приземляется без наклона. В ряде работ результаты, полученные в ходе различных испытаний, оказываются вполне перспективными с точки зрения работы в

реальном времени при существенно лучших показателях по сравнению с ПИД регуляторами.

Одной из многих работ этого направления является работа [3], в которой нечеткая логика используется для настраивания параметров ПИД регулятора онлайн. Нечёткий ПИД регулятор показал лучшее качество управления, чем классический, и оказался более устойчивым к возмущениям. Имеются интересные работы по так называемым интеллектуальным самонастраивающимся нечетким ПИД регуляторам, в которых настройка регулятора осуществляется самонастраивающимся нечетким контроллером с использованием расширенного фильтра Калмана. Предлагается интеллектуальный выбор активных нечетких параметров для сокращения времени вычислений. Результаты моделирования с учётом динамики двигателей намного лучше, чем для ПИД контроллера. Ещё одним методом управления является интеллектуальный адаптивный нейро-нечеткий контроллер с механизмом обучения для построения базы правил нечеткого регулятора по экспериментальным данным. Автор полагает, что контроллер можно обучить один раз в процессе моделирования, после чего код, реализованный во встроенном оборудовании, обеспечит хорошую работу.

Список литературы

1. Bouabdallah S. Design and control of quadrotors with application to autonomous flying, Lausanne, Ph.D.Dissertation 2007.
2. Santos M., Lopep V., Morata F. Intelligent Fuzzy Controller of a Quadrotot // ResearchGate. 2010. URL: <https://www.researchgate.net/publication/229034420>.
3. E.Kuantama, T.Vesselenyi, S.Dzitac, R.Tarca. PID anf Fuzzy PID Control Model for Quadcopter Attitude with Disturbance Parameter // International Journal of Computers Communications & Control, 2017. P. 14.

УДК 62-50; 681.5.011

РОБАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТОРМОЖЕНИЕМ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В УСЛОВИЯХ КОНФЛИКТНОЙ АНИЗОТРОПИИ

Э.М. Довлекаева, аспирант

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

dovlekaeva.elv@gmail.com

Научный руководитель: Е.М. Воронов, д.т.н., профессор

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

emvoronov@mail.ru

Потребность в эффективном торможении привела к необходимости формирования последовательного набора этапов управления торможением транспортного средства (ТС), состоящего из робастного и адаптивного регулирования.

Первым и наиболее ответственным является этап робастного регулирования. Согласно физической модели, данному этапу соответствуют наиболее выраженные факторы неопределенности. В качестве метода регулирования применяют робастный метод регулирования в условиях неопределенности среды на основе функции Ляпунова. В данной работе предлагается подход к получению скалярной или векторной оценки робастно-игрового качества на основе конфликта с противоположными интересами, который расширяет возможности построения и исследования робастных систем регулирования и управления.

В соответствии с требованиями к системе формируется скалярный или векторный показатель качества системы, а неопределенностям, в соответствии с классификацией неопределенных факторов по Н.Н. Моисееву придается смысл «активного партнера»

(поверхность торможения (ПТ)). Далее на множестве значений неопределенного векторного параметра вводится понятие функциональной «конфликтной анизотропии» с полнотой проявлений его свойств по степени конфликтности к основной задаче оптимизации или синтеза системы. Степень конфликтности поверхности торможения формируется на основе четырех базовых конфликтных ситуаций теории игр и промежуточных стабильно-эффективных компромиссов (СТЭК) [1].

На основе данной базовой «сети» неопределенности формируются несколько подходов анализа и синтеза.

В условиях полной изотропности неопределенных факторов применяется робастный подход на основе минимаксной или максиминной задачи с гарантирующими свойствами.

Второй подход связан с предварительным этапом анализа проектируемой системы управления в условиях неопределенности с последующей реализацией робастного метода на принципах оптимизации в выявленных доминирующих условиях бескоалиционного, коалиционного и кооперативного взаимодействия и дополняющих СТЭК [2].

Третий подход основан на коррекции применяемого основного робастного подхода для повышения эффективности на малых временных интервалах после подключения робастного алгоритма, за счет предварительного формирования базы знаний конфликтно-оптимального взаимодействия ТС и ПТ.

Таким образом, получены элементы комбинированного исследования взаимодействия транспортного средства и поверхности торможения методом робастного регулирования и методом анализа конфликтно-оптимального взаимодействия, которые в целом охватывают свойства неопределенности поверхности и формируют метод робастного управления торможением на основе конфликтной анизотропии.

Список литературы

1. Воронов Е.М. Методы оптимизации управления многообъектными многокритериальными системами на основе стабильно-эффективных игровых решений. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 585 с.
2. Воронов Е.М., Магомедов М.Х., Ханычев В.В. Разработка модели конфликтно-оптимального взаимодействия автомобиля и поверхности торможения на этапе робастного регулирования // Вестник МГТУ. Се/ «Машиностроение». 2002. № 4. С. 3-20.

УДК 681.523

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОПРИВОДА НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

К.С. Жучков, студент,

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

kikosina96@mail.ru

А.В. Яковлев, доцент, к.т.н.,

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

Комплексные исследования гидроприводов постоянной скорости (ГПС) с неуправляемым насосом показали, что ГПС могут быть выделены в класс многорежимных САР с пропорционально-релейным законом регулирования потока энергоносителя [1].

Режимы ГПС - релейного переключения, ждущий и эксплуатационный поддерживаются неадекватным регулятором давления энергоносителя. При этом в главном - эксплуатационном режиме - ГПС функционирует по схеме разомкнутого управления. Независимость скорости движения штока ГПС от переменного давления

нагрузки обеспечивается за счет большего передаточного коэффициента в прямом канале регулятора.

Устойчивость регулятора давления, являющегося подсистемой ГПС, не зависит от режима функционирования привода. Но каждый из трех режимов характеризуется специфическими критериями. Использование новых информационных технологий и проблемно-ориентированного программирования позволяет синтезировать регуляторы на основе анализа устойчивости по классическим критериям в пространстве соответствующих конструктивных и физических параметров.

По разработанным в среде MATLAB программам были вычислены и построены поверхности, представляющие собой запасы устойчивости по фазе и амплитуде регулятора давления, в пространстве пар основных параметров математической модели регулятора, а именно: K_1 и T_0 , K_1 и T_1 , K_1 и ξ , K_0 и T_0 , K_0 и T_1 , K_0 и ξ , T_0 и T_1 , K_1 и K_0 , ξ и A , где

K_1 – передаточный коэффициент прямого канала регулятора;

T_1 – постоянная времени прямого канала;

K_0 , T_0 , ξ – передаточный коэффициент, постоянная времени, коэффициент демпфирования колебательного звена (золотника) соответственно;

A – рабочая площадь торца золотника. [2]

Аналогично в пространстве тех же параметров определены поверхности, представляющие собой соответствующие значения полосы пропускания регулятора и ГПС.

Методом экспертных оценок из полученных поверхностей могут быть выделены локальные области устойчивости, которые удовлетворяют техническому заданию на привод и не противоречат конструктивным и физическим ограничениям, а также другим техническим условиям ГПС в целом. При проектировании новых ГПС эти результаты могут быть использованы для синтеза оптимальных пропорционально-релейных регуляторов.

Высоконадежные регуляторы ГПС, построенные в соответствии с концепцией большого передаточного коэффициента Филимонова Н. Б., обладают также высокими динамическими и эксплуатационными характеристиками [3].

Список литературы

1. Филимонов Н. Б. Системы многорежимного регулирования: концепция, принципы построения, проблемы синтеза // Приборостроение. 1988. №2. С. 18-33.
2. Льюис Э., Стерн Х. Гидравлические системы управления. М.: Мир, 1966.
3. Филимонов Н. Б., Филимонов А. Б. Метод большого коэффициента усиления в задачах робастного управления // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Перспективные системы и задачи управления». 2015. №1(162). С. 175-185.

УДК 681.5

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ТРАЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ С НЕЯВНЫМ УЧЕТОМ УГЛОВОГО ДВИЖЕНИЯ

В.А. Кострубин, магистрант

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

vladkokos3@mail.ru

Система траекторного управления задает закон движения центра масс (ЦМ) и обеспечивает полет по заданному закону путем изменения управляющих сил и моментов.

К задачам траекторного управления относятся задачи движения по маршруту (смена эшелона, крейсерский полет), задачи наведения (выход на заданное направление, попадание в заданную точку), задачи маневрирования.

Данные задачи могут усложняться в зависимости от заданных условий. Чем больше условий в задаче, тем сложнее ее реализация.

Описание динамики составляется на основе известных дифференциальных уравнений движения с учетом ряда допущений: самолет – твердое тело, начало подвижных систем координат (СК) совпадает с ЦМ ЛА, и др. [1]. Для удобства эти уравнения записывается в перегрузках. В траекторной СК уравнения движения примут вид:

$$\begin{cases} \dot{x}_g = V \cos \theta \cos \Psi & (1) \\ \dot{y}_g = V \sin \theta & (2) \\ \dot{z}_g = V \cos \theta \sin \Psi & (3) \\ \dot{V} = g(n_{xk} - \sin \theta) & (4) \\ \dot{\theta} = \frac{g}{V}(n_{yk} - \cos \theta) & (5) \\ \dot{\Psi} = -\frac{gn_{zk}}{V \cos \theta} & (6) \end{cases}$$

Принцип работы системы управления заключается в том, что всякая ошибка системы ε порождает ответную реакцию системы управления, направленную на устранение возникающей ошибки [2].

Чтобы определить движение ЛА, необходимо наложить на него некоторые связи. Для этого вводятся дополнительные уравнения, которые называются уравнениями связи. Задачи траекторного управления удобно решать, используя эти уравнения.

Одна из основных проблем заключается в том, что система уравнений (1) – (6) описывает только движение ЦМ без учета углового движения. Необходимо каким-либо способом учесть угловое движение, хотя сама система углового движения (система стабилизации (СС)) ещё не разработана. Угловое движение описывается колебательными процессами. Исходя из этого, для решения данной проблемы предполагаем, что СС задана в неявном виде, в виде колебательного звена, которое обеспечивает нужное качество короткопериодического движения. СС не может уменьшить собственную частоту, но может задемпфировать колебания, улучшив тем самым быстродействие системы. Считаем, что СС справится с этой задачей.

Для задачи наведения на цель или в заданную точку пространства в систему уравнений (1) – (6) добавляется две связи: по координате и по углу. А для задачи изменения направления вектора скорости добавляется уравнение связи по углу наклона траектории или углу пути:

$$\varepsilon(\theta) = \theta_{\text{зад}} - \theta; \quad (7),$$

В качестве управляющего сигнала используются перегрузки n_{ik} .

$$n_{ik} = n_{ik}(\dots, \varepsilon_i, \dots); \quad (8)$$

Проведено моделирование в системе Simulink для задач изменения угла пути и смены эшелона. Получаемые в процессе моделирования значения ε_i подаются на регулятор для формирования перегрузки. Значение перегрузки регулируется в каждый момент времени, а параметры движения изменяются.

В результате моделирования с учетом СС получены переходные процессы параметров движения, подобраны коэффициенты регуляторов для достижения переходных процессов требуемого качества.

Список литературы

1. Моисеев В.С. Основы теории эффективного применения беспилотных летательных аппаратов: монография. Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2015. 444 с.
2. Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов: учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: «Машиностроение», 1973. 616 с.

УДК 621.548

ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ В УПРАВЛЕНИИ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОМ

А.Н. Лисицын, аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
alexeyl93@mail.ru

Научный руководитель: Н.М. Задорожная, к.т.н., доцент

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

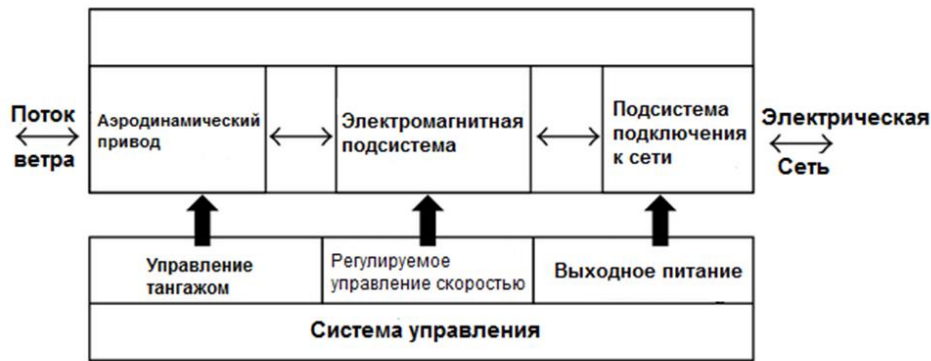
В современном мире подавляющим источником энергии является нефть. Однако нефть является невозобновляемым и неэкологичным ресурсом, на фоне данных факторов одним из быстро развивающихся альтернативных источников энергии является энергия ветра. История использования энергии ветра насчитывает тысячелетия. Но, к сожалению, на данный момент коэффициент полезного действия (КПД) ветрогенераторов уступает КПД традиционных тепловых станций. Производительность ветрогенератора зависит не только от оборудования, но и от техники управления ветротурбиной. Основными задачами управления ветрогенератором являются:

- (I) захватить энергию ветра, насколько это возможно,
- (II) максимизировать мощность, потребляемого ветра, в зоне частичной нагрузки,
- (III) гарантировать определенный уровень упругости механических частей путем уменьшения переменных нагрузок,

Одним из методов увеличения КПД ветровых турбин является использование адаптивного управления. Перспективным методом адаптивного управления для данной задачи является метод с эталонной моделью (ЭМ). Адаптивная система управления с ЭМ, кроме основного контура, содержащего регулятор и объект, включает контур с ЭМ и механизм адаптации для оценки параметров регулятора. Принцип работы такой адаптивной системы заключается в том, чтобы механизм адаптации обеспечивал сходимости к нулю ошибки слежения – разности между выходными сигналами основного контура и эталонной модели. Эталонная модель вырабатывает желаемую форму выходного сигнала. Все требования к качеству синтезируемой системы должны отражаться в эталонной модели. Эталонная реакция должна быть достижима для основного контура. Для оптимизации данного метода предлагается ввести подстраиваемую модель (ПМ), которая на этапе идентификации адаптируется к реальной настраиваемой системе и после этого заменяет ее. На следующем этапе ПМ настраивается на ЭМ с использованием принципа градиентной самонастройки. Целью управления является получение оптимального значения коэффициента мощности C_p ветровой турбины, который зависит от угла тангажа ϑ и отношения скорости наконечника λ :

$$\lambda = \frac{\omega_{rot} \cdot r}{v_{\omega}}$$

Особенностью составления математической модели ветровой установки является ее разделение на составные части:



Для увеличения КПД ветрогенератора предлагается интегрировать регулятор с адаптивным алгоритмом, который будет, основываясь на эталонной модели и данных с датчиков, вырабатывать управляющий сигнал, изменяющий параметры ВЭУ для достижения генерации максимальной мощности в конкретный момент времени.

Список литературы

1. Родионов В.Г. Энергетика: проблемы настоящего и возможности будущего М.: Энас, 2010.
2. Betz, A.; Randall, D.G. Introduction to the Theory of Flow Machines; Pergamon Press: Oxford, UK, 1966.
3. Лабейш В.Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии – СЗТУ, 2003.

УДК 681.518

СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ АБСОРБЦИИ НИТРОЗНЫХ ГАЗОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГНОЗИРУЮЩЕЙ МОДЕЛИ

В.А. Павлова, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Системы автоматического управления»

pavronika@yandex.ru

Химическая промышленность в целом является такой отраслью, где применение традиционных методов синтеза систем регулирования затруднено в связи с исключительной сложностью математических моделей объекта. Поэтому для таких процессов стали применять один из современных методов теории управления - управление с прогнозирующими моделями. Выбор метода управления с прогнозирующей моделью обусловлен тем, что он позволяет учитывать ограничения на управляющие воздействия, а также без дополнительных сложностей реализуется для управления многомерными объектами с запаздыванием [2].

Абсорбционная колонна представляет собой сложный объект управления с множеством входных и выходных значений. Нитрозный газ поступает под нижнюю тарелку абсорбера, другой реагент (обессоленная вода) подается сверху. В жидкой фазе протекает образование азотной кислоты. Выделяющийся оксид азота окисляется в межтарельчатом пространстве. Остаточное содержание оксидов азота в отходящем газе не должно превышать 0,15%. Продукционная кислота содержит 58-60% кислоты. Концентрация образующейся кислоты и оксидов азота зависят от концентрации нитрозного газа, величины орошения (количества подаваемого воды), давления и средней температуры в колонне[2]. Изменение конечной концентрации образующейся кислоты осуществляется при помощи клапана, регулирующего подачу абсорбента и газа в аппарат.

В данном объекте управляемым значением является расход подаваемого абсорбента, то есть обессоленной воды. Конечная концентрация получаемой кислоты выступает в

качестве управляющей переменной. Так как нитрозные газы поступают в аппарат из отделения, подготавливающего газообразный аммиак и воздух, то считается, что источником возмущения является расход газа, поступающего на абсорбцию.

В ходе моделирования были получены переходные процессы системы управления с ПИД-регулятором и с прогнозирующими моделями. В результате моделирования было выявлено, что использование MPC-регуляторов, помогает легко достичь заданной концентрации за наиболее короткое время, также отсутствуют перерегулирование и статическая ошибка. Время переходного процесса с ПИД-регуляторами равно 3 часам, а время системы MPC-регулятора 0,03 часа.

Прогнозирующий регулятор за счет того, что учитывает входное возмущение (расход газа) обеспечивает достижение заданной концентрации кислоты в получаемом продукте. Это делает переходный процесс более быстрым и позволяет затрачивать на достижение нужной концентрации меньше абсорбирующей жидкости, чем в системе с ПИД-регуляторами. Для повышения качества управления в системе с классическими регуляторами может применяться каскадные и многоконтурные системы.

Список литературы

1. Minh V.T. Modeling and Control of Distillation Column in a Petroleum Process / V.T. Minh, A.M. Abdul Rani // Mathematical Problems in Engineering. 2009. Vol.9, №4. P. 14.
2. Ильин А.П., Кунин А.В., Ильин А.А.. Производство азотной кислоты: учеб. пособие. Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2011. 269 с.

УДК 62-05

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА

А.А. Полякова, студент,

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

selgaand.karo@yandex.ru

Эффективность работы объектов, в управлении которых участвует человек, во много зависит от первоначального обучения и адаптации человека к внешним воздействиям. Для достижения цели, поставленной перед человеко-машинной системой, необходимо правильно построить обучающую систему тестов, обладающую достаточной полнотой и отвечающую заданным критериям [1].

В человеко-машинных системах управления человек-оператор выступает как динамическое звено, поэтому при создании, проектировании и эксплуатации таких систем возникает ряд проблем, связанных с необходимостью оценивания динамических моделей человека-оператора.

Решение проблем оценивания динамических моделей осуществляется методом динамической идентификации. Тем не менее, решение проблем оценивания динамических моделей человека-оператора как динамического звена систем управления имеет ряд особенностей, связанных с тем, что математические модели оператора в общем случае нелинейные, нестационарные, стохастические, неопределенные [2].

В данной работе мы рассматриваем один из видов человеко-машинных систем – следящие человеко-машинные системы.

Задачей человека-оператора в составе системы слежения является как можно более точное воспроизведение на выходе объекта управления изменяющихся во времени координат цели (входного сигнала системы). Но человек-оператор как несовершенный объект имеет определенное время запаздывания τ – период, за который полученная

человеком информация обрабатывается в мозгу и принимается конечное решение. Была поставлена задача определения этого времени.

Исходя из задачи, был создан программно-аппаратный комплекс, позволяющий проводить эксперименты с целью получения оценок динамических характеристик человека-оператора.

В данном комплексе предусмотрена имитация на экране системы отображения информации (СОИ) белого гауссового шума и отображение результатов слежения человека-оператора за этим процессом, реализованное с помощью пульта управления (рукоятки) [3]. Кроме того, происходит одновременная регистрация тестового сигнала и сигнала слежения, обработка полученных результатов на компьютере. Программное обеспечение (ПО) компьютера осуществляет математическое моделирование процессов управления различными динамическими объектами с использованием идентифицированных характеристик конкретного человека-оператора. ПО представлено в данном эксперименте программами: Нейрон-Спектор 4, которая непосредственно осуществляет регистрацию реакции человека на входные тестовые воздействия, и дополнительной программой на языке СИ, где происходит идентификация нелинейной системы методом Винера.

На основе математического моделирования по полученным результатам можно делать выводы о качестве выполнения задачи, поставленной перед человеко-машинной системой.

Список литературы

1. Шеридан Т.Б., Феррелл У.Р. Системы «человек-машина». М.: Машиностроение, 1980. 399с.
2. Устюжанин А. Д., Пупков К. А. Динамическая идентификация и оценивание состояния человека-оператора в системах «человек – машина». М.: РУВН, 2011. 180с.
3. Пупков К.А. Экспериментальное оценивание интегральных показателей психофизиологического состояния операторов человеко-машинных систем управления // Вестник РУДН. Сер. Инженерные исследования. 2015. № 4. С. 7-17.

УДК 681.5

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

И.А. Ульченко, студент

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

ivan_ulchenko@mail.ru

А.В. Чаплыгин, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

chaplyghin.94@mail.ru

В настоящее время активно развиваются системы беспилотного транспорта и системы, связанные с ними. У всех крупных мировых автомобилестроительных концернов есть свои прототипы беспилотного автомобиля и разработки в этом направлении. Разработка и повсеместное внедрение беспилотного транспорта должны привести к уменьшению количества аварий, стоимости услуг общественного транспорта и грузоперевозок.

Одной из важнейших задач при создании беспилотного транспорта является разработка системы управления. Для моделирования динамики транспортного средства и отработки системы управления необходимо создать адекватную математическую модель движения автомобиля. В данной работе ставится задача по разработке математической модели автомобиля Toyota Prius 1.8 L 4x4. На основе данной модели автомобиля в

Инновационном центре КАМАЗ проектируется мобильная лаборатория для отработки алгоритмов беспилотного вождения. Математическая модель, разработана в программной среде Matlab Simulink. При помощи встроенной утилиты переводится в C++ код, данный формат используется в виртуальном полигоне, в котором будут производиться первые этапы испытаний.

Беспилотное транспортное средство принимается твердым телом, движение которого осуществляется в горизонтальной плоскости на ровной недеформируемой опорной поверхности и состоит из поступательного движения центра масс и вращательного движения вокруг центра масс.

Основные блоки модели [1]:

– Body (Кузов), где производится расчет ускорений и путем их интегрирования рассчитываются скорости и координаты автомобиля. В данном блоке учитываются момент инерции транспортного средства, сила взаимодействия с грунтом, сила сопротивления воздуха и момент сопротивления повороту;

– Running gear (Ходовая часть), используемый для определения взаимодействия автомобиля с грунтом.

– Engine (Двигатель), данный блок моделирует работу ДВС (двигатель внутреннего сгорания) [2];

– Transmission (Трансмиссия), где производится расчет момента и скорости передаваемым от двигателя к колесам автомобиля, а также моделирование работы автоматической коробки передач [3].

Управляющие воздействия, поступающие на эту модель: h -положение органа управления подачей топлива, M_T -тормозной момент (результат работы тормозной системы), θ_k - угол поворота колес (результат работы рулевой системы).

Результаты моделирования, полученные в виде графиков разгона, переключения передач, оборотов двигателя и отработки траектории подтверждают адекватность модели.

Система саморегулируемая, выходит в равновесный режим работы, когда момент двигателя уравнивается с моментом сопротивления, приведенному к валу двигателя.

Список литературы

1. Ендачев Д.В. Прогнозирование характеристик криволинейного движения беспилотного автомобиля: автореф. дис. ... канд. тех. наук. М., 2016. 185 с.
2. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е., Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств. Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство». М.: «Машиностроение», 1989. 240 с.
3. Марохин С.М. Прогнозирование характеристик подвижности спецавтомобиля, оснащенного системами активной безопасности: автореф. дис. ... канд. тех. наук. М., 2005. 145 с.

УДК 681.518

СИНТЕЗ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЗАДАННОГО ЗАКОНА СТАБИЛИЗАЦИИ УГЛА ТАНГАЖА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Фам Суан Чьонг. truongpx@mta.edu.vn

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

В работе ставится задача разработки алгоритма синтеза коэффициентов заданного закона стабилизации БПЛА на этапе пикирования с учетом допусков на аэродинамические и массово-центровочные характеристики.

Современный этап развития СУП характеризуется возрастающими требованиями к точности удержания центра масс БПЛА на траектории полета и его угловой ориентации на ней, что свидетельствует об актуальности данной работы

Проектирование современной системы стабилизации представляет сложную комплексную задачу. Это обусловлено тем, что управление полетом БПЛА - это управление, в общем случае, пространственным положением упругого тела переменной массы, находящегося под действием гравитационных, инерционных, аэродинамических сил и моментов и силы тяги двигательной установки, а движение тела описывается нелинейной системой дифференциальных уравнений высокой размерности с переменными коэффициентами, которые зависят от конструкции аппарата, параметров полета и характеристик атмосферы.

Система стабилизации короткопериодического движения БПЛА как правило является двух контурной [1]. При этом внутренний контур демпфирования замыкается по угловой скорости изменения угла тангажа, а внешний контур либо по углу, либо по перегрузке.

В работе рассматривается замыкание по перегрузке, вследствие того, что такая структура обеспечивает: практически постоянную пропорциональную зависимость между сигналом управления (наведения) и достигаемой при этом управляющей нормальной силой во всем диапазоне применения, высокое быстродействие отработки управляющего сигнала, высокую точность стабилизации на прямолинейных участках полета в условиях турбулентности атмосферы, простую реализацию ограничений на угол атаки и перегрузку.

С учетом того, что стабилизация осуществляется в режиме малых отклонений координат состояния, используем линеаризованную систему дифференциальных уравнений [2], описывающих продольное движение с учетом закона стабилизации и динамики рулевого привода.

Искомые коэффициенты усиления входят в коэффициенты характеристического полинома системы. В то же время, его коэффициенты зависят от аэродинамических и массово центровочных характеристик БПЛА, которые заданы в некоторых интервалах, определяемых допусками на изготовление, сборку, центровку и т.д., то и они определены с точностью до принадлежности их к некоторым интервалам.

Таким образом, мы имеем интервальный характеристический полином, в котором коэффициенты могут независимо принимать значения в своих интервалах неопределенности.

В связи с этим при проектировании систем стабилизации БПЛА основная задача состоит в обеспечении желаемого качества ее функционирования при любых возможных значениях интервальных коэффициентов, то есть должен закладываться высокий уровень робастности и в первую очередь наличие робастной устойчивости.

Фундаментальные результаты позволяющие исследовать, робастную устойчивость системы с интервальной неопределенностью получены, В.Л. Харитоновым.

В работе сформулировано и доказано утверждение, что для статически устойчивого БПЛА всегда существует область искомых параметров, при которых, система стабилизации робастно устойчива

Для решения этой задачи можно использовать детально разработанную аналитическую теорию синтеза H^∞ оптимальных регуляторов [3], однако теория H^∞ не позволяет ограничить порядок регулятора и как следствие прямое ее применение к синтезу регулятора заданной структуры сталкивается с существенными трудностями, но возможно.

Широкое распространение и эффективное использование в практике проектирования систем стабилизации БПЛА получил метод Д- разбиений. Он же

используется и для синтеза регуляторов заданной структуры низкого порядка по критерию H_∞ .

Для выбора коэффициентов заданного закона стабилизации предлагается подход, основанный на теореме В.Л. Харитонова и методе Д-разбиений в плоскости искомым параметров, которые входят в интервальный характеристический полином (3), заключающейся в следующем. Как известно, необходимо исследовать не все полиномы Харитонова, а только наихудший полином с точки зрения устойчивости.

Таким образом, необходимо определить данный полином и построить область устойчивости в плоскости искомым параметров и произвести выбор искомым коэффициентов, исходя из практики проектирования подобных систем, либо из требований предъявляемых к системе.

Основываясь на выше сказанном, можно предложить следующей алгоритм выбора коэффициентов закона стабилизации. Делаются срезы по высоте, на каждом срезе определяются искомые коэффициенты для наихудшего полинома. Далее проводится их аппроксимация, т.е. получаем закон изменения их от высоты. Нетрудно заметить, что данный закон практически соответствует отнесению коэффициентов контуров усиления закона стабилизации на начальном этапе пикирования к скоростному напору.

В работе разработан алгоритм синтеза коэффициентов заданного закона стабилизации БПЛА на этапе пикирования с учетом допусков на аэродинамические и массово-центровочные характеристики, который проиллюстрирован на примере

Список литературы

1. Михалев И.А., Окоемов Б.Н. Системы автоматического управления самолетом. М.: Высшая школа, 1976.
2. Кузовков Н.Т. Системы стабилизации летательных аппаратов. М. Высшая школа, 1976.
3. Но М.-Т., Datta A., Bhattacharyya S.P. A new approach to feedback stabilization // Proc. of the 35th CDC, 1996. P.4643-4648.

СЕКЦИЯ «ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ, СТАБИЛИЗАЦИИ И НАВИГАЦИИ»

УДК 629.05

МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ ОШИБКИ КУРСА ИНЕРЦИАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

М.В. Ягудин, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и управление»

yagudinm0@gmail.com

Целью работы является исследование и сравнительный анализ методов повышения точности географического курса инерциальных навигационных систем. Исходными данными для анализа являются показания чувствительных элементов (ЧЭ) бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС) «КомпаНав-5» (ООО «ТеКнол») [1], установленной на автомобиле. Запись ведётся в режиме натурных испытаний в течении 1,5 часов, что позволяет оценить закономерности изменения ошибок для систем данного класса точности.

Приёмник СНС (спутниковой навигационной системы) способен определять путевой угол, а не истинный курс, эти величины совпадают только в случае движения

объекта по своей продольной оси (что справедливо для автомобиля в случае движения по прямой). Более того, точность определения путевого угла зависит от модуля путевой скорости. Запаздывание делает сигнал недостоверным при маневрировании. Даже в промежутки времени, когда сигнал СНС можно считать достоверным, в нём остаётся шум, который следует качественно отделить от полезной составляющей. Все эти практические вопросы рассматриваются в одном из методов, исследуемых в данной работе.

Другой метод связан с оценкой ошибки по курсу с помощью проекций ускорения объекта на оси географического трехгранника [2, 3]. С помощью измерений путевой скорости и путевого угла, доступных от приемника СНС, можно получить эталонные проекции ускорений, позволяющие выделить ошибку по курсу с помощью сравнения с ними соответствующих проекций, вычисляемых инерциальной системой. Как и в первом случае, одной из прикладных проблем, подлежащих исследованию и решению, является надлежащее выделение полезного сигнала в измерениях.

Список литературы

1. Salychev, O.S., MEMS-based Inertial Navigation: Expectations and Reality, Moscow: Bauman MSTU Press, 2012.
2. Емельянцева Г.И., Степанов А.П. Интегрированные инерциально-спутниковые системы ориентации и навигации. Под общ. ред. В.Г. Пешехонова. СПб.: Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2016.
3. Терешков В.М. Методика полунатурных испытаний корректируемых бесплатформенных инерциальных навигационных систем: дис. ... канд. техн. наук. М., 2011. 133 с.

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ»

УДК 004.021

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ОПТИМАЛЬНОГО КОДИРОВАНИЯ

М.В. Меркелов, бакалавр,

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

merkelov@outlook.com

А.С. Бринк, бакалавр

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

brink-aleksandr@yandex.ru

Во многих областях, связанных с передачей сообщений, возникает вопрос выбора оптимального способа кодирования. При наиболее оптимальном кодировании на передачу сообщений затрачивается минимальное время. В данной работе производится оценка эффективности методов Шеннона-Фано и Хаффмана.

Метод кодирования по Хаффману реализуется при помощи построения бинарного дерева [1]. Для реализации метода Шеннона-Фано возможно, как использование бинарного дерева, так и использование таблицы.

Было написано 3 консольных приложения на языке C++, кодирующих файл с текстом в последовательность бинарных символов.

Для каждого метода, помимо временных показателей работы кодера и декодера, рассматривались такие показатели, как средняя длина кодового слова, минимальная теоретическая длина кодового слова, количество бинарных символов в закодированном тексте, количество различных символов в исходном тексте, избыточность кодирования.

В результате тестирования на различных наборах были получены следующие выводы:

1. Табличный метод Шеннона-Фано показал наилучшее время работы на всех входных данных. Метод Хаффмана незначительно уступил ему по этому показателю. Самое долгое время работы у метода Шеннона-Фано с использованием дерева.
2. На наборах с фиксированной длиной оба алгоритма показали одинаковую избыточность при малом числе уникальных символов, а при возрастании числа этих символов алгоритмы Шеннона-Фано на некоторых наборах показывали большую избыточность.
3. На наборах с фиксированным числом уникальных символов алгоритм Хаффмана во всех случаях показывает меньшую избыточность по сравнению с методами Шеннона-Фано.

Установлено, что при работе с данными с большим количеством уникальных символов предпочтительно использовать метод Хаффмана. Если заранее известно, что в исходных данных число уникальных символов ограничено, а их объем достаточно велик, использование метода Шеннона-Фано с использованием таблицы позволит повысить скорость работы кодера и получить избыточность близкую к показателю избыточности метода Хаффмана.

Список литературы

1. Коды Хаффмана: примеры, применение. Режим доступа: <http://fb.ru/article/239798/kodyi-haffmana-primeryi-primenenie> (дата обращения 03.03.2018).

УДК 004.93

ОБНАРУЖЕНИЕ И ОТСЛЕЖИВАНИЕ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕОПОТОКЕ, СНЯТОМ ДВИЖУЩЕЙСЯ КАМЕРОЙ

Чжан Хунсян, студент

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

873456608@qq.com

Обнаружение и отслеживание движущихся объектов в видеопотоке имеет большое практическое значение в охранных системах, системах мониторинга дорожного движения и т. п. Для обнаружения движущихся объектов в видеопотоке с фиксированно установленной видеокамеры обычно используются методы вычитания фона или адаптивные методы вычитания фона для случая динамически изменяющегося фона [1]. Однако для видеопотоков, снятых движущейся видеокамерой фон изменяется по сложному закону. В таких случаях используются методы оптического потока. В работе Сяо Джуна (Xiao Jun) [2] для обнаружения и отслеживания движущихся объектов в видеопотоке с движущейся видеокамеры используется улучшенный пирамидальный метод оптического потока. Алгоритм включает большой объем вычислений и малую частоту обработки кадров видеопотока. Однако в работе Цуй Чжи-Гао (Cui Zhi-Gao) [3] автор непосредственно вычисляет векторы оптического потока между последовательными кадрами видео, таким образом сокращая объем вычислений. Однако метод [3] имеет ограниченные возможности применения в темное время суток.

В настоящей работе предлагается подход к обнаружению и отслеживанию движущихся объектов в реальном времени в видеопотоке, снятом движущейся видеокамерой в темное время суток.

Исходный видеопоток был получен с помощью видеокамеры 4К беспилотного летательного аппарата DJI Phantom3 в темное время суток. В первом эксперименте была проведена трехмерная реконструкция рельефа местности по характерным точкам, выделенных алгоритмом SIFT на последовательности кадров видеопотока с помощью открытой библиотеки OpenMVG. Для видеопотока, снятого над равниной, характерные точки, принадлежащие неподвижным объектам на земле, после трехмерной реконструкции располагаются в одной плоскости в пределах некоторой погрешности. Однако некоторые характерные точки сильно отклоняются от общей плоскости. После детального анализа было установлено, что эти точки принадлежат движущимся транспортным средствам. Во втором эксперименте было проведено выделение характерных точек методом Ши-Томаси и отслеживание характерных точек в видеопотоке методом оптического потока Лукаса-Канаде из открытой библиотеки OpenCV. Характерные точки фона, принадлежащие неподвижным объектам на земле, имеют одинаковые перемещения в пределах погрешности. Характерные точки, принадлежащие движущимся транспортным средствам, могут быть выделены, поскольку их перемещения значительно отличаются от перемещений точек фона.

Настоящая работа посвящена обнаружению и отслеживанию движущихся объектов в видеопотоке с движущейся видеокамеры в темное время суток. Предложенный подход к обнаружению и отслеживанию движущихся объектов был опробован в двух экспериментах на реальном видеопотоке. Однако в предложенном подходе имеются некоторые практические сложности. Движущийся объект не может быть надежно обнаружен в случае, если он близок по яркости к окружающему фону. Также отслеживание движущегося объекта может быть провалено при внезапной остановке объекта. В дальнейшем планируется преодолеть указанные недостатки.

Список литературы

1. Tian Y.-L., Hampapur A. Robust Salient Motion Detection with Complex Background for Real-time Video Surveillance // Proceedings of the IEEE Workshop on Motion and Video Computing. 2005. Vol. 2. P. 30–35.
2. Jun X. Object Detecting and Tracking Algorithm Based on Optical Flow // Journal of Northeastern University. 2016. Vol. 37, no. 6. P. 770–774.
3. Zhi-Gao C. et al. Moving object detection based on optical flow field analysis in dynamic scenes. Acta Physica Sinica. 2017. Vol. 66, no. 8. P. 084203-1 – 084203-8.

УДК 004.93'12

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Н.М. Селюто, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
selyuto@icloud.com

А.А. Будилов, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
an.budilov@gmail.com

Временной ряд представляет собой совокупность значений, полученных из последовательных измерений с течением времени. В настоящее время для анализа данных, представленных в виде временных рядов, все чаще используются глубокие нейронные сети [1], так как в отличие от ранее использовавшихся методов они не требуют интенсивной предобработки данных и создания признаков.

В данной работе использовался набор данных, собранных учеными из Лондонского университета королевы Марии [2]. Данные представляют собой совокупность временных

рядов, соответствующих показаниям встроенных в смартфон акселерометра и гироскопа (15 характеристик) при выполнении испытуемыми различных действий. В качестве классов выступают различные типы двигательной активности (спуск по лестнице, подъем по лестнице, пробежка, ходьба, стояние, сидение).

Для проведения классификации было решено привести все временные ряды к одному виду, то есть разбить исходные временные ряды размером от 377 до 8401 на одинаковые отрезки по 200 отсчетов (2 секунды). В результате получилось 67205 объектов размерностью (12; 200).

В качестве исследуемых моделей были построены следующие нейронные сети [3]:

- сеть прямого распространения (англ. FFN – Feed Forward Network) с четырьмя скрытыми слоями (после каждого скрытого слоя происходит dropout-регуляризация);
- сеть с долгой краткосрочной памятью (англ. LSTM – Long Short Term Memory) с одним LSTM слоем и dropout-регуляризацией;
- сверточная сеть (англ. CNN – Convolution Neural Network) с двумя двумерными сверточными слоями, после каждого сверточного слоя – субдискретизирующий (методом максимального элемента – max pooling) и двумя скрытыми слоями после «переформатирования» (flatten).

Для всех слоев, кроме выходного, использовалась выпрямляющая функция активации (relu), для выходного слоя – сглаженный максимум (softmax).

Обучение и тестирование проводилось с применением процедуры кросс-валидации [3] на 10 разбиениях с соотношением размера выборок 85:15. Количество параметров оптимизации составило приблизительно 6 млн. (FFN), 322 тыс. (LSTM) и 354 тыс. (CNN). Средняя точность предсказания составила 0.927, 0.9627 и 0.945 соответственно.

Таким образом, наименьшее количество параметров (а значит меньшее время обучения) и лучшую точность определения типа двигательной активности пользователя по временному отрезку 2 секунды равную 96.27 % показала сеть LSTM.

Список литературы

1. Wang Z., Yan W., Oates T. Time series classification from scratch with deep neural networks: A strong baseline. 2017 International Joint Conference on Neural Network (IJCNN), Anchorage, AK, USA, 2017, pp. 1578–1585.
2. Malekzadeh M., Clegg R.G., Cavallaro A., Haddadi H. 2018. Protecting Sensory Data against Sensitive Inferences. In: 1st Workshop on Privacy by Design in Distributed Systems (W-P2DS'18), April 23–26, 2018, Porto, Portugal. ACM, New York, NY, USA, Article No.2, 6 pages.
3. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение / пер. с англ. А.А. Слинкина. 2-е изд., испр. М.: ДМК Пресс, 2018. 652 с.: цв. ил.

УДК 004.934.2

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ОТЗЫВОВ КЛИЕНТОВ

А.А. Будилов, магистрант

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

an.budilov@gmail.com

Н.М. Селюто, магистрант

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

selyuto@icloud.com

Извлечение информации о клиентах является ключевой исследовательской задачей в области бизнеса. Чем больше информации компании получают, тем более информативные

решения они могут сделать и, соответственно, улучшить экономические показатели. В данной работе рассмотрены методы оценки тональности отзыва клиента и определение тематики его отзыва. Исходные данные представлены в виде таблицы, в которой находится информация о дате отзыва, текст комментария и поставленная клиентом оценка качества обслуживания от 0 до 10 включительно. Задача оценки тональности заключается в том, чтобы отнести отзыв в одну из трех взаимоисключающих категорий: позитивный отзыв, нейтральный отзыв и негативный отзыв. Решение задачи определения тематики отзыва может позволить автоматически определить основные темы, на которые в основном оставляют комментарии. Важно заметить, что один отзыв может относиться сразу к нескольким темам. В результате можно получить ценную информацию о том, какие темы в основном затрагиваются среди негативных, позитивных или нейтральных отзывов автоматически.

Процесс решения задач анализа данных включает в себя шаги предобработки данных. Предобработка данных включает в себя: перевод текста в нижний регистр; связывание частицы «не» с далее следующим словом; преобразование текста в список следующих друг за другом слов (токенизация); удаление часто встречающихся, не несущих смысловую нагрузку слов; удаление окончаний и суффиксов слов, перевод слова в соответствующее ему в словаре число.

Данная работа предполагает два метода оценки тональности комментария. Первый метод включает в себя применения полносвязной глубокой нейронной сети. Второй метод включает в себя применение рекуррентной нейронной сети. Данные методы описаны в [1]. Нейронная сеть представляет собой несколько слоев, состоящих из совокупности нейронов каждый из которых отвечает за небольшую часть текстового комментария. В рекуррентной нейронной один или более слоев являются рекуррентными.

Было проведено сравнение результатов, полученных с помощью двух реализованных методов. Оба метода показали приблизительно одинаковый результат точности 91%, однако полносвязная нейронная сеть показала лучший результат f1-меры для класса негативных отзывов: 64%, когда рекуррентная нейронная сеть показала результат 45%. Для текущей задачи f1-мера является более весомой, так как в последствии основную полезную информацию принесут комментарии, классифицированные, как негативные.

Определение тематик комментариев было произведено методом латентного размещения Дирихле. Механизм работы метода подробно описан в [2]. Данный метод позволяет объяснять результаты наблюдений с помощью неявных групп, благодаря чему возможно выявление причин сходства некоторых частей данных

В результате работы метода было выявлено тридцать устойчивых и независимых тем, которые затрагиваются в отзывах клиентов. При анализе соотношения негативных и позитивных отзывов представляется возможным определить неявные особенности деятельности предприятия, на которые следует обратить внимание с целью их доработки или исправления.

Список литературы

1. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение / пер. с англ. А.А. Слинкина. 2-е изд., испр. М.: ДМК Пресс, 2018. 652 с.
 2. Воронцов К.В. Обзор вероятностных тематических моделей: курс лекций. Режим доступа: <http://http://www.machinelearning.ru/wiki/images/d/d5/Voron17survey-artm.pdf> (дата обращения 10.05.2018).
-

УДК 004.77

РАЗРАБОТКА ПРОТОКОЛА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

А.В. Петрив, студент

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

andrey.petriv1@gmail.com

Моделирование движения роботов представляет большую область исследования в робототехнике. Исследования направлены на обеспечение безопасного и эффективного передвижения мобильных роботов в общей среде с людьми. Организация движения будет оптимальна при наличии общего протокола взаимодействия по универсальному интерфейсу связи. Работы в данном направлении ведутся более 20 лет, но они затрагивают лишь отдельные темы и не имеют систематизированного общего описания. Темы работ: определение зоны безопасности для предотвращения столкновений разных групп устройств; теоретический анализ безопасности движения, когда автоматизированные и управляемые человеком транспортные средства используются вместе [1]; обзор применения медицинских роботов для пожилых людей, обзор интеллектуальной комнаты для ухода за пожилыми людьми; исследования алгоритмов предотвращения столкновений без использования беспроводной коммуникации; анализ выполнения роботами коллективных заданий [2], достижения общих целей при различных концепциях связи (централизованной и децентрализованной).

В настоящей работе был предложен оригинальный протокол коммуникации мобильных роботов. В зависимости от цели различают несколько типов сообщений: сообщения о своих атрибутах «Hello message»; сообщения присоединения/выхода из групп «Join/select message»; сообщения о случившемся событии «Event message»; сообщения для разрешения конфликтных ситуаций с помощью арбитра «Conflict resolution message»; сообщения об установке особых правил в зоне или времени «Rule message».

Основной идеей взаимодействия роботов является применение Hello сообщений для установления соседства и определения местоположения роботов. Робот, который получил Hello, запоминает идентификатор (сетевой адрес) отправителя в память на время 5 минут, по истечению времени, если не пришло новых сообщений от этого робота, очищает его из таблицы.

Описаны возможные типы ситуаций с применением протокола: создание группы и выбора координатора, выход из группы, разрешение конфликтных ситуаций, оповещение о событии (ДТП, пожар и другие), обмен сообщениями в зонах с особыми правилами.

Выбрана базовая структура сообщений. Произведено моделирование сети с учетом структуры пакетов, мощности передатчика и частотного диапазона. Эксперимент представлял схему взаимодействия множества станций, одновременно использующих канал для передачи пакетов единственной точке доступа. Максимальное количество роботов в рамках моделирования достигло 40, после чего значение принятого трафика стало значительно снижаться. Это означает, что новые подключенные в сеть роботы мешают передавать сообщения первым роботам. Был произведен расчет минимальной необходимой пропускной способности узла, которая равна 1,392 кбайт/с. Пропускная способность выбранного стандарта ZigBee составляет 31,25 кбайт/с, что в 22 раза превышает необходимые требования.

Разработанный протокол прикладного уровня удовлетворяет условиям масштабируемости и переносимости. Сообщения протокола не несут избыточности, а гарантия доставки для сообщений типа «Join/select message», «Event message», «Conflict resolution message», «Rule message» определена на прикладном уровне. Протокол разработан с целью оптимизации передвижения роботов путем коммуникации и предупреждения о препятствиях и ограничениях на пути.

Список литературы

1. Liu X., Ma K., Kumar P. R. Towards provably safe mixed transportation systems with human-driven and automated vehicles // 54th IEEE Conference on Decision and Control (CDC). Osaka (Japan), 2015. P. 4688–4694.
2. Khamis A., Hussein A., Elmogy A. Multi-robot Task Allocation: A Review of the State-of-the-Art // Cooperative Robots and Sensor Networks. Springer. 2015. P. 31–52.

СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ»

УДК 629.735

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ
ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ ПРИ ПОМОЩИ МОБИЛЬНОГО
КОМПЛЕКСА ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ
БОЕГОТОВНОСТИ И ТРЕНИРОВКИ БОЕВЫХ РАСЧЕТОВ
РЛС «ТЕСТ». ЕГО МОДЕРНИЗАЦИЯ И ДОРАБОТКИ.**

Зубаиров В.А., бакалавр

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

valeriyu5-12@yandex.ru

Сергеев В.Р., бакалавр

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

sevas279@yandex.ru

Мурашко И.А., бакалавр

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

ilyaocumare@gmail.com

На сегодняшний день, для обучения студентов по военно-учетной специальности радиотехнических войск (ВУС РТВ), организуются ознакомительные учебно-практические занятия, которые, как правило, связаны с выездом в воинские части, в которых имеются необходимые радиолокационные станции (РЛС). Подобные выезды требуют время, а так же высокой подготовки студентов. Внедрение в процесс обучения комплекса «Тест» позволит студентам проходить обучение, вырабатывать и тренировать практические навыки работы на комплексе средств автоматизации (КСА) и РЛС, находясь в учебной аудитории своего ВУЗа, что позволит улучшить качество и эффективность процесса обучения. Также обучение на имитируемых РЛС полностью нивелирует возможности поломки дорогостоящего оборудования, риски получения травм и возникновения пожаров.

Анализ различных вариантов обучения лиц боевых расчетов показал, что наиболее эффективные результаты обучения достигаются при дополнении теоретического материала практикой. Однако переход от теории к практике на действующей технике сопряжен с рядом проблем, таких как большая вероятность поломки техники неопытными студентами и риск получения травмы. Исходя из этого было принято найти оптимальный путь перехода от сухой практики к упражнениям на реальном оборудовании, избегая проблемы описанные выше.

На текущий момент таким потенциалом обладает «Изделие 96У6М» (шифр – «Тест»). Это новейшая разработка отечественных военных специалистов. Полное наименование комплекса – «Мобильный комплекс объективного контроля боеготовности и тренировки боевых расчетов РЛС (радиотехнических подразделений)».

Изделие представляет собой базу данных всей необходимой теории, а так же высокоточные симуляторы предназначенные практических занятий студентов.

Список литературы

1. Инструкция по эксплуатации изделия 96У6М.
2. Межвидовой унифицированный комплекс средств автоматизации пунктов управления и командных пунктов радиотехнических формирований ряда «Фундамент»: учеб. пособие / В.И.Горелов, А.Ю.Кабардинский, Изд-во МГТУ, 2013.
3. Горелов В.И., Кабардинский А.Ю. Руководство по подготовке и проведению тренажа на комплексе средств автоматизации «Фундамент»: учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ, 2013.

УДК 004.424

ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ИНТЕРФЕЙСОВ ПРОГРАММ ДЛЯ СЛАБОВИДЯЩИХ И НЕЗРЯЧИХ ЛЮДЕЙ

Марченко А.В., студент

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

Mar0n@mail.ru

Бушуев Р.А., студент

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

Prof-roman@bk.ru

В начале 2016 года в силу вступил в силу ГОСТ Р 52872-2012 [1] об интернет ресурсах, с требования доступности для инвалидов по зрению, который был разработан одним из предприятий всероссийского общества слепых, институтом «Реакомп» [2].

Создатели ГОСТа предложили для основной версии сайта делать альтернативные, которые позволят комфортно ознакомиться с информацией, размещенной на сайте.

Оценка сайта производилась по трём критериям их доступности:

- 1) А – минимальная;
- 2) АА – оптимальная;
- 3) ААА – полноценная;

Для оценки данных критериев такие понятия как:

- 1) понятность, восприимчивость, управляемость;
- 2) сопровождение видеороликов и изображений в виде тестовых пояснений;
- 3) цветовая палитра, которая должна быть контрастной.

На основе вышеперечисленных принципов было принято решение создать интерфейс программного обеспечения, выполняя данные требования.

Основной идеей структуры программы является «дружественный интерфейс», который подразумевает быстрое знакомство с программой и использование принципа «числа 7» [3]. Данный подразумевает, что человек одновременно запоминает 7 ± 2 объекта, будь это слова, цвета, картинки или другие объекты.

Для удобной навигации между компонентами программы было принято использование управление с помощью кнопок в «шапке» программы. Благодаря данному решению пользователю больше не приходится нажимать клавиши «назад» и «вперёд».

Вышеперечисленный список рекомендаций, больше всего подходит для пользователей с малой потерей зрения, когда пользователям с большой потерей зрения, приходится использовать дополнительные ассистивные технологии такие как: экранная лупа, экранный диктор и дисплей Брайля.

Для решения данной проблемы было решено использовать голосовое сопровождение в самом интерфейсе программы, с возможностью его отключением, при необходимости.

Заключение

При проектировании интерфейсов программ разработчикам следует учитывать не только интересы зрячих, но и людей с проблемами по зрению. Для этого достаточно придерживаться рекомендациям ГОСТа Р 52872-2012. Данное решение, на наш взгляд, считается хорошим тоном, и в ближайшем будущем должно носить массовый характер, так как, к сожалению, количество людей с проблемами по зрению растёт с каждым днём. Рост числа инвалидов по зрению связан с большой активностью работы за компьютером, которая требует большой концентрации внимания, а также медленное развитие медицины.

Использование этих рекомендаций поможет снизить напряжение с глаз, а также динамику ухудшения зрения.

Список литературы

1. Техэксперт. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200103663> (дата обращения 13.04.18).
2. Институт «Реакомп». Режим доступа: <http://www.rehacomp.ru/> (дата обращения 13.04.18).
3. Образовательный центр «Level UP». Какой объем информации мы можем запомнить. Режим доступа: <http://ilgiz-sabirov.ru/kakojj-obem-informacii-my-mozhem-zapomnit-za-raz-magicheskoe-chislo-7/> (дата обращения 13.04.18).

УДК 519.22

INTEL RDRAND В ЗАДАЧАХ ГЕНЕРАЦИИ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН

М.М. Шапиев, студент,

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

shapiev1998@gmail.com

Одним из самых критичных вопросов при создании какого-либо генератора случайных величин с нужным нам распределением вероятности, является выбор качественного базового генератора. В качестве базового генератора можно выбрать аппаратный или программный генератор. Аппаратные генераторы имеют лучшую энтропию чем программные, так как они основаны на физических явлениях, таких как дробовой шум, тепловой шум, квантовые эффекты, фотоэффект, и т.д. Так же их существенным плюсом является отсутствие периода работы T . Это является большим плюсом, особенно для криптографии.

Intel RdRand — это инструкция для генерации случайного числа при помощи встроенного генератора случайных чисел. В основе этого генератора лежит цифровая схема, на двух инверторах и двух транзисторах. При включении транзисторов инверторы выставляют одинаковые значения на Node A и Node B (логическую 1). При возрастании тактовой частоты оба транзистора выключаются и появляется непредсказуемость, так как нельзя предугадать какой узел выставится в положение 0, а какой в положение 1. Главную роль при этом играет случайный тепловой шум. Отсюда и можно получить случайные биты. Генератор выдает поток случайных данных равный 3 ГБит/с.

Технологию Bull Mountain поддерживают все процессоры Intel начиная с архитектуры Ivy Bridge. Процессор может выдавать 16, 32, 64 битные случайные значения. Для единства интерфейса использованы 64 битные (`__int64`). Для оценки генератора использовались тесты: проверка на монотонность, проверка серий, битовая автокорреляционная функция, тесты Д. Кнута. Все тесты указаны в источнике [1] и [2].

В разработанной библиотеке реализованы функции для генерации следующих распределений: равномерного, нормального, экспоненциального, логнормального, логистического, распределения Коши, распределения Лапласа, распределения Рэлея. В финальную версию библиотеки вошли только самые быстрые реализации каждого

распределения. Для тестирования библиотеки генерировалось 5 млн. случайных величин для каждого распределения и измерялось время.

В среднем, генерация на основе RdRand показывает прирост производительности в 3-5 раз (в зависимости от распределения) чем `rand()`. Так же необходимо заметить, что наша библиотека генерирует по-настоящему случайные числа, в то время как большинство остальных генерируют псевдослучайные, что может плохо повлиять на результаты исследований, в ходе которых используются эти выборки. Более подробно данная научная работа описана в нашей статье в источнике [3].

Список литературы

1. Иванов М.А. Теория, применение и оценка качества генераторов псевдослучайных последовательностей. М.: Кудиц-Образ, 2003.
2. Кнут Д. Искусство программирования. Т. 2. Получисленные алгоритмы. М.: Вильямс, 2001.
3. Черненький В.М., Шапиев М.М., Никитин К.И. Источник энтропии для базового генератора непрерывно распределенных случайных величин: Динамика сложных систем – XXI век, 2017.

УДК 004.622

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ РАЗМЕТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ

В.С. Ильин, студент

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

ivs@bmstu.ru

И.В. Калиниченко, студентка

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

ira-1996@mail.ru

П.Р. Матвеева, студентка

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

polink.matveeva@yandex.ru

В настоящее время очень остро стоит проблема безопасности на производстве. Особенно это касается производств с повышенной опасностью объектов, где требуется постоянное соблюдение определенных правил поведения при работе на оборудовании. Для решения подобных задач в настоящее время активно используются системы компьютерного зрения, использующие заданные алгоритмы обработки информации. Так, для обнаружения определенных объектов на фотографии используются свёрточные нейронные сети, которые достаточно точно позволяют определить наличие или отсутствие необходимых объектов.

Для обучения свёрточной нейронной сети требуются огромные выборки обучающих данных. Существует достаточно большое количество баз данных с наборами для обучения нейронных сетей в открытом доступе. Но такие обучающие выборки не всегда могут удовлетворить требованиям конкретной предметной области. В таких случаях возникает необходимость в разработке собственной обучающей выборки. Были рассмотрены следующие инструменты разметки изображений:

- Онлайн система LabelMe [1]
- Система разметки Supervisely [2]
- Система разметки NVIDIA DIGITS 5 [3]

Рассмотренные системы позволяют вести разметку объектов прямоугольной или произвольной формы. Для работы данных систем требовалось постоянное Интернет-соединение. Результатом разметки являлись либо файлы с разметкой объектов, либо

набор обрезанных изображений. Средняя скорость разметки одного класса прямоугольной областью в таких системах разметки не превышала 250 изображений в час.

При схожем функционале в коммерческих целях скорость разметки изображений является наиболее важным фактором в эффективности работы системы. Именно поэтому было принято решение разработать собственную систему разметки изображений, которая бы не требовала наличия Интернет-соединения, а также была бы адаптирована под разметку одного выбранного класса.

Разработанная система была выполнена с использованием фреймворка PyQt5, что обеспечивает ей кроссплатформенность на различных операционных системах. Система не требует наличия Интернет-соединения, позволяет изменять цвета границ выделения, а также поддерживает доступность для лиц с ограниченными возможностями здоровья: позволяет менять масштаб изображений и предоставляет управление программой при помощи горячих клавиш. Поддерживает выгрузку данных о разметке в форматах YOLO или PascalVOC. Скорость разметки изображений в разработанной системе в режиме разметки одного класса превысила 300 изображений в час, что показало большую эффективность по отношению к рассмотренным ранее системам разметки.

Использование разработанной системы видится в разработке пользовательской выборки изображений для обучения сверточной нейронной сети, которая позволит определять тип общественного транспорта. Такую обученную сверточную нейронную сеть возможно использовать в устройстве помощи лицам с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья по зрению.

Список литературы

1. Онлайн система LabelMe [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://labelme2.csail.mit.edu/Release3.0/index.php> (дата обращения 17.04.2018).
2. Система разметки Supervisely [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://deepsystems.ai/ru/solutions/annotation-tool> (дата обращения 17.04.2018).
3. Система разметки NVIDIA DIGITS 5 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://devblogs.nvidia.com/image-segmentation-using-digits-5/> (дата обращения 17.04.2018).

УДК 004.052

СРАВНЕНИЕ СУБД ПО КРИТЕРИЯМ НАДЕЖНОСТИ

Е.В. Ромичева, студент,

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

helenessa96@gmail.com

М.Ю. Чекулина, студент

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

tchekulina@ya.ru

Большинство систем управления базами данных (СУБД) можно разделить на две категории: реляционные и нереляционные (NoSQL). Они предназначены для определенных типов данных и манипуляций над ними. Однако какими бы ни были данные, немаловажно позаботиться об обеспечении их надежности, целостности и сохранности. Поэтому чаще всего после определения типов хранимых данных целесообразно рассмотреть критерии надежности СУБД [1]. Далее будут рассмотрены реляционные СУБД MySQL [2] и PostgreSQL [2] и нереляционная СУБД MongoDB [3] по критериям надежности.

Транзакции и блокировки. В MySQL транзакции поддерживаются таблицами расширенного типа InnoDB и BDB (системы хранения данных в MySQL). Однако СУБД не поддерживает вложенные транзакции, т.е. новая транзакция начинается только после

завершения предыдущей, тем самым обеспечивая концепцию ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability). В PostgreSQL нет отдельных хранилищ, как в MySQL, транзакции поддерживаются и отличаются надежностью и быстродействием. MongoDB не поддерживает транзакции, как и большинство нереляционных СУБД. Однако летом 2018 года в новой версии MongoDB 4.0 появится поддержка транзакций. Все рассматриваемые СУБД поддерживают взаимные и рекомендательные блокировки, которые позволяют избежать проблем при одновременном доступе к данным.

Репликации. MySQL и PostgreSQL поддерживают приблизительно одинаковый набор возможностей для репликаций: master-slave, master-master, синхронные (только для PostgreSQL) и асинхронные репликации и их комбинации. Репликации позволяют отдельным узлам работать независимо и снизить нагрузку на распределенную систему, а также быстро восстановить данные в случае сбоев. Хотя MongoDB и поддерживает некоторые типы основных репликаций, основным средством распределения данных служат наборы реплик (replica sets) – группы узлов, на всех устройствах которого содержатся одинаковые данные. Отличие данного способа от master-slave репликации заключается в автоматическом назначении master-узла в случае поломки.

Все сравниваемые СУБД поддерживают основные методы шифрования: стандарт X509, SSL и TLS шифрование, а также проверку подлинности хэшем MD5.

В СУБД реализовано множество механизмов аутентификации: аутентификация с паролем, по сертификату, Radius, Kerberos и другие. Отличием MongoDB является аутентификация sharding, представляющая собой расширение набора реплик.

Доступ к БД разделён на 2 этапа: разрешение подсоединения к серверу, в случае успеха проверяются права доступа пользователя к таблицам.

Сервер баз данных прослушивает с некоторой периодичностью порты, которые выставляются пользователем или порты по умолчанию (для MySQL – это 3306, PostgreSQL – 5432, MongoDB – 27017, 27018, 27019 в зависимости от настроек).

Резервное копирование и восстановление. Рассматриваемые СУБД поддерживают одинаковые типы резервного копирования данных: копирование файлов базы, копирование через текстовые файлы, инкрементное, онлайн и оффлайн резервное копирование. Выбор того или иного типа резервного копирования и восстановления зависит от того, насколько критично останавливать работу СУБД, какой размер хранилища данных и как часто обновляются данные.

Многие проекты используют одновременно несколько различных баз данных, комбинируя их лучшие свойства и возможности, что позволяет достичь стабильной работы системы и тем самым повысить соотношение цена-качество и надежность своего продукта.

Список литературы

1. Варламов О.О. Эволюционные базы данных и знаний для адаптивного синтеза интеллектуальных систем. Миварное информационное пространство. М.: Радио и связь, 2002. 282 с.
2. Сравнение СУБД MySQL и PostgreSQL. Режим доступа: <https://www.2ndquadrant.com/en/postgresql/postgresql-vs-mysql/> (дата обращения 22.04.2018).
3. Документация по СУБД MongoDB. Режим доступа: <https://docs.mongodb.com/manual/> (дата обращения 22.04.2018).

УДК 004.82+007.52

ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗА СОБЛЮДЕНИЕМ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА БАЗЕ МИВАРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Д.В. Аладин, студент

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

aladin@balabza.com

Поступательное развитие научно-технической базы и широкое распространение высоких технологий открывают огромные возможности для создания доступных и комфортных условий для жизни. Тем не менее, вопреки благоприятным аспектам технический прогресс также оказывает негативное влияние на безопасность человека. По данным Всемирной организации здравоохранения, автомобильные катастрофы входят в 10-ку ведущих причин смерти в мире. Необходимо отметить, что задачей повышения безопасности дорожного движения активно занимаются автомобильные концерны, инженерные центры, университеты и многие другие.

Одним из наиболее радикальных решений предотвращения дорожно-транспортных происшествий (ДТП) является создание беспилотных транспортных средств, тем самым человек полностью исключается из процесса управления.

Также ведутся работы в области адаптивных систем помощи водителям. Примерами таких решений являются продукты от компаний Mobileye, Audi (Driver Assistance Systems) и Opel (Opel SAFETEC). Данные решения позволяют удерживать безопасное расстояние до впереди идущего автомобиля, реализуют механизмы контроля скоростного лимита и удержания полосы. Однако, из-за отсутствия модулей оценки действий водителя на согласованность с правилами дорожного движения (ПДД) существующие системы поддержки водителя не в полной мере решают проблему предупреждения ДТП. Прежде всего, разработчики сталкиваются с трудностями реализации следующих принципов: принцип эволюционного развития продукта; принцип гибкости в обновлении при внесении изменений в законодательную базу регулирующим органом; принцип открытости к адаптациям под законодательства стран, в которой планируется эксплуатация автомобиля; принцип экономической доступности продукта для широкого круга потребителей.

Предполагается, что разработка беспилотных автомобилей позволит достичь данных принципов. Впрочем, на данный момент уже можно создать модули, удовлетворяющие приведенным выше требованиям и внедрять в существующие платформы поддержки водителей. В качестве такого решения может служить миварная система контроля за соблюдением правил дорожного движения (МСК ПДД), на вход которой поступают данные, распознанные с помощью систем технического зрения, сенсоров автомобилей и задания навигатора. Выходом такой системы является набор шагов, который необходимо предпринять для совершения маневра. Полученный набор сравнивается с действиями водителя и делается вывод об их согласованности с ПДД.

Предлагаемая система не имеет аналогов среди существующих экспертных систем и гарантирует высокоскоростную обработку информации [1]. Миварный подход обеспечивает эволюционное развитие [2], что позволит использовать продукт не только в системах поддержки водителей, но и в транспортных средствах высокой автономности [3].

Список литературы

1. Варламов О. О. Основы многомерного информационного развивающегося (миварного) пространства представления данных и правил // Информационные технологии. 2003. № 5. С. 42–47.
-

2. Варламов О. О. Миварный подход как основа качественного перехода на новый уровень в области искусственного интеллекта // Радиопромышленность. 2017. № 4. С. 13–25.
3. Варламов О. О. О метрике автономности и интеллектуальности робототехнических комплексов и киберфизических систем // Радиопромышленность. 2018. № 1. С. 74–86.

УДК 004.89

ОБУЧЕНИЕ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ ПО ЗРЕНИЮ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

И.А. Могильников, студент

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

mogilnikoff2@gmail.com

В настоящее время во всем мире насчитывается порядка 153 миллионов человек с нарушениями зрения [1], в нашей стране решением проблем слепых и слабовидящих людей активнее занимаются на государственном уровне. Проведенное в 2016 году исследование по выявлению потребностей слепоглухих людей в проектировании вспомогательных технологий и устройств [2], проводимое на базе Благотворительного фонда поддержки слепоглухих «Со-единение» позволило определить, что большинство проблем людей с ограниченными возможностями здоровья по зрению связаны с перемещением по городу. В частности, это касается таких его элементов как поездка на наземном общественном транспорте и навигация по заданному маршруту.

В качестве решения данной проблемы предлагается интеллектуальная система поддержки перемещения людей с ограниченными возможностями здоровья по зрению в условиях городской среды, обладающая следующим функционалом:

1. Распознавание типа средства общественного наземного транспорта
2. Распознавание номера маршрута транспортного средства
3. Информирование пользователя о маршруте приближающегося к нему средства наземного общественного транспорта.
4. Распознавание границ тротуаров и пешеходных дорожек, сопоставление полученную информацию с данными от навигатора.
5. Сопровождение пользователя по пешеходному маршруту посредством информирования пользователя о приближении к важным точкам маршрута (поворотам, пешеходным переходам).

В настоящее время был реализован первый этап разработки системы – распознавание типа наземного общественного транспортного средства. Для решения этой задачи была использована сверточная нейронная сеть архитектуры TinyYOLO [3], обученная на 4000 изображениях автобусов, троллейбусов и трамваев. Для определения точности распознавания изображений была использована тестовая выборка, состоящая из 2000 изображений.

График зависимости точности распознавания изображений от количества изображений в обучающей выборке изображен на рис. 1.

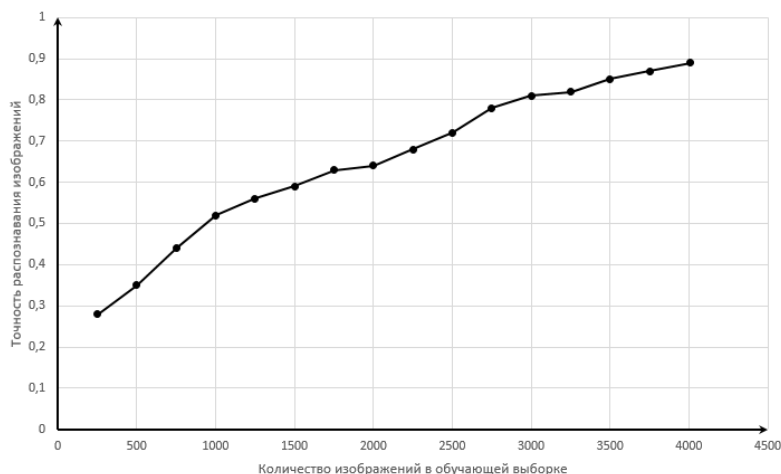


Рис. 1. График зависимости точности распознавания изображений от количества изображений в обучающей выборке

На данный момент точность распознавания типа средств наземного общественного транспорта на изображениях составляет 89%. В дальнейшем более высокая точность распознавания будет осуществлена за счет увеличения количества изображений в обучающей выборке.

Список литературы

1. Информационный бюллетень всемирной организации здоровья. Режим доступа: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/> (дата обращения 02.05.2018).
2. Ильин В.С., Попова М.С. Выявление потребностей слепоглохих людей для проектирования вспомогательных технологий и устройств. // Новая наука: теоретический и практический взгляд. 2017. №1(1). С. 218-221.
3. YOLO: Real-Time Object Detection. Режим доступа: <https://pjreddie.com/darknet/yolo/> (дата обращения 02.05.2018)

УДК 004.021

СИНТЕЗ ТЕКСТА НА ОСНОВЕ МЕТАГРАФОВОГО ПОДХОДА

Н.Д. Тодосиев, студент,

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

todosievnik@gmail.com

За основу алгоритма взят один из классических методов анализа текста [1]. Он подразумевает подразделение на 3 этапа анализа: морфологический, синтаксический и семантический анализы. Морфологический анализ изучает окончания слов в предложениях, получая на выходе предложения, состоящие из словоформ с выявленным падежом. Синтаксический анализ подразумевает структурную декомпозицию каждого из предложений, получая синтаксические деревья. Семантический анализ превращает полученные деревья в семантические графы, которые уже содержат семантику всего текста.

Алгоритм синтеза текста разбит на 4 подалгоритма, каждый из которых выполняет свою роль:

–Развёртка метаграфа – основная часть всего алгоритма. Основная цель данного подалгоритма – получить одну или более цепочек слов, которые связаны друг с другом по смыслу. Исходными данными являются метаграфы [2], которые содержат в себе смысловую нагрузку;

–Обработка служебных слов – преобразование специальных служебных конструкций (к примеру, когда описывается некая ситуация, собирают метаграф ситуации, а потом всё заносится в вершину с именем «Ситуация_1») в текст. Результатом этой части является сплошной текст;

– Синтаксический синтез – сборка сплошного текста в предложения. Идёт учет того, что в каждом предложении должно быть хотя бы одно подлежащее и сказуемое, относящееся к этому подлежащему, а также то, что атрибуты не могут отделяться от самого слова;

– Морфологический синтез – правильная постановка падежей в предложении. По итогу получается готовый текст, который сконцентрирован вокруг главного слова, или контекста.

Рассмотрим развертку алгоритма подробнее:

Алгоритм начинается с поиска «главного слова» – вершины, относительно которой будет происходить развертка. Выбор данной вершины либо детерминирован параметром «контекст», либо находится из предположения, что контекст имеет наибольшее число связей. После определения «главного слова», выполняется обход в ширину. Высший приоритет имеют связи, исходящие от главной вершины, далее идут связи, входящие в вершину главного слова. Так как не стоит отделять в предложениях главное слово с его атрибутами, то вводится специальный служебный номер, который присваивается всей смысловой единице, которую нельзя делить. Если соседний элемент является метавершиной, то поиск элементов уходит вглубь. Алгоритм повторяется: происходит поиск «главного слова», потом идёт обход в ширину. Если на данном «уровне» закончились вершины, то идёт переход на верхние уровни: переходы в одну из метавершин, которые еще не были занесены в цепочку слов. Стоит отметить работу с атрибутами вершин и рёбер: атрибуты вершин всегда ставятся перед самим словом, в то время как атрибуты рёбер ставятся после описания второй вершины этого ребра. Такая постановка наиболее гармонична для русского языка, где хоть и не присутствуют строгие правила постановки членов предложения, всё же присутствуют лексические нормы, определяющие правильный порядок слов.

Список литературы

1. Прикладная и компьютерная лингвистика. М.: Леланд, 2016. 320 с.
2. Черненко В.М., Гапанюк Ю.Е., Ревунков Г.И., Терехов В.И., Каганов Ю.Т. Метаграфовый подход для описания гибридных интеллектуальных информационных систем. Прикладная информатика. 2017. № 3 (69). Т. 12. С. 57–79.

УДК 004.4

СИСТЕМА РАЗМЕТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ

С.В. Буклин, И.А. Могильников, А.Р. Якубов, студенты
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
buklin.sergei@yandex.ru
mogilnikoff2@gmail.com
ary300497@gmail.com

Одной из основных проблем современного машинного обучения является потребность в огромном количестве тренировочных изображений. Для хорошего функционирования модели объем обучающей выборки должен содержать десятки тысяч изображений, которые необходимо размечать вручную, поэтому для повышения эффективности требуется удобное средство, позволяющее упростить монотонный труд.

Изучив плюсы и минусы аналогов [1,2], мы выдвинули следующие требования к разрабатываемой системе разметки:

- 1) Возможность работы через сеть Интернет.
- 2) Поддержка разметки различных классов разметки на одной фотографии, чтобы позволить будущей модели находить несколько разных классов на одной фотографии.
- 3) Выходной формат должен быть универсальным и простым, чтобы результатом разметки можно было пользоваться в любой системе, в том числе и собственной. В результате был выбран формат csv.

Все вышеперечисленные пункты в дальнейшем были реализованы, что позволяет сказать, что система является действующим готовым продуктом.

Приложение состоит из двух частей: сервер и web-приложение. Для написания серверной части был использован язык python с фреймворком django, web-приложение реализовано на node.js с использованием библиотеки react.

На сервере хранятся данные о зарегистрированных пользователях, параметрах разметки, загруженных картинках, данные разметки.

Web-приложение предоставляет свой функционал только авторизованным пользователям. Каждый пользователь может работать только с одной категорией (набором классов) для разметки, которую создает сам. Пользователь не имеет доступа к другим категориям и не может их просматривать, загружаемые изображения доступны только пользователю, которых их загружает, что исключает возникновение разграничительной угрозы [3].

Для обеспечения безопасности системы были сформулированы следующие требования к безопасности:

1. Необходимо разграничить доступ пользователей к функциям администрирования системой и базовым функционалом системы.
2. Необходимо разграничить доступ пользователей к рабочим данным разметки друг друга.
3. Необходимо запретить доступ сторонних лиц к данным разметки пользователя, т.к. размеченный датасет является интеллектуальной собственностью автора разметки.

Для решения ранее описанных проблем принято решение использовать разграничение доступа на основе трехэтапной системы проверки: Идентификация, Аутентификация, Авторизация.

Разработанная система является надежным и удобным средством для разметки изображений, онлайн платформа позволяет работать с системой из любой точки земного шара, а современные средства безопасности позволяют сохранить данные интеллектуальной собственности в безопасности.

Список литературы

1. Система разметки изображений LabelMe. Режим доступа: <http://labelme2.csail.mit.edu/Release3.0/index.php?message=1> (дата обращения 17.04.2018)
 2. Система разметки LabelImg. Режим доступа: <https://github.com/tzutalin/labelImg> (дата обращения 17.04.2018).
 3. Варламов О.О. О системном подходе к созданию модели компьютерных угроз и ее роли в обеспечении безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры // Известия ТРТУ. 2006. № 7 (62). С. 216-223.
-

УДК 004.622

РАЗРАБОТКА БАЗОВОГО ФУНКЦИОНАЛА МОБИЛЬНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ «FINGERREADER»

М.С. Попова, студент

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

popovams@bmstu.ru

По официальной статистике Всемирной организации здоровья от октября 2017 года, во всем мире насчитывается порядка 253 миллионов людей с ограниченными возможностями здоровья по зрению [1]. Они ежедневно сталкиваются с проблемами различной сложности. Чтение текстосодержащих элементов является одной из них. Подобные трудности заставляют людей с ограничениями здоровья по зрению прибегнуть к использованию вспомогательных устройств. Однако существующие продукты, направленные на решение вышеупомянутой проблемы имеют определенные недостатки, которые не позволяют слепоглохим пользователям использовать такие продукты. Для решения этой проблемы была разработана концептуальная модель интеллектуальной системы распознавания текста для людей с ограниченными возможностями здоровья по зрению [2].

Для реализации базового функционала интеллектуальной системы распознавания текста были выбраны следующие функции:

- Распознавание указателя (палец пользователя)
- Определение наличия текста над указателем
- Распознавание текста над указателем

Реализация данных функций была произведена посредством библиотеки компьютерного зрения `opencv`. Для распознавания указателя пользователя изображение проходило дополнительную предобработку: изображение контрастировалось, выделялись края, а также проходила фильтрация по заданным оттенкам цвета кожи.

Дальнейшее детектирование пальца пользователя проводилось по принципу поиска наивысшей точки, соответствующей указанным параметрам цвета изображения.

Для распознавания текста производился поиск строки, которая находится непосредственно над указателем пользователя. Распознавание русскоязычного текста было реализовано посредством модуля распознавания текста `Tesseract`[3]. Пример работы итоговой программы представлен на рисунке 1.

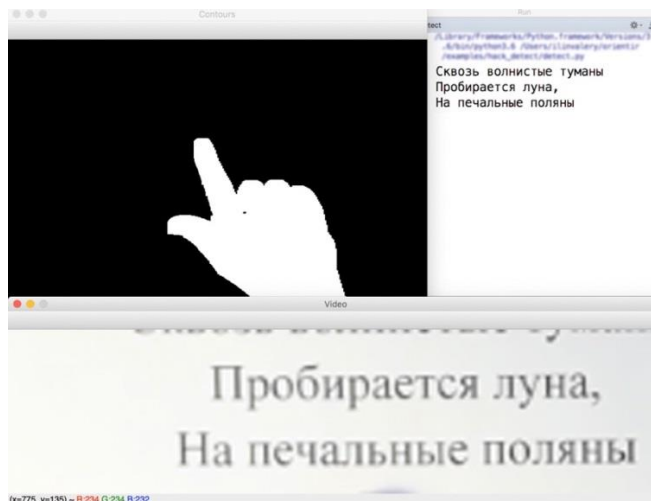


Рис. 1. Окно, демонстрирующее реализацию базового функционала мобильной интеллектуальной системы распознавания текста «fingerReader»

В итоге, реализованный базовый функционал интеллектуальной системы распознавания текста работает следующим образом: пользователь наводит указатель (палец) на интересующий его фрагмент текста и в результате работы системы получает распознанный текст и увеличенное изображение текстосодержащего элемента над указателем.

Список литературы

1. Статистика Всемирной организации здоровья по количеству людей с ограниченными возможностями здоровья по зрению. Режим доступа: <http://www.who.int/blindness/en/> (дата обращения 27.04.2018)
2. Попова М.С., Терехов В.И., Могильников И. А., Тоноян С. А., Разработка мобильной интеллектуальной системы распознавания текста для людей с ограниченными возможностями здоровья по зрению // Теория. Практика. Инновации. 2017. №11 (23).
3. Руководство по обучению программы русскому языку. Режим доступа: http://www.opennet.ru//base/rus/osr_tesseract_rus.txt.html (дата обращения 27.04.2018)

УДК 004.42

СИСТЕМА ДВУХФАКТОРНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ КАК МЕРА ПРЕСЕЧЕНИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА

А.А. Семенов, К.И. Коньшин, А.А. Майорский, студенты

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Радиотехнический факультет

Asemenov42@yandex.ru

kikonshin@gmail.com

a.mayorskiy@webprod.io

В связи с тем, что большинство персональных компьютеров подключены к интернету, знающему человеку не составляет труда получить доступ к тем данным, которые ему не предназначались.

Чтобы злоумышленники не могли получить несанкционированный доступ к данным, требуется реализация системы аутентификации пользователей.

На данный момент выделяют следующие виды угроз [1]: семантическая угроза, алгоритмическая угроза, вирусная угроза, разграничительная угроза, сетевая угроза, потоковая угроза, аппаратная угроза, форматная угроза, пользовательская угроза.

Будем считать, что хранилище данных защищено от описанных выше угроз. Тогда система аутентификации должна пресекать попытки доступа злоумышленников в случаях, когда они пытаются выдать себя за пользователя.

В соответствии со способами защиты от пользовательской компьютерной разведки [2] система аутентификации должна маскировать запросы, скрывать авторов запроса, либо скрывать сами запросы.

Логичнее всего использовать сокрытие информации о пользователях. Для этого требуется скрывать реальные имена пользователей псевдонимами. Тогда при перехвате запроса злоумышленник не будет знать, кто его совершил.

При регистрации пользователя в системе, он выбирает уникальный идентификатор пользователя — логин и пароль, для защиты. Далее, в качестве дополнительной меры защиты ему требуется отправить код доступа, сгенерированный системой боту, который занесет данные пользователя для дополнительной проверки.

При входе в систему пользователю достаточно будет ввести свои логин и пароль. Второй уровень защиты сработает при определенном условии. Это позволит сделать аутентификацию пользователя простой и в то же время безопасной.

В качестве критерия распознавания злоумышленника был выбран IP адрес пользователя. По нему можно узнать географическое местонахождение пользователя и его адрес сети.

Географическое местоположение пользователя определяется с точностью до города. Положение в сети зависит от провайдера.

При авторизации проверяется, находится ли пользователь в его привычном местоположении и если, оно иное, то система предложит пользователю пройти дополнительную идентификацию.

Было выбрано два способа реализации системы, которые являются Парето-оптимальным множеством.

Система встраивается непосредственно в готовое приложение.

Реализация:

Средство реализации — PHP; База данных — MySQL.

Дополнительное условие — положение пользователя в сети.

Положительные стороны системы:

Идентификация пользователя по его положению в сети более точная, по сравнению с его географическим местоположением, так как злоумышленник может попытаться войти в систему из того же города с большей вероятностью, чем из той же сети.

Недостатки:

PHP – интерпретируемый язык. Он не переводится в машинный код, что увеличивает время реакции на действие пользователя.

Система находится на стороннем сервере. Приложение общается с системой посредством запросов к API.

Реализация:

Средство реализации — Go; База данных — Tarantool.

Дополнительное условие — географическое местоположение пользователя.

Положительные стороны системы:

Go – компилируемый язык. Он довольно быстро отвечает на действие пользователя. Аналогичная ситуация с базой данных. Tarantool – NoSql база данных, которая работает во много раз быстрее чем MySQL.

Систему можно встроить на любое приложение, не зависимо от средств его реализации и знаний администратора приложения.

Недостатки:

База с учетными записями всех пользователей от всех приложений, использующих эту систему, хранятся в одном месте.

Определение географического местоположения пользователя с большей вероятностью пропустит злоумышленника, так как злоумышленнику достаточно находится в одном городе с пользователем.

В ходе исследования были предложены две схожие системы аутентификации пользователей. Каждая из них обладает своими достоинствами и недостатками. Выбор системы будет зависеть от архитектуры приложения, требований к безопасности и пожеланий администратора.

Список литературы

1. Варламов О.О. О системном подходе к созданию модели компьютерных угроз и ее роли в обеспечении безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры // Известия ТРТУ. 2006. № 7 (62). С. 216-223.
2. Варламов О.О. Пользовательская техническая компьютерная угроза и способы защиты от нее на основе обработки избыточных и закрытых запросов к базам данных // Известия ЮФУ. Технические науки. 2007. № 4 (76). С. 37-42.

УДК 004.021

ЗАЩИТА ДАННЫХ ОТ ПОДДЕЛОК ДЛЯ СИСТЕМЫ БРОНИРОВАНИЯ ИГР В ТЕННИС

С.И. Буторин, бакалавр,

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

sergeybutorin@inbox.ru

А.Д. Марков, бакалавр,

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

artem.markov.96@mail.ru

В современном мире большинство людей пользуются различными сайтами и сервисами в Интернете, где они оставляют свою личную информацию, такую как номера телефонов, банковских карт или паспортные данные. Злоумышленники стремятся заполучить ее и использовать в своих целях для взлома аккаунтов или иных мошеннических действий. Например, контактные данные пользователей могут быть использованы для рассылки спама.

При использовании HTTP данные пользователя передаются по сети в открытом виде и могут быть легко перехвачены злоумышленником. Также есть возможность подмены информации в cookie или перенаправления пользователя на подставной сайт, подменив доменное имя. Борьба с этими проблемами помогает использование HTTPS. Этот протокол позволяет удостовериться клиенту в подлинности сервера благодаря цифровым сертификатам. Также, весь трафик шифруется секретным ключом, которые вырабатывается в момент установления соединения с использованием алгоритма Диффи-Хеллмана [1].

Хранение паролей в чистом виде в базе данных очень небезопасно. Большинство пользователей используют одни и те же пароли на разных ресурсах, поэтому, получив пароль, злоумышленник сможет получить доступ сразу ко многим аккаунтам жертвы. Для защиты паролей рекомендуется использовать хеширование. Под хешированием понимают преобразование исходной строки пароля в выходную строку определенной длины, выполняемое хеш-функцией. Необходимо подбирать функцию хеширования так, чтобы избежать коллизий – совпадения хешей для разных строк. Так как большинство функций известно, злоумышленник может знать результат хеширования для самых распространенных паролей. Поэтому, для обеспечения большей безопасности, рекомендуется добавлять к паролю случайную строку («соль»), и производить хеширование полученной комбинации [2].

Идея двухфакторной аутентификации состоит в том, система доступа основана на двух ключах. Пользователю, чтобы авторизоваться, необходимо использовать оба. Например, один из них — это телефон, на который приходит SMS с кодом, а второй обычный логин пароль. Также существуют другие виды двухфакторной аутентификации: приложения аутентификаторы, различные мобильные приложения и аппаратные токены. Для некоторых из них необходимы дополнительные устройства, а для других будет достаточно мобильного телефона. Данный метод поможет пользователям сохранить их данные в безопасности, даже если злоумышленник получит пароль от учетной записи.

Предложенные методы помогут обезопасить данные пользователей, пользующихся системой бронирования игр в теннис, от подделок, несанкционированного доступа и перехвата третьими лицами.

Список литературы

1. Современная криптография: теория и практика. Венбо Мао. Режим доступа: <http://www.williamspublishing.com/Books/5-8459-0847-7.html>, дата обращения 20.04.2018.



2. «Соленое» хеширование паролей: делаем правильно. Режим доступа: <http://www.internet-technologies.ru/articles/solenoe-heshirovanie-paroley-delaem-pravilno.html>, дата обращения 23.04.2018.

УДК 004.89

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТОВ ПРЕДМЕТОВ ОДЕЖДЫ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

А.С. Желанкина, А.А. Коционова, Д.Д. Нурлыева, А.А. Федорова, студенты
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
nusja1298@mail.ru
kotsionova@yandex.ru
danamanchester@mail.ru
tonya.fedorova1604@gmail.com

Ежегодно, на покупку одежды в мире, тратятся огромные средства, поэтому становятся чрезвычайно востребованными мобильные приложения, которые могут давать оценки сочетаниям предметов одежды, как по стилю, так и по цвету с учетом различных модных тенденций.

При создании такого приложения необходимо последовательно решить несколько взаимосвязанных задач: распознавания предметов одежды; определения цветов отдельных предметов одежды; проверки сочетаемости цветов одежды на изображении.

Целью работы является выбор метода машинного обучения для определения цветов предметов одежды на изображении.

Анализ задачи создания мобильного приложения показал, что на сегодняшний день существует огромное количество разнообразных изображений предметов одежды, однако существующие аналитические методы не дают приемлемого качества их распознавания. Исходя из этого, задачу распознавания предметов одежды можно отнести к задаче классификации, наилучшие результаты по решению которой показывают сверточные нейронные сети, основным методом обучения которых является метод обучения с учителем. Для реализации метода обучения с учителем в первую очередь необходимо сформировать множество обучающих примеров, состоящее из пар: конкретный предмет одежды на изображении – класс, которому принадлежит этот предмет одежды. В работе, для распознавания предметов одежды использовалась созданная на кафедре «Систем обработки информации и управления» сверточная нейронная сеть с архитектурой Faster-RCNN [1].

Следующим этапом задачи является выбор метода машинного обучения для определения цвета предмета одежды на изображении. В качестве цветовой палитры цветов была выбрана EGA палитра, состоящая из 64 цветов. Для поиска оптимального по точности алгоритма решения были использованы такие методы машинного обучения как: Mean shift, k-means, support vector machine и дерево принятия решений.

Mean shift алгоритм, который относится к классу алгоритмов кластеризации, не требует задания количества кластеров, в отличие от других алгоритмов кластеризации, применяемых для сегментации изображений.

Метод k-means разбивает множество элементов векторного пространства на заранее определенное число кластеров [2].

Метод support vector machine относится к обучению с учителем и используется для решения задач классификации.

Дерево принятия решений – это способ представления правил в иерархической, последовательной структуре, где каждому объекту соответствует единственный узел, дающий решение.

Все вышеперечисленные методы были опробованы на одинаковых данных. Полученные результаты позволили сделать вывод о том, что наиболее быстрым является метод k-means, однако он не подходит, так как метод создаёт свою собственную библиотеку цветов, что затрудняет проверку сочетаемости с выбранной EGA палитрой из 64 цветов. Исходя из этого, для решения задачи был взят второй по оптимальности времени работы метод - дерево принятия решений.

Список литературы

1. Bauman Moscow State University Picture Processing. Режим доступа: <http://giis.iu5.bmstu.ru:8000> (дата обращения 17.04.2018).
2. Кластеризация: алгоритмы k-means и c-means. Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/67078/> (дата обращения 17.04.2018).

УДК 004.5

МОДУЛЬ ВИЗУАЛИЗАЦИИ МЕТАГРАФОВ

А.А. Костян, Т.И. Ханмурзин, Я.С. Байрамуков, студенты
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

linasmith69@yahoo.com

lhelirainl@gmail.com

teenik3315@gmail.com

Для решения задач, связанных с обработкой данных, в настоящее время создаются и применяются различные интеллектуальные системы однокомпонентные, которые базируются на использовании единственное средство искусственного интеллекта, а также много компонентные, соединяющие в себе несколько различных методов, объединенных в единую вычислительную модель. Совместное использование разных методов для решения различных методов задач привело к появлению направления «Гибридные интеллектуальные системы» (ГИС). Гибридные интеллектуальные информационные системы комбинируют в себе интеллектуальные методы и традиционные.

Метаграфы [1] – это модель, которая служит для описания сложных систем, для описания их семантики и прагматики, а также для описания гибридные интеллектуальных информационных систем.

Метаграф можно представить формально в виде формулы:

$$MG = \langle V, MV, E, ME \rangle,$$

где V- множество всех вершин метаграфа; MV – множество всех его метавершин; E – множество всех ребер; ME – множество всех метаребер.

Метаграф можно представить, как граф, где каждая вершина может быть метавершиной, т.е. внутри такой метавершины могут лежать другие вершины или даже метавершины, связанные между собой ребрами. Важной особенностью метаграфа является возможность связи метавершины и другой вершины. Фактически, как только вводится понятие метавершины, оно получает право на собственные свойства и связи. Любой фрагмент, состоящий из вершин и связей, может выступать как отдельное целое. Простыми словами, метаграф это граф, который может быть как вершиной, так и связью.

Для нашего визуализатора мы выбрали среду Unity [2] как основу для разработки. Unity это очень удобный инструмент для разработки. К плюсам работы с этим движком можно отнести: хороший графический функционал, быстрый рендер, скорость и удобство языка C#, высокую скорость разработки, кроссплатформенность.

Поэтому среда Unity наилучшим образом подходит для выполнения нашей задачи – создания визуализатора.

Что из себя представляет визуализатор на движке Unity? Данный визуализатор должен обрабатывать язык Пролог, который основан на языке предикатов математической

логики дизъюнктов Хорна. В процессе обработки должна генерироваться физическая модель метаграфа, в неё входят такие параметры как: позиции графов, начальные и конечные позиции связей и т.д.

Визуализатору нужно будет провести анализ и выбрать оптимальный вариант расстановки компонентов метаграфа для наилучшего понимания её человеком, а также максимальной информативности. На данный момент мы разработали систему, которая читает заранее скомпилированный текст и далее расставляет компоненты метаграфа по 3D плоскостям.

Пользователь, работающий с нашим визуализатором, имеет возможность загрузить метаграф, подробно просмотреть все его вершины, метавершины, ребра и метаребра, получить подробную информацию о каждом элементе.

Список литературы

1. Черненко В.М., Гапанюк Ю.Е., Ревунков Г.И., Терехов В.И., Каганов Ю.Т. Метаграфовый подход для описания гибридных интеллектуальных информационных систем. Прикладная информатика. 2017. №3 (69). Том 12. С.57-79.
2. Хокинг Дж. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C#. Спб.: Питер, 2016. 336 с.

УДК 004.6:330.142.211

РАЗВИТИЕ ГРАФОВОЙ МОДЕЛИ ДАННЫХ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАСТЕР-ДААННЫМИ ОБ АКТИВАХ

Д.Р. Никольский, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Системы обработки информации и управления»

nikolsky.dan@gmail.com

В настоящее время, с ростом количества обрабатываемой информации, особую остроту приобретают проблемы скорости и надёжности процессов обработки больших объемов данных в корпоративных системах. Стандартным способом обеспечения надёжности процесса является разделение обрабатываемых данных на редко модифицируемые мастер-данные, ведение которых осуществляет специально выделенный персонал, и транзакционные данные, отражающие суть выполняемых операций [1]. Структуры мастер-данных об активах характеризуются большим числом связей и наличием различных взаимосвязанных представлений мастер-данных об одном и том же парке активов. В [2] предложено использовать графовую модель данных и соответствующий инструментарий для работы с мастер-данными об активах. Свойственный графовым базам данных прямой переход между объектами обеспечивает существенный выигрыш в скорости, когда выполняются последовательные переходы между большим числом объектов, поскольку каждый такой переход требует в SQL отдельного ключевого слова WHERE и соответствующего условия.

В качестве основы для архитектуры мастер-данных об активах в корпорации с большим числом дочерних компаний и сложными отношениями собственности между ними целесообразно использовать расширенную схему владения активами, в которую входят не только все собственники и все юридические лица, независимо от размера доли собственности, но также на этой схеме должны быть представлены все договора о совместной деятельности, в которые хотя бы одна из компаний группы передала какое-либо имущество. Связи схемы владения должны содержать информацию о величине долей, оплаченной и оценочной стоимости долей. На практике часто встречаются схемы с перекрёстным владением [3] когда граф, отображающий схему владения, содержит циклы.

Для того, чтобы полностью формализовать структуру активов, на описанную схему владения должны быть наложены отношения собственности на имущественные комплексы (земельные участки, здания, сооружения, оборудование и нематериальные активы), каждый из которых может иметь неограниченное число уровней вложенности и поддерживать произвольное число типов активов.

В качестве ещё одного расширения представленной в [1] модели мастер-данных об активах предлагается возможность распределения отдельных фрагментов графа модели по разным узлам вычислительной сети. Например, описание отдельной компании и всех используемых ею материальных и нематериальных активов может располагаться на сервере, установленном на территории компании. Такое распределение мастер-данных и обязанностей по их поддержке в актуальном состоянии особенно целесообразно использовать в мультинациональных компаниях, дочки которых расположены в разных странах и, возможно, на разных континентах.

Список литературы

1. Schmidt, A., Otto, B. Enterprise Master Data Architecture: Design Decisions and Options. University of St. Gallen, 13 p. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/1670/727a0bbd4a618fa9a6f13cfd7e8dfc19dcea.pdf>, accessed 29.04.2018.
2. Сухобоков А. А., Строгонова В. И. Об одном подходе к реализации системы управления мастер-данными об активах // Программные продукты и системы. 2017. Т. 30, № 1. С. 51–60.
3. Перекрестное владение в ООО - способ обеспечения владельческого контроля // Центр структурирования бизнеса и налоговой безопасности – taxCOACH. Режим доступа: http://www.taxcoach.ru/taxbook/Perekrestnoe_vladenie_v_OOO_-_sposob_obespecheniya_vladelcheskogo_kontrolya/ (дата обращения 29.04.2018).

УДК 004.02

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

А.В. Селиверстова, К.И. Колесникова, Гарина И.О., магистранты
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
stasic7772@gmail.com
hyper1995@gmail.com
ir.garina@gmail.com

Современное предприятие представляет собой сложную систему, подсистемы которой должны согласованно функционировать для достижения эффективного управления предприятием в целом.

В последние годы в России наблюдается увеличение стоимости электроэнергии, и в то же время увеличение суммарных потерь в энергетике. В связи с этим становится значимой роль подсистемы энергосбережения, которая определяет и контролирует комплекс управленческих решений в системе энергоэффективности предприятия.

Для описания системы энергоэффективности предприятия взят N-мерный вектор управляющих показателей, соответствующих типовым подзадачам. Из всей совокупности локальных критериев управления (поставка электроэнергии необходимого объема и качества, надежность обеспечения электроэнергией, уменьшение затрат в системе и т.д.) [1] выбран критерий, отвечающий за оптимизацию потерь электроэнергии. Данный выбор обусловлен важностью повышения эффективности функционирования системы, как в

стоимостном, так и в производственном аспектах, в связи с тем, что себестоимость продукции в значительной мере зависит от стоимости потребленной электроэнергии.

Для управления сложной системой используется иерархический принцип, согласно которому управление предприятием разделяется на комплекс подзадач, в свою очередь каждая подзадача решается при помощи системы поддержки принятия решений (СППР). Так как рассматриваем энергоэффективность предприятия, была выбрана подзадача управления оптимизацией потерь электроэнергии.

В ходе исследования были поставлены следующие цели и задачи: проанализировать методы описания управления системой, а также методы оптимизации энергозатрат на предприятии, рассмотреть отдельные блоки подсистемы энергоэффективности предприятия на предмет возможности оптимизации и улучшения показателей, отвечающих за затраты электроэнергии.

По каждому блоку, определенному для повышения энергоэффективности, были определены атрибуты и их возможные значения, свойства результирующих объектов оптимизации, а также сформулированы вопросы для диалога с пользователем

В результате конструирования СППР, можно сделать следующие выводы:

1. Разработана структурно-функциональная схема СППР по повышению энергоэффективности предприятия, выявлены атрибуты системы и сконструированы правила логического вывода.
2. Разработан граф диалога с пользователем для получения значений атрибутов СППР, на основании которых, с учетом правил, заложенных в СППР, предоставляются рекомендации по производству мероприятий, повышающих энергоэффективность.
3. Итоговая система позволяет сделать выбор конкретных мероприятий по оптимизации из списка рекомендаций, если существуют ограничения по финансам, выделенным на повышение энергоэффективности.

Список литературы

1. Варламов О.О. Эволюционные базы данных и знаний для адаптивного синтеза интеллектуальных систем. Миварное информационное пространство. М.: Радио и связь, 2002. 286 с.

УДК 004.652

МЕТАГРАФОВОЕ ХРАНИЛИЩЕ В НЕРЕЛЯЦИОННЫХ СУБД

Дунин И.В., магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет «Информатика и системы управления»

johnmoony@mail.ru

Метаграф - обобщение понятия графа, допускающее хранение внутри вершин других вершин или ребер, причем вершины и ребра могут одновременно входить в несколько родительских вершин (метавершин), а ребра могут соединять вершины на произвольных уровнях вложенности. Формальное описание метаграфовой модели можно найти в работе [1].

Существуют различные способы физического хранения метаграфов, как в традиционных реляционных СУБД, так и в NoSQL решениях. Мы рассмотрим хранение метаграфов в документной и графовой моделях данных. Выделим функциональные требования к метаграфовому хранилищу:

1. Возможность хранения вершин с произвольными атрибутами;
2. Возможность хранения ребер между вершинами;
3. Хранение произвольных атрибутов в вершинах;
4. Вершины и ребра могут быть вложены в другие вершины.

В документной модели данных единицей хранения является JSON-объект, содержащий произвольное количество пар “ключ-значение”, как правило с возможностью вложенности документов [2]. Вершины метаграфа в документной модели соответствуют документам. В случае простого графа ребра можно хранить как атрибуты документов-вершин (как ссылки на соседние вершины). Однако в случае метаграфа требуется, во-первых, возможность задания ребрам атрибутов, во-вторых, вхождение ребер в метавершины. Вследствие этих требований ребра метаграфа также нужно хранить как отдельные документы. Вложенность вершин можно организовать путем хранения в родительской вершине массива идентификаторов дочерних ребер и вершин. Также для определенных задач может быть целесообразным хранение обратных ссылок в дочерних сущностях.

К достоинствам графовых СУБД можно отнести высокую скорость чтения цепочек вершин, а также наличие встроенных в СУБД высокопроизводительных операций над графами [3]. Однако для хранения метаграфа в графовой базе его потребуется привести к плоскому графу: ребра метаграфа представляются как отдельные вершины, а принадлежность ребра или вершины к метавершине задается как ребро графа СУБД. Преимуществом этой модели по сравнению с документной является возможность быстрого получения связанных вершин. При хранении метаграфа это существенно не только для выполнения характерно графовых операций (таких как определение достижимости вершин или поиск соседей), но и для получения содержимого метавершины. С другой стороны, графовые СУБД подразумевают хранение связей между вершинами в явном виде, что может негативно сказаться на занимаемом объеме. Это особенно существенно для нереляционных СУБД, которые, как правило, ориентированы на работу в оперативной памяти ЭВМ.

Список литературы

1. Черненко В.М., Гапанюк Ю.Е., Ревунков Г.И., Терехов В.И., Каганов Ю.Т. Метаграфовый подход для описания гибридных интеллектуальных информационных систем // Прикладная информатика. 2017. № 3 (69). Т. 12. С. 57–79.
2. Martin Fowler. NoSQL Distilled, O'Reilly Media, Inc., 2012. 321 p.
3. Ian Robinson. Graph Databases, O'Reilly Media, Inc., 2015. 238 p.

УДК 004.021

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ ДЛЯ ДЕКОМПОЗИЦИИ МОНОЛИТНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

В.С. Ларионов, магистрант

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

larionov.vadim@mail.ru

Большое количество интернет компаний сталкиваются с проблемами расширения и масштабируемости их веб-сервисов при использовании монолитной архитектуры приложения. Монолитным принято называть приложение, состоящее из одного большого исполняемого файла. Данный подход прост в реализации, весь код является согласованным, удобен для развёртывания, обладает хорошей производительностью в рамках одного процесса. При увеличении кодовой базы возникает сильная связность модулей, сложность изолируемости подсистем, требуется перетестирование после внесения изменений. Всё это ведёт к увеличению времени разработки нового функционала.

В ходе эволюции архитектур сначала предложена сервис-ориентированная архитектура (SOA), которая решает часть описанных недостатков, а затем микросервисная, которая задаёт тренд в разработке в настоящее время. Мартин Фаулер в

работе [1] формулирует мысль, что микросервисная архитектура — это подход в разработке единого приложения как набора маленьких сервисов, каждый из которых работает в отдельном процессе и коммуницирует с другими сервисами посредством легковесных механизмов (часто это API через HTTP). Каждый микросервис можно представить в виде отдельного сервиса, решающего одну конкретную задачу. В работе Сэма Ньюмена [2] выделяются следующие преимущества микросервисной архитектуры: слабая связность модулей, независимость набора технологий, развёртывания и масштабирования сервисов, независимость команд разработки на разных микросервисах.

Во множестве работ по миграциям к микросервисной архитектуре авторы сходят в единой стратегии: нужно постепенно перерабатывать код монолитного приложения, новый функционал добавлять в автономный микросервис, преобразовывать образующиеся модули в монолите в автономные микросервисы. Описанный подход является довольно логичным, эффективным и широко применяется в современной разработке. Но несмотря на это, главенствующую роль в декомпозиции занимает системный архитектор. Человеческий фактор может вносить как положительное влияние, так и отрицательное. Значение этих влияний напрямую коррелирует с опытом, навыками и профессиональными компетенциями архитектора.

Идея подхода основывается на свойствах микросервисов, а именно сильной связности внутри модулей и слабом зацеплении. По UML-диаграмме классов предлагается построить граф, в котором вершиной является класс (в случае объектно-ориентированных языков) либо функция (в случае императивных языков программирования). Большинство языков не допускают циклических зависимостей между модулями, поэтому граф является ненаправленным. В качестве веса рёбер предлагается использовать количество вызовов между вершинами. Т. е. если объект класса *A* вызывает методы класса *B* условно *N* раз, то вес ребра между вершинами равен *N*. Количество вызовов можно подсчитать по исходному коду приложения. Затем предлагается выполнить кластеризацию графа с целью детектирования сообществ. Оценить качество кластеризации предлагается с помощью функции Modularity либо меры F1. Вторая применяется, если системный архитектор может составить эталонное разбиение системы на кластеры.

Предложенный подход позволяет мигрировать от монолита к микросервисам на основе статического анализа кода. Таким образом, минимизируется ошибка системного архитектора.

Список литературы

1. М. Fowler. Microservices. Available at: <https://martinfowler.com/articles/microservices.html> (accessed 29.03.2018).
2. Ньюмен С. Создание микросервисов. СПб. : Питер, 2016. 304 с.

УДК 004.03

СИСТЕМА БОРЬБЫ С БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

А.А. Золотов, А.А. Третьякова, И.А. Видрашку, И.Е. Абашин, Р.З. Галимов, магистранты МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»

sasha-zolotov@mail.ru

nastijaa@mail.ru

iavidrashku@gmail.com

abashinos@gmail.com

delfin1995@yandex.ru

Существует множество различных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Все БПЛА отличаются друг от друга по принципу работы, массе, рабочей высоте и др.

параметрам. БПЛА можно разделить на пять групп от самого маленького Cheerson CX10-C (5см в диаметре) до самого большого RQ-4 Global Hawk (13,3м в длину, размах крыльев - 35м). В этой работе будут рассмотрены основные аспекты обнаружения БПЛА 1-2 групп. Рабочая высота таких аппаратов в среднем около 1 км, однако может достигать и отметки 10 км, масса до 25кг, скорость полета до 120 км/ч, средняя грузоподъемность 3-7 кг. Современные дроны представляют большую опасность, поскольку их обнаружение и идентификация является сложной и не решенной в полной мере задачей, доступны для приобретения почти каждым человеком, способны доставлять грузы, производить фото и видеосъемку [1]. Среди основных способов обнаружения среднестатистических дронов выделим: обнаружение человеком и животными, акустический, оптический, сигнальный, тепловой способы обнаружения [2]. При акустическом способе обнаружения задействованы установки улавливающие звуковые изменения и сравнивающие полученный звук с базой данных звуков лопастей различных дронов. Оптический способ подразумевает использование фото и видеооборудования. Сигнальный способ обнаружения нацелен на отслеживание появления различных сигналов (GPS, Wifi, радиосигнал, Bluetooth), с помощью которых осуществляется управление дроном. Тепловой способ обнаружения определяет БПЛА по тепловым признакам. Большинство популярных моделей небольших БПЛА (I группа) использует стандартные частоты в диапазонах 2,4 ГГц и 5,8 ГГц. Для обнаружения БПЛА этой группы лучше всего подойдет сигнальный способ. БПЛА II группы ввиду большей возможной высоты полёта чаще управляются через спутниковую связь (GPS, ГЛОНАСС), поэтому для их обнаружения лучше подойдёт оптическое сканирование атмосферы на высоте до 1км.

Система обнаружения работает по принципу многоканального обнаружения БПЛА. Сочетание сразу нескольких способов дрон-детекции — звукового [3], визуального, теплового, Wi-Fi и радиочастотного — повышает вероятность обнаружения квадрокоптера в воздухе и минимизирует количество срабатываний по непрофильным целям. В комплексную систему обнаружения входит "сверхчувствительная" оптическая камера. Дальность обнаружения БПЛА в дневное время при ясной погоде - 1 км. Оптическую дополняет камера, способная воспринимать ИК-излучение (дальность до 120 метров). В состав комплекса входят также акустические сенсоры, детекторы радиоизлучения. Отдельные методы обнаружения имеют значительные ограничения. Эффективное противодействие малоразмерным дронам возможно только путем комбинирования вышеперечисленных методов.

Список литературы

1. Артюшенко В.М., Воловач В.И., Васильев Н.А. Вероятность обнаружения беспилотных летательных аппаратов системами дистанционного обнаружения // Информационно-технологический вестник. 2017. Т.1, №1. С. 25-44.
 2. Способы обнаружения и борьбы с беспилотниками: Новости беспилотной авиации. Режим доступа: <https://rusky.ru/2017/05/14/способы-обнаружения-и-борьбы-с-беспил/> (дата обращения 18.04.2018).
 3. Машинный слух. Нейросеть SoundNet обучили распознавать объекты по звуку: Geektimes. Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/283332/> (дата обращения 18.04.2018).
-

УДК 004.8

ПОМОЩНИК СОСТАВЛЕНИЯ РЕЗЮМЕ

А.С. Абдраимова, К.Ю. Масленников, М.В. Сатова, магистранты
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатики и систем управления»
asalavatovnaa@mail.ru
kmaslennikov@yandex.ru
satovamv@mail.ru

Каждый из нас устраивался или будет устраиваться на какую-либо работу. И первая проблема, с которой может столкнуться каждый – это составление хорошего резюме по всем заранее определенным правилам. Основные критерии такого резюме перечислены в книге [2]. И как раз для того пользователя, который не хочется разбираться во всех тонкостях его построения, тратить на это занятие много своего личного времени или просто не умеющего писать собственное резюме, мы проектируем данную систему – «Помощник составления резюме».

Основная идея разработки состоит в том, что человеку предлагается в специально выделенном поле, ознакомившись с инструкцией по работе с программой, в свободном текстовом печатном формате указать о себе информацию, необходимую для трудоустройства и то, что он считает нужным, например, какую-либо личную информацию, опыт работы, определенные навыки и т.д.

По итогу введенная текстовая информация анализируется помощником, проверяется им, уточняется пользователем, если необходимо, то с помощью наводящих вопросов, и генерируется резюме на основе полученных данных с предложением актуальной профессии на основе введенных данных. В программу будет заложен семантический анализ и обработка текста на естественном языке с применением миварного подхода.

В основу данного подхода входит представление знаний в виде семантического миварного графа (вещь – свойство – отношение) [1], а также построение базы знаний, состоящей из концептов (понятий) и их определений, системных отношений и контекстов.

Определим основные функциональные возможности разрабатываемой системы:

- генерация резюме со всеми смысловыми разделами с учетом основных правил его оформления;
- подбор профессии в сфере информационных технологий по имеющимся навыкам;
- рекомендация дополнительных смежных профессий в той же сфере, анализ возможной заработной платы пользователя с учетом параметров резюме и введенных данных;
- контроль за предоставленной ключевой информацией в резюме (заполнены ли все обязательные поля: например, ФИО, образование, место жительства и т.д.);
- контроль и корректировка навыков при ошибочном их вводе;
- рекомендации по уточнению указанных данных;
- обучение системы пользователем.

Таким образом, данная система будет хорошим помощником для человека в вопросе составления резюме, а также обладать некоторыми уникальными свойствами и функциональностью по сравнению с аналогами. В дальнейшем планируется описать предметную область в соответствии со статьей [3], а также составить все необходимые глоссарии, инструкции сценарии работы, граф сценария и полностью проработать интерфейс системы, дополнительные вопросы и разрешенные символы.

Список литературы

1. Варламов О.О. Эволюционные базы данных и знаний для адаптивного синтеза интеллектуальных систем. Миварное информационное пространство. М.: Радио и связь. 2002. 282 с.
2. Добринина М., Мустафина И. Резюме, характеристики, рекомендации. Как подготовить правильно и быстро. М.: Инфра-М. 2013. 128 с.
3. Ревунков Г.И., Маслеников К.Ю. Построение модели предметной области автоматизированных систем. Информационно-измерительные и управляющие системы. Т.14. №12, 2016. с. 51-53.

УДК 004.04

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МИВАРНОГО ПРОСТРАНСТВА ПРАВИЛ ВЫБОРА ТИПА СУБД НА ОСНОВЕ ДАННЫХ КСАМ

О.Ю. Ермаков, магистрант,

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

ihelos.ermakov@gmail.com

А.А. Паничкина, магистрант

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

annjellyiu5@gmail.com

В рамках проектирования «миварного» пространства нужно описать переменные и правила разрабатываемой предметной области [1].

На основе данных, получаемых из модуля ввода комплекса систем автоматизированного моделирования [2], можно выделить следующую информацию о проектируемой системе:

1. Атрибуты (P1) – минимальная описываемая единица схемы базы данных, характеризующая размер и тип информации, содержащейся в поле.
2. Таблицы (P2) – совокупность атрибутов, объединенных одним именем.
3. Запросы (P3) – информация о запросах, производящихся к базе данных, включающая в себя информацию о атрибутах, участвующих в проекциях, селекциях, сортировках или группировках, информацию о соединениях таблиц, а также об агрегатах, получаемых в результате выполнения запрос.
4. Ограничения оперативной памяти (ОП) системы (P4) – максимально допустимая конфигурация оперативной памяти, которая допустима на кластере, на котором будет разворачиваться база данных.
5. Объем базы данных (P5) – физический объем, занимаемый данными.
6. Используются только первичные ключи (P6) - факт использования в селекциях запросов только тех атрибутов, которые являются первичными ключами.
7. Среднее количество таблиц, используемых в селекциях запроса (P7) – среднее количество уникальных таблиц, атрибуты из которых участвуют в селекциях описанных запросов.
8. Среднее количество таблиц, используемых в проекции запроса (P8) – среднее количество уникальных таблиц, атрибуты из которых участвуют в проекциях описанных запросов.
9. База помещается в ОП (P9) – факт возможного размещения всей базы данных в оперативной памяти кластера.

Рассмотрим правила, описывающие основные взаимосвязи между параметрами системы:

1. $P_5 = R_1(P_1, P_2)$ – объем занимаемый базой данных рассчитывается как сумма объемов всех таблиц, включенных в базу. Объем таблицы рассчитывается как количество строк в таблице, умноженный на средний размер кортежа.

2. $P_6 = R_2(P_1, P_2, P_3)$ – на основе информации об атрибутах, участвующих в селекциях запроса, а также информации об атрибутах, можно установить факт использования в запросах только тех полей, которые являются первичными ключами.

3. $P_7 = R_3(P_1, P_2, P_3)$ – на основе информации о полях, участвующих в селекциях запроса, а также информации об атрибутах в таблицах, можно установить среднее количество уникальных таблиц, используемых в селекциях запросов.

4. $P_8 = R_4(P_1, P_2, P_3)$ – на основе информации о полях, участвующих в проекциях запроса, а также информации об атрибутах в таблицах, можно установить среднее количество уникальных таблиц, используемых в проекциях запросов.

5. $P_9 = R_5(P_4, P_5)$ – на основе предполагаемого объема базы данных и ограничений ОП кластера можно сделать заключение о возможности размещения всей БД в ОП системы.

Для каждого из правил можно описать обратные правила. Так, если перед проектировщиком стоит задача об использовании только первичных ключей в селекциях запросов (что может быть актуально в случае использования key-value СУБД), то при введении информации о запросах в систему, будут сразу наложены ограничения на поля, участвующие в фильтрациях.

Список литературы

1. Варламов О.О. Эволюционные базы данных и знаний для адаптивного синтеза интеллектуальных систем. Миварное информационное пространство. М.: Радио и связи, 2002.
2. Ермаков Е.Ю., Ермаков О.Ю., Паничкина А.А. Проектирование, реализация и внедрение в эксплуатацию комплекса систем автоматизированного моделирования // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. № 4. С. 139 - 148.

УДК 004.031.43

ОБЗОР СИСТЕМ СЕМАНТИЧЕСКОГО ПОИСКА

Н.А. Дьякова, магистрант

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

nadya1993_08@mail.ru

С.Н. Киселев, магистрант

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

kiselefsergey@gmail.com

На современном этапе развития информационных технологий в качестве одного из основных инструментальных средств проведения навигации и поиска Интернете необходимых информационных ресурсов являются поисковые системы. Их работа основана на использовании ключевых слов. При этом современные поисковые системы работают таким образом, что при определении смысла запроса система ограничивается только лишь введенным пользователем словом или словосочетанием [1]. Однако в информационном поиске не учитываются семантические аспекты понятий, включенных в запрос. Главной задачей при работе поисковой системы является нахождение и выдача пользователю максимально релевантных результатов.

Целью данной работы является анализ систем семантического поиска.

Система Ask.com использует семантические технологии для вывода релевантных ответов на запросы пользователей. В настоящее время она считается одной из лучших систем типа «вопрос–ответ» [3]. Технология, реализованная в системе, позволяет автоматически выявлять пары вопрос/ответ из сети Интернет, и эти данные в дальнейшем будут доступны для поиска. Приведен список семантических технологий, которые реализованы в системе Ask.com.

True Knowledge использует другой подход к выдаче прямых ответов. Ответ производится на основе сохраненных фактов (триплеты в формате субъект–предикат–объект) и правила логического вывода.

Семантический поиск «Королёв»: смысловой алгоритм от Яндекса. Целевое назначение «Королёва» – оптимизация процессов изучения пользовательских запросов, сформулированных посредством естественного (широко потребляемого) языка. Приведено расширенное разъяснение принципов работы алгоритма «Королёв» и показаны примеры результатов выдачи.

Для улучшения качества поисковой выдачи крупнейшие поисковики используют семантические базы знаний [2].

При выдаче поисковой системой информации об объекте поиска, собранной из семантических баз фактов, улучшается взаимодействие пользователя с системой, так как ему не нужно переходить по ссылкам для поиска фактов.

Факты хранятся в виде модели Resource Description Framework, что позволяет подвергать их машинной обработке.

Для пополнения новейших семантических баз фактов используется алгоритм автоматического сбора информации из всемирной паутины.

С помощью семантических технологий может быть добавлена еще одна метрика для выдачи ответов на поисковые запросы, не связанная с популярностью страниц сайтов. Она основана на достоверности размещенной информации на сайте.

Популярность и достоверность не всегда коррелируют между собой.

Поисковая система Google не является в чистом виде семантической поисковой системой, она использует статистические данные, сезонные тенденции, машинное обучение. Ответ на любой запрос основан на агрегированной информации миллионов пользователей.

Список литературы

1. Бородащенко А.Ю. Модели и алгоритмы семантической фильтрации текстовой информации в информационно-аналитических системах предприятия. Орел, 2016
 2. Тузовский А.Ф. Обзор подходов к семантическому поиску документов // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2015 Т. 2. № 2. С. 109-111.
 3. Нгуен Б.Н. Обзор подходов семантического поиска // Доклады ТУСУР. 2015. № 2(22). Ч. 2. С. 234–237.
-

УДК 004.891.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ В «УМНОМ ДОМЕ»

Юдин И.А., Комар М.В., Лацын Н.Д., Зинченко Д.А., магистранты
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»,

bismarkyudin@yandex.ru

latsynn@mail.ru

zindeimon@gmail.com

«Умный дом» — это сложная концепция, которая позволяет объединить разнообразные бытовые приборы и устройства в единую систему и автоматизировать ее.

Экспертная система – программное средство, которое использует знания специалиста-эксперта для обеспечения быстрого принятия решений неформализованных задач в узкой предметной области.

Система умного дома позволяет собирать с различных датчиков множество данных, которые зачастую очень сложно анализировать из-за большого количества возможных вариаций показаний с различных датчиков. С анализом такого большого количества информации может помочь экспертная система.

В проектируемой экспертной системе была рассмотрена двухкомнатная квартира, в которой в каждой комнате которой установлен набор датчиков (света, влажности, движения, температуры, дождя и т.д.).

С этих датчиков поступает большое количество необработанных данных, и пользователь не может сам моментально оценить обстановку.

Показания датчика могут быть обусловлены множеством факторов, а значит пользователю необходимо делать вывод из множества показаний.

Сама по себе система умного дома достаточно сложна, и сразу сориентироваться в ней не получится. Также остается вероятность человеческой ошибки при эксплуатации ПО: можно просто забыть о каких-либо событиях или вариантах.

В данной системе можно отслеживать показания множества датчиков умного дома одновременно, программировать промежуточные состояния системы для оптимизации скорости ее работы и интуитивности для пользователя, а также прописывать различные сценарии поведения для соответствующих событий.

Запуск сценария производится простым вызовом нужного URL-адреса в соответствующей сети. Реализация системы позволяет легко выполнять их извне.

Существует две схемы подключения экспертной системы к умному дому:

- Без обратной связи. Особенность заключается в том, экспертная система берет на себя принятие решения;

- С обратной связью. Особенность заключается в том, что решение принимает умный дом. То есть экспертная система запустит сценарии, которые могут быть какими угодно, начиная от выполнения решения, заканчивая простыми оповещениями.

Второй способ является более предпочтительным, здесь необходимо решить, что же все-таки главнее: умный дом или экспертная система.

Входными данными нашей экспертной системы будут являться числовые данные и другие параметры, предоставляемые ей системой умного дома с датчиков, установленных в квартире и ближайшем окружении. Выходные данные будут представлять собой реакции системы на создаваемые в тестовом окружении или уже в процессе применения ситуации и разделяться на сообщения, направляемые пользователю, и самостоятельные действия, в зависимости от конкретного сработавшего правила.

База знаний, по которой работает экспертная система, здесь представляет собой набор правил - своеобразные пути от входных данных к выходным, т.е. наборы условий,

при которых системой будет выполняться определенное заранее действие. Само действие может быть сколь угодно сложным: от изменения значения внутренней локальной переменной для срабатывания другого правила, своеобразной цепной реакции, до, теоретически, самостоятельного направления обращения в экстренные службы для уведомления о чрезвычайной ситуации по месту развертывания.

Несмотря на то, что отдельно взятое правило структурно элементарно, база знаний должна разрабатываться несколькими специалистами с оглядкой на множество факторов, например, место развертывания системы, условия внешней среды и т.д. Очевидно, что разработанная база знаний должна перед запуском также быть согласована с заказчиком, хозяином «умного дома».

Список литературы

1. Интернет-источник: «Что такое система умный дом и пример ее реализации» <https://www.asutpp.ru/elektrika-v-kvartire/sistema-umnyj-dom.html> (дата обращения на сайт 25.04.2018)
2. Интернет-источник: «Коротко и понятно об экспертных системах» <http://www.aiportal.ru/articles/expert-systems/short-about-expsys.html> (дата обращения на сайт 24.04.2018)
3. Интернет-источник: «Понятие и назначение экспертной системы» <https://studfiles.net/preview/5616228/> (дата обращения на сайт 24.04.2018)

УДК 004.89

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЫБОРА КОМПЛЕКСА ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ПЭВМ

И.В. Булгакова, И.А. Тихонов, А.А. Чаадаев, А.О. Ходько, магистранты
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
irinabulgakovasport@mail.ru
quiteman@mail.ru
perfectgentleman.de@ya.ru
khodko.alex@gmail.com

Целью работы являлось проектирование системы для определения необходимых потребителю программно-аппаратных характеристик, которые в дальнейшем могут быть задействованы в веб-сервисах для подбора конкретной модели ПК. Рассмотрены следующие задачи:

- выбор классификации целей и задач пользователей
- выбор набора характеристик аппаратного и программного обеспечения ПК
- описание правил выбора конфигурации ПК

В рамках данной работы описана полученная вопросно-ответная система (ВОС) с использованием моделей формул [1] для определения необходимых потребителю программно-аппаратных характеристик, которые могут в дальнейшем использоваться в веб-сервисах по подбору конкретной модели компьютера. Система позволит снизить риск нежелательных материальных и временных затрат при выборе оборудования.

В ходе описания вопросно-ответной системы определены основные направления деятельности пользователей ПК:

- досуг (интернет, игры, офис, мультимедиа);
 - работа (интернет, офис, разработка, дизайн);
 - учеба (интернет, офис, специальные программы);
 - сервер (файловый, мультимедийный).
-

Каждое направление включает в себя собственный набор задач, например, досуг может подразумевать использование интернет-браузера для просмотра веб-страниц, либо для запуска требовательных компьютерных игр. Разработка же может потребовать наличие среды, например Visual Studio, которая требует большое количество как оперативной памяти, так и места на диске в зависимости от дополнительных установленных компонентов.

В рамках данной работы, принято решение использовать миварный подход, объединяющий в себе функции анализа и хранения данных [2].

Формализованы правила описания конфигурации ПК, связывающие цели, задачи и характеристики:

- 1) Если цель = учеба и задача = Интернет, ПО = Google Chrome или Mozilla или Safari => нересурсоемкое
- 2) Если цель = учеба и задача = Рисование, ПО = Paint или PhotoShop или CorelDraw => среднересурсоемкое
- 3) Если цель = работа и задача = Разработка, ПО = Visual Studio или 1С или Android Studio или IBM Architect => сильноресурсоемкое

Также, описан вывод выходных параметров, а именно характеристик итоговой конфигурации компьютера, путем использования формата JSON с целью последующего использования в веб-сервисах по подбору конкретной модели ПК.

Список литературы

1. Девятков В.В. Системы искусственного интеллекта. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 352 с.
2. Варламов О.О. Практическая реализация линейной вычислительной сложности логического вывода на правилах «если-то» в миварных сетях и обработка более трех миллионов правил // Автоматизация и управление в технических системах: Электронный журнал. Режим доступа: [http://auts.esrae.ru/pdf/2013/1\(3\)/66.pdf](http://auts.esrae.ru/pdf/2013/1(3)/66.pdf) (дата обращения 11.04.2018).

УДК 004.67::334.75

МЕТОД ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ РАЗМЕРНОСТИ МАТРИЦ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ЦЕПОЧЕК ПОСТАВОК

И.М. Красненков, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Puя.krasnenkov@mail.ru

С.Н. Романцов, магистрант

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

vvitniss@yandex.ru

Актуальным вопросом на сегодняшний день является оптимизация цепочек поставок. Одной из ключевых проблем в решении этих задач является большой объем данных, обусловленный высокой размерностью используемых матриц [1, 2]. В нашей работе, мы предлагаем ввести этап предварительной обработки графа модели цепочек поставок, позволяющий сократить размерность используемых матриц без ухудшения качества последующей оптимизации. С этой целью мы предлагаем ввести, так называемые функции ценности узла. Рассмотрим их на небольшом примере условной компании, для которой необходимо оптимизировать цепочки поставок.

Предположим в компании есть несколько поставщиков, промежуточных дистрибуторов и конечных дистрибуторов. Между этими элементами существуют связи (далее пути), которые можно представить дугами графа цепочек поставок. Центры

производства и дистрибуции, которые представляют собой узлы графа, имеют определенный набор показателей, таких как: производственная мощность, затраты на производство или дистрибуцию, использование сырья при производстве единицы продукции и др. Кроме того процесс на каждом узле характеризуют закупочные и отпускные цены. Для мультинациональных цепочек поставок цены являются переменными и тоже подлежат оптимизации. При оптимизации цепочки поставок, конечно, можно перебрать все возможные варианты, но при наличии большого количество путей между узлами, обработка значительно усложняется. В связи с этим мы предлагаем, просчитать функции ценности для каждого типа элемента цепочки поставок. Так, например, функция ценности узла в составе мультинациональной цепочки может быть представлена как интервал со следующими границами:

$$f_{\min}(x) = \left(\frac{N * P_{\min} * E}{Tax} - L \right) * H_n, \quad f_{\max}(x) = \left(\frac{N * P_{\max} * E}{Tax} - L \right) * H_n$$

где $f_{\min}(x)$ – функция ценности при минимальном значении показателей;

$f_{\max}(x)$ – функция ценности при максимальном значении показателей;

N – производственная мощность поставщика (в шт.);

E – доля возможного принятия товара в следующий узел (в процентах).

$$E = \frac{C}{N},$$

где C – вместимость следующего узла;

L – транспортные расходы (в денежных единицах);

P – трансфертная цена передачи из одного узла в другой (в денежных единицах);

H_n – мультипликатор ценности следующего узла;

Tax – ставка налога на прибыль.

Просчитав все функции ценности узлов, получающих товары из данного узла, мы сможем явно определить потенциально более выгодные пути. Далее, просчитав все узлы графа и имея рассчитанные значения функций, можно сокращать число рассматриваемых путей в графе, выбирая данные по функциям ценности ползунком, либо по уникальным значениям, либо по интервалам. При таком подходе, есть вероятность, что в результате сокращения числа возможных путей могут пропасть пути «уникальных» поставщиков, которые по функции ценности являются самыми не выгодными, но производят уникальный товар, который является ключевым компонентом, чтобы устранить это, мы предлагаем добавить на этапе предварительной обработки дополнительное ограничение на минимальное количество путей из отдельного узла.

Список литературы

1. Tikhonov I. Using Big Data for the optimization of internal supply chains of multinational companies. *Cloud of Science*. 2015, vol. 2, no. 3, pp. 419–429.
2. Сухобоков А.А., Сухобоков А.В., Лахвич Д.С., Тихонов И. В. Проблемы и перспективы создания APS для мультинациональных компаний // Программные продукты и системы. 2016. Т. 29, № 4. С. 5–14.

УДК 004.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКИЯЖА ПО ФОТОГРАФИИ

М.А. Белянова, магистрант

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

flerchy@gmail.com

Задача состояла в том, чтобы определять наличие или отсутствие макияжа, и в случае его наличия – цвет используемого средства нанесения макияжа. Успешным

считалось достижение точности классификации больше 80%. Определялось два различных свойства – накрашены или нет глаза и накрашены или нет губы. В случае, если накрашены, определялся цвет.

Обучение нейронной сети проводилось на фотоизображениях из четырёх источников: MIW [1], VMU [1, 2], YMU [2], MIFS [3], общее количество изображений составляло 1020 штук, размеченных по наличию и отсутствию макияжа (для задачи бинарной классификации). Использование свёрточных нейронных сетей представлялось затруднительным ввиду маленького размера обучающей выборки, так что был предложен следующий метод выделения значимых параметров модели (пикселей на изображении).

С помощью предобученной на ImageNet свёрточной нейронной сети определялись координаты и значимые ориентиры лица (глаза, нос, линия рта, линия подбородка, брови), на основе этих ориентиров определялись необходимые полигоны: веки и губы. Определение значимых участков лица проходило следующим образом. Для глаз составлялся полигон из верхних точек глаза и точек брови, затем внутри прямоугольника, образованного точкой с координатами (x_{min} из всех точек полигона и y_{max}) и точкой с координатами (x_{max} ; y_{min}) последовательно проходились все пиксели и определялась принадлежность заданному n точками полигону.

Сегментация губ проходила автоматически, таким образом можно было просто выбрать пиксели из заданных полигонов. Из выделенных полигонов точки преобразовывались в отсортированный список фиксированного размера и передавались на вход нейронной сети. Таким образом было произведено уменьшение пространства признаков, за счёт чего удалось добиться более высокой точности работы модели при маленьком размере обучающей выборки.

Для век и губ использовались две различные модели полносвязной нейронной сети из 3х слоёв с вариациями по количеству нейронов в каждом слое и различными функциями активации. Для век удалось добиться точности в 81% на тестовой выборке, для губ в 77%. Более низкая точность определения наличия или отсутствия макияжа на губах связана в первую очередь с тем, что в обучающей выборке присутствовали не только губы, накрашенные яркой помадой, но и губы, накрашенные блеском или помадой натурального цвета, что проблематично в определении даже для человека.

При определении наличия макияжа на губах и на веках проводилось определение цвета используемой помады или теней методом вычитания усреднённого цвета век и губ без макияжа из цвета век и губ на текущем фотоизображении.

По результатам работы был сделан чат-бот, принимающий на вход фотографию и возвращающий два параметра: наличие или отсутствие на фотографии макияжа на глазах и на губах, и при наличии – цвет используемой косметики.

В дальнейшем предполагается развитие модели, сбор и разметка обучающей выборки для улучшения качества определения признаков, а также для возможности использования более продвинутых архитектур нейронных сетей.

Список литературы

1. C. Chen, A. Dantcheva, A. Ross. Automatic Facial Makeup Detection with Application in Face Recognition // 6th IAPR International Conference on Biometrics (ICB): proc. (Madrid, Spain, June 2013).
2. C. Chen, A. Dantcheva, A. Ross. An Ensemble of Patch-based Subspaces for Makeup-Robust Face Recognition // Information Fusion Journal. 2016. Vol. 32. pp. 80 - 92.
3. C. Chen, A. Dantcheva, T. Swearingen, A. Ross. Spoofing Faces Using Makeup: An Investigative Study // 3rd IEEE International Conference on Identity Security and Behavior Analysis (ISBA): proc. (New Delhi, India), February 2017.

УДК 004.035

ПОДХОДЫ, ПУТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ПО ОТОБРАЖЕНИЮ МОДЕЛИ МЕТАГРАФА

З.Д. Кадиев, магистрант

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

zz600571@gmail.com

В настоящее время модели сложных сетей находят все большее применение в различных областях технологий, технических и естественных наук. Одной из моделей сложных сетей является метаграф. Данная модель отлично подходит для описания сложных сетей, как средство для описания семантики и прагматики информационных систем, как инструмент для построения гибридных информационных систем [2]. На кафедре «Системы обработки информации и управления» в качестве формализма для языкового описания был предложен предикатный язык [1]. В то же время, в силу своей обобщенности метаграфовая модель не имеет необходимого представления, необходимого для машинной обработки на вычислительных устройствах.

Метаграфовая модель является сложной сетевой моделью. В силу своей обобщенности и остальных свойств модели, например таких, как вложенность метавершин и метаребер, возможность объединения внутри метавершины различных фрагментов метаграфа, находящихся на разных уровнях вложенности, изоморфное представление модели на вычислительных устройствах является сложной задачей. Требуется поиск различных подходов, математических моделей или некой их комбинации для реализации модели и ее функциональности [1].

Ограниченность матричного представления

Обычные графы имеют свое представление и обрабатываются на компьютерах уже достаточно давно. Для представления необходима матрица смежности ориентированного либо неориентированного графа. Также могут быть полезными матрицы инцидентности, валентности. Матричная модель полностью отражает граф. На вычислительных устройствах, используя матричную модель, реализовано множество алгоритмов обработки графа: поиска в глубину и ширину, поиска наименьшего пути и т.д. Но для представления метаграфов матричной модели недостаточно. Модель не предполагает вложенности и неограниченности организации подмножеств, так же, как и обобщенных связей между элементами модели.

Идея подхода основывается на представлении метаграфов в виде системы n -мерных тензоров [3]. Свойства, вершины и связи в метаграфе могут быть представлены n -мерными векторами и их комбинациями. Все операции поверх метаграфов также будут переведены на новую модель, которая полностью отобразит сложную модель сети метаграфа. Модель сложна для представления и разработки для человека, так как приходится работать с n -мерной вложенностью и векторами и человек с трудом может представить, говоря о сложности в человеческом представлении и визуализации n -мерных векторов.

Метаграфовая модель является мощным инструментом для многих областей применения. Для работы необходимо разработать представление, которое бы полностью ее отражало. Матричная модель не подходит так как имеет ряд ограничений. Также рассмотрена возможность применения тензоров для их преодоления.

Список литературы

1. Гапанюк Ю.Е., Ревунков Г.И., Федоренко Ю.С. Предикатное описание метаграфовой модели данных. Информационно-измерительные и управляющие системы. 2016. Вып. № 12. С. 122-131.

2. Черненко В.М., Гапанюк Ю.Е., Ревунков Г.И., Терехов В.И., Каганов Ю.Т. Метаграфовый подход для описания гибридных интеллектуальных информационных систем. Прикладная информатика. 2017. № 3 (69). Т. 12. С. 57–79.
3. Горлач Б.А. Тензорная алгебра и тензорный анализ: учебное пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2015. 160 с.: ил. (Учебники для вузов. Специальная литература).

УДК 004.08

СУБД SciDB. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ С АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ ТИПАМИ СУБД

И.И. Семенченко, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатики и систем управления»

dev.ivanssem@gmail.com

На данный момент в мире стоит острая проблема - информационный бум. Если темпы роста увеличения генерации количества информации человечеством сохранятся, в ближайшие десятилетия существующие хранилища данных не смогут вмещать всю информацию, генерируемую людьми. Одной из основных причин разработки SciDB является создание хранилища, способного хранить и обрабатывать экстрабольшие объемы данных (порядка сотен петабайт). В первую очередь речь идет о научных данных, которые являются неизменными.

SciDB - хранилище, оптимизированное для единовременной записи мало структурированных данных и их последующего интенсивного чтения. Хранение данных организовано в виде многомерных вложенных массивов.

SciDB использует архитектуру независимых узлов. Она подразумевает, что узлы не имеют общей памяти или дискового пространства и в системе отсутствует единый центр, что, в свою очередь, ведёт к очень простой и естественной масштабируемости. Это решение обусловлено тем, что количество устройств, способных хранить в себе данные растет гораздо быстрее, чем максимальный объем данных, которые может вместить в себе одно хранилище. Еще одним важным преимуществом данной СУБД перед реляционными СУБД в плане эффективного хранения больших объемов данных является то, что вместо модели ACID здесь используется модель BASE. Отход от механизма транзакций позволил существенно повысить производительность SciDB и облегчить масштабирование.

Основной недостаток, который есть у данной СУБД в связи с отходом от модели ACID - сложность сохранения целостности данных при их изменении. Этот недостаток не является значительным, потому что SciDB в первую очередь предназначена для малоизменяемых данных. И скорость их обработки ставится на первое место.

На данный момент модель хранения на основе многомерных массивов - не единственная модель. Активно развиваются модели на основе гиперграфов и метаграфов. Это обусловлено в первую очередь тем, что у хранения данных в многомерных массивах есть ряд недостатков:

- Отсутствие возможности создания структур данных со сложными и нетривиальными связями. Ячейка в массиве содержит лишь часть данных, в отличие от вершины графа, которая может содержать в себе информацию о связях с произвольными ячейками [1]. И поэтому на основе метаграфов можно создавать гораздо более сложные структуры данных [2].

- Сложность хранения разнотипных данных. Для быстрого доступа по индексу, каждая ячейка с данными должна занимать определенный объем. Поэтому для хранения разнотипных данных нужно решать проблему их хранения в идентичных ячейках.

Основным преимуществом хранения данных в виде многомерных массивов можно отнести высокую сжимаемость данных. Поэтому для хранения огромных объемов однотипных, малоизменяемых данных при реализации SciDB была использована именно структура на основе многомерных массивов. Однако на основе анализа вышеперечисленных преимуществ и недостатков можно сделать вывод, что структуры данных на основе метаграфов могут эффективнее хранить данные с более сложной структурой. Что в свою очередь позволит создавать сложные системы данных, например гибридные интеллектуальные системы [1]. Для реализации таких систем необходимо как хранение больших объемов данных, так и хранение, и изменение их сложной структуры.

Список литературы

1. Черненький В.М., Гапанюк Ю.Е., Ревунков Г.И., Терехов В.И., Каганов Ю.Т. Метаграфовый подход для описания гибридных интеллектуальных информационных систем. Прикладная информатика. 2017. № 3 (69). Том 12. С. 57–79.
2. Черненький В.М., Терехов В.И., Гапанюк Ю.Е. Представление сложных сетей на основе метаграфов // Нейроинформатика-2016. XVIII Всероссийская научно-техническая конференция. Сборник научных трудов. Ч. 1. М.: НИЯУ МИФИ, 2016. С. 173-178.

УДК 004.021

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОБУЧАЮЩЕГО ВЕКТОРА ПРИ ОБРАБОТКЕ АУДИОФАЙЛОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

А.Д. Стихарный, магистрант

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

sasha_stihar@mail.ru

В рамках развития рынка цифровой дистрибуции музыкальной продукции у потребителей растет запрос на построение качественных рекомендательных систем. Под словом "качественные" следует понимать системы, принимающие решения на базе непосредственно музыкального ряда без использования метаинформации. Поскольку музыкальные предпочтения достаточно сложно формализовать, то в качестве основы такой системы следует брать нейронную сеть. Задача подбора музыкальных композиций, по сути, сводится к задаче классификации. В качестве такого классификатора выступает классический перцептрон с одним скрытым слоем. На вход ему подается вектор фиксированной длины, который характеризует определенную музыкальную композицию. Статистический подход в формировании такого вектора подразумевает описывание амплитудно-частотных характеристик во времени. Такой подход показал свою работоспособность, но обладает плохой масштабируемостью, так как не существует четких критериев, по которым следует выделять исследуемые фрагменты. Кроме того, возникают проблемы связывания таких фреймов. В итоге, работа ведется с большими временными интервалами, что ведет к возможной потере важных особенностей.

В ходе эволюции нейронных сетей возникла их особая разновидность - Рекуррентные нейронные сети (Recurrent Neural Network, RNN). RNN — класс моделей машинного обучения, основанный на использовании предыдущих состояний сети для вычисления текущего [1]. Такие сети применимы для работы с последовательностями значений нефиксированной длины, как, например, аудио данные, и частично решают описанные проблемы.

В 1997 году Зепп Хохрайтер (Sepp Hochreiter) и Юрген Шмидхубер (Jürgen Schmidhuber) представили особую разновидность RNN, способную к обучению долговременным зависимостям и получившую название LSTM (Long Short-Term Memory — долгая краткосрочная память) [2]. LSTM-сеть хорошо приспособлена к

обучению на задачах классификации, обработки и прогнозирования временных рядов в случаях, когда важные события разделены временными лагами с неопределённой продолжительностью и границами.

Идея подхода основывается на применении в качестве классификатора LSTM сеть. Ее свойства позволяют подавать на вход вектора, описывающие малые временные интервалы. Для этого необходимо провести разбиение на N снимков длиной 4096 семплов, каждый из которых приводится в АЧХ при помощи FFT – преобразования. Это преобразование, по сути, превращает временной ряд в набор амплитуд разных частот, из которых состоит временной ряд. Данная длина снимка обеспечивает оптимальное разрешение как по частоте, так и по времени. Для файла с частотой дискретизации 44.1 кГц — 11 Гц и 93 мс. Полученный после преобразования набор значений и является обучающим вектором.

Предложенный подход позволяет работать с более короткими временными интервалами с учетом их последовательности, что улучшает детализацию временного ряда. Кроме того, уменьшается количество вычислений при формировании обучающих векторов по сравнению со статистическим методом. Таким образом, улучшается точность предсказаний системы.

Список литературы

1. Elman J. L. Finding structure in time // Cognitive science. 1990. Vol. 14, no. 2. Pp. 179–211.
2. Hochreiter S., Schmidhuber J. Long short-term memory // Neural computation. 1997. Vol. 9, no. 8. Pp. 1735–1780.

УДК 004.8

ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ

А.С. Орехов, магистрант,

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

leha.asd95@mail.ru

Введение

Обучение с подкреплением основано на марковских процессах принятия решений. Оно представляет собой взаимодействие среды и агента, при этом агент совершает определенные действия, а среда отвечает на действия агента сигналами подкрепления. Обучение с подкреплением является общим случаем обучения с учителем, где учителем является среда, которая посылает сигналы для обучения. Одним из основных преимуществ обучения с подкреплением является отсутствие множества связей между системой и агентом обучения. Главной целью обучения с подкреплением является выбор действия, которое максимизирует долгосрочный выигрыш из данного состояния.

Переобучаемость

В обучение с подкреплением, как и в обучении с учителем существуют проблемы с переобучаемостью системы. Если хорошо обученную в одной среде систему переместить в незнакомую для нее среду, то она будет обучаться новой системе намного дольше, даже при том, что правила самой системы остались неизменными. Кроме самой проблемы переобучаемости, есть проблема смены правил, мы не можем менять правила системы во время обучения. Конечно, можно задавать новые правила через вознаграждения от среды, но данный способ достаточно сильно замедляет систему, особенно если она уже обучена с другой функцией вознаграждения.

Баланс разведки и эксплуатации

Агент должен определить продолжать ли ему работать по проверенной схеме или выбирать новые действия, которые являются менее эффективными по сравнению с уже

изученными. Если убрать возможность выбирать менее эффективные действия, то мы достаточно быстро найдем алгоритм, но он будет не оптимальным по отношению к возможным. Для таких целей существует ϵ - жадный алгоритм, в зависимости от некоторой переменной ϵ , агент выбирает менее выгодное действие, при котором он изучает не рассмотренные варианты событий. Существует также вариация мягкого максимума, данный метод предоставляет уменьшение вероятности выбора менее эффективного варианта со временем.

Проклятие размерности

Термин проклятия размерности ввел Ричард Беллман в 1961 году. Данный термин описывает ситуацию, когда вычислительные потребности компьютера растут в геометрическом порядке по сравнению с числом состояний. Для итерационных уравнений Беллмана каждое состояние было пройдено бесконечное число раз. Это условие необходимое для сходимости уравнений. При том что каждое состояние должно быть пройдено бесконечное количество раз, у нас должны быть бесконечное количество действий пользователя, либо возможность сгенерировать их.

Заключение

Большинство проблем обучения с подкреплением связано с увеличением размерности системы. На данный момент оптимальным решением таких задач является декомпозиция и создание гибридной системы. Проблема разведки и эксплуатации связана с проблемой переобучаемости. Обучение с подкреплением оптимально работает для последовательных систем, когда в результате мы должны получить стратегию действий из каждого состояния системы. Из определения марковских процессов на систему не должны влиять прошлые состояния. Кроме этого, у нас должна быть возможность получить большое количество данных для обучения.

Список литературы

1. Саттон Р. С., Обучение с подкреплением / Р. С. Саттон, Э. Г. Барто; Пер. с англ. Е. О. Романова под ред. Ю. В. Тюменцева. М. : Бином. Лаб. знаний, 2017.
2. Беллман Р., Динамическое программирование М.: Иностран. лит-ра, 1960.

УДК 004.056.55

СИСТЕМА АУТЕНТИФИКАЦИИ НА JSON WEB TOKEN

Е.А. Григорьев, Д.М. Петропавлов, В.Е. Попков, студенты
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиотехнический»
egrigorew0@yandex.ru
wonder1224@yandex.ru
ise3201@yahoo.com

Токен – устройство, которое предназначено для обеспечения информационной безопасности пользователя, используется для идентификации его владельца.

JSON Web Token (JWT) – открытый стандарт для создания токенов доступа, основанный на JSON формате, и используется для передачи данных в клиент-серверных приложениях. Токен создается сервером, подписывается секретным ключом и передается клиенту, который использует данный токен для подтверждения своей личности.

JWT состоит из трех частей: header (заголовок), payload (полезная нагрузка) и signature (данные шифрования). Header и payload – JSON объекты определенной структуры. Третий элемент вычисляется на основании первых и зависит от выбранного алгоритма. Токен может быть перекодирован в компактное представление.

Заголовок состоит из двух полей: типа токена и алгоритма хэширования подписи (официальный сайт jwt.io предлагает два алгоритма хэширования). Можно использовать любой алгоритм с приватным ключом.

Payload – это данные, которые передаются в токене, стандарт предусматривает несколько зарезервированных полей. Payload не шифруется при использовании токена, поэтому в нем нельзя передавать данные, которые не должны попасть в открытый доступ.

В поле signature хранится подпись, которая вычисляется на основе заголовка и нагрузки. Следовательно, если попытаться изменить данные в токене, то невозможно изменить подпись, не зная приватного ключа.

Рассмотрим возможные атаки и способы защиты от них.

1. Удаление подписи.

JSON токен состоит из трех частей, которые кодируются независимо друг от друга. Таким образом, становится возможным удалить подпись из токена и изменить заголовок, сделав JWT не подписанным. Если на сервере не стоит проверка на наличие подписи у токена, то злоумышленник может указывать собственные значения в полезной нагрузке. Проблема решается простым отбрасыванием не подписанных объектов.

2. CSRF (Межсайтовая подделка запросов).

Вид атак на посетителей веб-сайтов, использующих недостатки протокола HTTP. Одним из методов борьбы с CSRF является добавление специальных заголовков с зашифрованной информацией, подтверждающей отправку запроса с доверенного сервера. Таким образом, если JWT используется не в качестве cookie, то CSRF атака становится невозможной.

3. XSS (Межсайтовый скриптинг).

Тип атаки на веб-системы, заключающийся во внедрении в выдаваемую веб-системой страницу вредоносного кода и взаимодействии этого кода с веб-сервером злоумышленника.

Авторы произвели разработку мобильного приложения, которое позволяет заниматься редактированием постов, отправляемых в группу в социальной сети «ВКонтакте». Принцип работы механизма авторизации данного приложения состоит в том, что проверяется поле токена, происходит проверка подписи, в случае успешной проверки разрешается доступ к БД. Особенностью авторизации является то, что она реализована для использования с REST API сервера.

Список литературы

1. J. Bradley, N. Sakimura, M. Jones. JSON Web Token (JWT). 2015
2. C. Sevilleja. The Anatomy of a JSON Web Token. 2015
3. M. Stecky-Efantis. 5 Easy Steps to Understanding JSON Web Tokens (JWT). 2016. URL: <https://medium.com/vandium-software/5-easy-steps-to-understanding-json-web-tokens-jwt-1164c0adfcec> (дата обращения 22.03.2018).

СЕКЦИЯ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»

УДК 004.3

64-X РАЗРЯДНЫЙ БУФЕР С ИСПРАВЛЕНИЕМ ДО ЧЕТЫРЕХ ОШИБОК

М.О. Прокопенко, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Компьютерные системы и сети»

mixanik97@yandex.ru

А.В. Ходин, бакалавр,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Компьютерные системы и сети»

x1cawa@gmail.com

А.М. Куницкая, бакалавр,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Компьютерные системы и сети»

nastyakatya77@yandex.ru

В работе предлагается разработка 64-х разрядного буфера, построенного по принципу модульности с возможностью исправления до четырех ошибок [1]. Основными управляющими сигналами 64 разрядного буфера являются:

- EN (Enable) – сигнал разрешения работы буфера;
- IN (Input) – сигнал разрешения приема информации по входной шине данных DIN[0÷63];
- OUT (Output) – сигнал разрешения выдачи данных на выходную шину DOUT[0÷63];
- OM (Operation Mode) – входной сигнал разрешения исправления ошибок;
- CB0, CB1 (Column of Buffers) – входные сигналы, определяющие разрядность входной шины данных DIN от 16-ти до 64-х разрядов, согласно таблице кодирования (см. Таблицу 1).

Таблица 1. Определение разрядности входной шины DIN

Управляющие сигналы		Разрядность шин DIN/DOUT (режим программирования)
CB0	CB1	
0	0	16 (режим 1)
0	1	32 (режим 2)
1	0	48 (режим 3)
1	1	64 (режим 4)

Для сигналов EN, IN, OUT рабочим уровнем является логическая “1”. При OM = 0, обнаружение и исправление ошибок не производится. При OM = 1, осуществляется обнаружение и исправление одиночных ошибок по коду Хэмминга [2]. При этом, выходные сигналы ERR1 – ERR4 информируют о нахождении и исправлении 1 - 4 ошибок по коду Хэмминга в соответствии с режимом программирования DIN/DOUT.

Для проектирования 64-х разрядного буфера используется принцип модульности. Основной 16-ти разрядный модуль состоит из следующих блоков:

- Приемник, получающий данные;
- Передатчик, обеспечивающий вывод данных из буфера;
- Блок управления приемником/передатчиком, формирующий внутренние управляющие сигналы, разрешающие прием/выдачу данных;
- Анализатор/корректор, определяющий одиночную ошибку и ее исправление в соответствии с математической моделью, в основе которой лежат формулы (1)-(9):

$$x_1 = 0 \oplus 1 \oplus 3 \oplus 4 \oplus 6 \oplus 8 \oplus 10 \oplus 11 \oplus 13 \oplus 15, \quad (1)$$

$$x_2 = 0 \oplus 2 \oplus 3 \oplus 5 \oplus 6 \oplus 9 \oplus 10 \oplus 12 \oplus 13, \quad (2)$$

$$x_3 = 1 \oplus 2 \oplus 3 \oplus 7 \oplus 8 \oplus 9 \oplus 10 \oplus 14 \oplus 15, \quad (3)$$

$$x_4 = 4 \oplus 5 \oplus 6 \oplus 7 \oplus 8 \oplus 9 \oplus 10, \quad (4)$$

$$x_5 = 11 \oplus 12 \oplus 13 \oplus 14 \oplus 15, \quad (5)$$

$$\overline{1 \oplus 0} = 0, \quad (6)$$

$$\overline{1 \oplus 1} = 1, \quad (7)$$

$$\overline{0 \oplus 0} = 1, \quad (8)$$

$$\overline{0 \oplus 1} = 0. \quad (9)$$

С целью проверки правильности работы блока анализатор/корректор, разработана программа на языке C++, которая показывает корректность его работы.

Разработана принципиальная схема 16-ти разрядного основного модуля, а также ее временные диаграммы работы. Выполнен полный цикл работ тестирования в среде Multisim, показывающий корректность работы этой схемы. Произведена наращиваемость основного модуля до 4-х, разработаны тесты проверки корректности работы

программируемых режимов буфера. Результаты моделирования показали правильность работы принципиальной схемы буфера.

Список литературы

1. Миленина С.А., Электроника и схемотехника: учебник и практикум для академического бакалавриата / под ред. Н. К. Миленина. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Издательство Юрайт, 2018. 270 с
2. Код Хэмминга. Пример работы алгоритма. Режим доступа: <https://habr.com/post/140611/> (дата обращения 03.04.2018).

УДК 004.934.5

ПРИМЕНЕНИЕ СИНТЕЗА РЕЧИ ПО ПРАВИЛАМ В СИСТЕМАХ ОПОВЕЩЕНИЯ

Т.А. Белкина, магистрант

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

squirrela@list.ru

В современных информационных системах активно используются параметрические и компиляционные синтезаторы речи. И те, и другие требуют активного участия диктора на этапе создания библиотеки речевых элементов, что является крайне затратной и нетехнологичной операцией. Основная задача, которую хотелось бы решить автору – получить своего «карманного» диктора, которому была бы не нужна ни студия, ни аппаратура звукозаписи.

Возможный путь достижения этого – применение синтезаторов, использующих алгоритм полного синтеза речи по правилам. Синтезаторы этого типа генерируют речевой сигнал, комбинируя звуковые колебания, подчиняясь правилам, полученным при анализе речевого тракта человека [1].

Основное требование к речи в системах информационного оповещения обеспечения безопасности движения РЖД – разборчивость. Интонационное оформление – нейтральное повествовательное, в идеале – завершенное повествовательное. В редких случаях – побудительное и вопросительное. Восклицания не приветствуются.

Лингвистическая обработка исходного текста проводится на этапе предварительной обработки текста оператором. Фонетическое преобразование проводится в автоматическом режиме или на компьютере оператора или в процессоре синтезатора. Просодическая обработка заключается в наложении просодического профиля: придания интонационной окраски в виде динамического оформления высказывания путем изменения громкости звуков [2].

Полученная после отработки алгоритма преобразования «буква-фонема» фонетическая запись может быть передана акустическому процессору, который может реализовывать, например, алгоритм формантного синтеза.

Форманта – резонансная частота, характерная для данного звука. Звуки русского языка имеют 3-4 форманты. Сочетание основного тона и формант, присущее данному конкретному звуку позволяют однозначно идентифицировать его. Вообще же для получения полноценной картины в части речевого аппарата необходимо получить базовые знания анатомии органов артикуляции.

Фонетическое письмо представляет собой набор индексов кодовой книги, которая, в свою очередь, представляет собой набор управляющих кодов для периферии процессора синтезатора [3].

Синтез выполняется путем сложения сигналов основного тона и чистых тонов, соответствующих формантам (а не на основе резонансных фильтров, как в артикуляторах человека). Отрабатывается динамическое оформление высказывания: падение громкости

от начала высказывания к концу. Проводится стыковка отдельных фонем с учетом минимизации артефактов на стыках – затухание между звуками с соблюдением фаз и периодов колебаний. Генерация частот – на основе ШИМ.

Таким образом, описанный синтезатор речи может быть построен как микропроцессорное устройство с микропрограммным управлением и использоваться в системах информационного оповещения на транспорте.

Список литературы

1. Фролов А., Фролов Г. Синтез и распознавание речи. Современные решения. Режим доступа: <http://www.frolov-lib.ru/books/hi/index.html> (дата обращения 01.04.2018).
2. Мещеряков Р.В. – Модель системы синтеза параметров речи по печатному тексту с использованием информационных представлений. Режим доступа: http://elib.altstu.ru/elib/books/Files/pa1999_2/pages/08/pap_08.html (дата обращения 01.04.2018).
3. Л.И. Цирульник. Алгоритм генерации фонемной последовательности по орфографическому тексту в системе синтеза речи. Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси. 2006. 10 с.

УДК 621.313

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Е.А. Чехина, бакалавр

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

elenachekhina@yandex.ru

Основным методом увеличения КПД асинхронных двигателей является использование частотного преобразователя. Частотный преобразователь состоит из трех основных модулей: модуля питания, трехфазного инвертора и микропроцессорного модуля с пультом управления. Питающее напряжение сети поступает на модуль питания, состоящий из выпрямителя напряжения, фильтра и трансформаторов. Поступающее напряжение преобразуется в напряжение питания в три этапа. На первом этапе происходит выпрямление сетевого напряжения с помощью выпрямителя, в качестве которого может выступать диодный (или тиристорно-диодный) мост, на втором - сглаживание напряжения емкостным или индуктивно-емкостным фильтром, на последнем этапе происходит преобразование отфильтрованного напряжения в значения 540В (питающее напряжение асинхронного двигателя), 24В (питающее напряжение инверторных ключей) и 3,3В (напряжения питания микропроцессорного модуля и пульта управления). В трехфазном инверторе выпрямленное напряжение преобразуется в широтно-модулированные импульсы с переменным коэффициентом заполнения. Эти импульсы подаются на обмотки электродвигателя, где за счет индуктивного характера реактивного сопротивления ток в обмотках принимает вид близкий к синусоидальному [1]. Управление этими широтно-модулированными импульсами происходит с помощью микропроцессорного модуля управления. Управление всей системой происходит через пульт управления, с которого оператор может отправлять команды микропроцессорному модулю.

В частотном преобразователе используется метод скалярного управления с обратными связями. Скалярный метод подразумевает управление электродвигателем с поддержанием постоянного отношения напряжения к частоте [2]. Обратные связи введены для контроля динамических нагрузок, а именно контроля потребляемого тока и скорости вращения двигателя. Контроль по току производится с помощью датчиков тока, по

скорости – с помощью энкодера. Для поддержания номинального тока в обмотках используется ПД-регулятор.

Управление производится с помощью микроконтроллера STM32F407VET6. Синусоидальная широтно-импульсная модуляция формируется с помощью таймера расширенного управления табличным методом и поступает через опторазвязки на трехфазный инвертор. На трех фазах инвертора установлены датчики тока, значения с которых опрашиваются модулем аналого-цифрового преобразователя. Так как устройство работает на высокой частоте (максимальная частота сигналов достигает 10 кГц), то линии передач достаточно зашумлены, поэтому значения с датчиков тока проходят через два фильтра (фильтр первого порядка и фильтр «Скользящего среднего»). Показания энкодера (в данной системе используется инкрементный энкодер) поступают на два входа таймера расширенного управления. Значения с таймера поступают в функцию обработки значений энкодера, где преобразуются в значение скорости асинхронного двигателя и проходят через фильтр «Скользящего среднего». По данным обратных связей можно следить за аварийными ситуациями, динамическими нагрузками и поддерживать постоянство тока на обмотках двигателя.

Предложенный аппаратно-программный способ управления асинхронными двигателями позволяет вести гибкое автоматизированное управление режимами работы двигателя, повысить надежность за счет введения обратных связей между силовой и управляющей частями системы и выдавать аварийный сигнал останова работы устройства.

Список литературы

1. Семенов Б. Ю. Силовая электроника. Профессиональные решения. М.: ДМК-Пресс, 2011. 417 с.
2. Управление асинхронным электродвигателем переменного тока по принципу постоянства и обычного ШИМ-управления Режим доступа: <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/app/micros/494.htm> (дата обращения 30.03.2018).

УДК 004.623

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ТЕХНОЛОГИЙ RAID 5 И RAID 6

А.Ю. Кочуев, магистрант

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

akochuev88@gmail.com

С.А. Скорикова, магистрант

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

tegrenok_95@mail.ru

RAID (redundant array of independent disks) — технология виртуализации, которая позволяет объединять несколько дисков в логический элемент для повышения надежности и производительности информационной системы. Принципиально важно иметь представление о том, как устроена технология RAID с математической точки зрения. RAID 5 – массив из 3-х и более дисков, в котором избыточность реализуется при помощи контрольных сумм, распределенных по всем дискам массива. RAID 6 – массив из 4-х и более дисков. Он схож с RAID 5, но имеет 2 диска четности.

Основой RAID 5 являются контрольные суммы, вычисляемые с помощью функции XOR. Данная операция является и ассоциативной, и коммутативной операцией, что означает, что ни порядок, ни группировка операндов не влияют на результаты [2]. В RAID 5, данные четности расположены в разных стрипах на каждом накопителе – это так называемое parity rotation (вращение четности). Поскольку четность вычисляется и

записывается в каждой операции «чтение-модификация-запись», размещение ее на одном накопителе привело бы к образованию узкого места. Обращения к такому накопителю производились бы во столько раз чаще по отношению к другим накопителям в системе, сколько этих накопителей в системе [1].

Ниже приведен пример вычисления контрольных сумм в RAID 5:

$$\begin{aligned} P_1 &= D_1 \text{ XOR } D_2 \text{ XOR } D_3 \\ P_{1\text{промежут}} &= D_1 \text{ XOR } D_2 = 1 \\ P_1 &= P_{1\text{промежут}} \text{ XOR } D_3 = 0 \end{aligned}$$

Таким образом, $P_1 = 0$.

В RAID 6 для поддержания равномерной нагрузки дисков, так же, как и в технологии RAID 5, синдромы разных страйпов помещаются на разные физические диски. Для вычисления синдромов нужно разбивать блоки на отдельные слова и повторять вычисления контрольных сумм для всех слов с одинаковыми номерами [3]. Для каждого слова синдромы вычисляются по следующему правилу:

$$\begin{cases} P = \sum_{i=0}^{N-1} D_i \\ Q = \sum_{i=0}^{N-1} q_i D_i \end{cases} \quad (1)$$

Где N – количество дисков в системе, D_i – блок данных, соответствующий i -му диску, P , Q – синдромы, q_i – некоторые коэффициенты.

Тогда, в случае утраты дисков с номерами α и β , можно использовать следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} D_\alpha + D_\beta = P - \sum D_i \\ q_\alpha D_\alpha + q_\beta D_\beta = Q - \sum q_i D_i \\ i \neq \alpha, \beta; \alpha \neq \beta \end{cases} \quad (2)$$

В результате исследования было выяснено, что основой концепции построения RAID 5 и RAID 6 являются контрольные суммы, вычисляемые в зависимости от хранимых данных на дисках. В случае RAID 5 это позволяет восстанавливать данные с 1 диска, в случае с RAID 6 – с 2 дисков. В то же время, RAID 6 обеспечивает более низкую скорость доступа к данным [2].

Список литературы

1. Anvin H.P. The mathematics of RAID-6. The Linux Kernel Archives, 2009.
2. Chen P.M., Lee E.K., Gibson G.A., Katz R.H., & Patterson, D.A. RAID: High-Performance, Reliable Secondary Storage. Technical Report No. UCB/CSD-93-778. Berkeley: EECS Department, University of California.
3. Patterson David A., Gibson G., Katz Randy H. A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks. Berkeley: EECS Department, University of California.

СЕКЦИЯ «ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВМ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

УДК 004.021

К ВОПРОСУ УСКОРЕНИЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ ЯЗЫКА HASKELL НА ПРИМЕРЕ УМНОЖЕНИЯ МАТРИЦ

Н.С. Анисимов, бакалавр

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

anisimoff.nikita@gmail.com

Научный руководитель: Ю.В. Строганов, ассистент

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

stroganovyv@bmstu.ru

Умножение матриц является основным инструментом линейной алгебры и имеет многочисленные применения в математике, физике, программировании.

Алгоритм реализован для матриц, содержащих произвольный числовой тип. В данном случае возникает проблема, связанная с увеличением времени работы, за счет необходимости поддержки полиморфизма. Чтобы сохранить возможность принимать на вход матрицы любых числовых типов, можно специализировать функцию под наиболее часто используемые типы. Сделать это можно при помощи директив компилятора [1]. При специализации функции под конкретные типы, может быть получен существенный выигрыш

В простейшем случае, наивная реализация алгоритма умножения матриц на языке Haskell представляет собой транспонирование второго операнда и вычисление всех возможных скалярных произведений строк первого операнда, и транспонированного второго. Данная реализация не отличается особой производительностью, так как фактически матрица будет представлена как односвязный список односвязных списков.

Наиболее очевидным шагом уменьшения времени получения произведения матриц – это переход к другому алгоритму. Одним из самых эффективных по времени, на сегодняшний день, алгоритмов умножения матриц является алгоритм Винограда, имеющий асимптотическую сложность $O(n^{2.3755})$ [2]. Также имеет смысл переход к более эффективным структурам данных. В результате был получен значительный выигрыш.

Используемый тип `Matrix` основан на типе `Vector`. Данный тип поддерживает быстрое взятие среза. Таким образом, взятие строки является быстрой операцией, а взятие столбца требует определенных затрат. Так как столбцы необходимо получать часто, имеет смысл получить вектор, который содержит все столбцы, или проще говоря транспонировать матрицу. После произведения данной операции, время выполнения алгоритма было уменьшено в несколько раз.

Для матриц с нечетной размерностью алгоритм Винограда требует дополнительных вычислений. Таким образом, при вычислении каждого элемента идет проверка размерности матриц. Имеет смысл вынести эту проверку за пределы функции создания матрицы. Результатом является незначительное уменьшение времени работы.

Ленивые вычисления требуют определенных временных затрат и затрат по памяти на свою поддержку. В алгоритме умножения матриц по Винограду известно, что все промежуточные значения будут точно вычислены, а, следовательно, чтобы сократить время работы, необходимо, по возможности, от них избавиться. Язык Haskell предоставляет функции, позволяющие явно декларировать о необходимости произвести вычисления немедленно. Использование данной функции сыграло наибольшую роль в уменьшении времени работы. В результате время работы алгоритма для матрицы размером 500x500 было сокращено с 3,5 секунд, до 0,6 секунд.

Список литературы

1. Chapter 7. GHC Language Features // Haskell.org. Available at: https://downloads.haskell.org/~ghc/7.0.2/docs/html/users_guide/pragmas.html, accessed 04.04.2018.
2. Kakaradov B. Ultra-Fast Matrix Multiplication: An Empirical Analysis of Highly Optimized Vector Algorithms. Available at: https://cs.stanford.edu/people/boyko/pubs/MatrixMult_SURJ_2004.pdf, accessed 04.04.2018.

УДК 004.75

СИСТЕМА ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Д.В. Зайцев, бакалавр

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

hello@dzaytsev.pro

А.В. Барулев, магистрант

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

sacha9511@yandex.ru

Научный руководитель: Ю.В. Строганов, ассистент

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

Количество проводимых олимпиад с каждым годом возрастает, и также растет количество желающих участвовать в них. Олимпиады делятся на несколько этапов: отборочный этап, финал, и т.п. Поэтому для проведения олимпиад требуются большие затраты на составление вариантов и их печать, на доставку вариантов в регионы, а также на проверку решенных олимпиад. Процесс проведения олимпиады является трудоемким, и именно поэтому его необходимо перевести в электронный вид для удобства автоматизации. Система проведения олимпиад разделяется на клиентское приложение, для отображения заданий и систему хранения заданий.

Микро-сервисный подход [2], используемый для реализации данной системы, обеспечивает ее отказоустойчивость, путем разделения данной системы на независимые компоненты, занимающиеся своими задачами. Данные компоненты общаются друг с другом посредством протокола HTTP.

Для решения проблемы доступа к данным были выделены роли пользователей для каждой системы: глобальный администратор, администратор подсистемы, контролирующей, аудитор бд, участник. В зависимости от своей роли конкретный пользователь имеет те, или иные возможности для манипулирования данными (пример администратор имеет право удалять других пользователей системы).

Было сравнено три способа взаимодействия участника с данной системой: исполняемое приложение на компьютере участника, веб приложение, загрузочная флешка, с предустановленным ПО. Исходя из анализа лучшим решением является клиентское приложение.

Список литературы

1. Олимпиада школьников шаг в будущее. Режим доступа: <http://cendop.bmstu.ru/olymp/> (дата обращения 11.04.2018).
 2. Pattern Microservice Architecture. Available at: <http://microservices.io/patterns/microservices>, accessed 10.04.2018.
 3. JavaFx. Available at: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/overview/javafx-overview-2158620.html>, accessed 11.04.2018).
-

УДК 004.822

МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ОДНОСЛОВНЫХ ТЕРМИНОВ В ТЕКСТАХ НА ОГРАНИЧЕННОМ ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

Д.С. Бородин, магистрант

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

demansen@yandex.ru

Научные руководители:

Ю.В. Строганов, ассистент

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

ukunsun@mail.ru

Э.С. Клышинский, доцент

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

eklyshinsky@hse.ru

Семантические сети, в общем случае, представляют собой систему знаний с определенным смыслом в виде целостного образа сети, узлы которой соответствуют понятиям предметной области. При этом они достаточно широко используются при работе с естественно-языковыми интерфейсами.

Для формирования набора узлов сети на основе естественно-языковых текстов используют различные алгоритмы нахождения понятий. В своей работе мы концентрируемся на однословных терминах, формирующих набор узлов предполагаемой семантической сети.

Алгоритмы поиска понятий на основе естественно-языковых текстов могут быть разделены на три группы: алгоритмы *поиска ключевых слов*, алгоритмы *выделения именованных сущностей* и алгоритмы, *зависящие от исходного набора текстов*.

К алгоритмам первой группы можно отнести такие статистические алгоритмы, как *TF-IDF* и *алгоритм Коршунова*, *функциональный подход к выделению ключевых слов*, , адаптации *генетических алгоритмов (GenEx)*, структурный подход к выделению ключевых слов (*TextRank*), а также граф-ориентированные методы, такие как *DegExt*, *Rake*, *метод Шультера*, и *алгоритм Гирвана-Ньюмана* с использованием семантического графа.

Алгоритмы второй группы предполагают наличие референта у искомого ключевого слова [1]. К ним относят методы, использующие *деревья принятия решений*, *метод опорных векторов*, алгоритмы с использованием *скрытых марковских моделей* и *случайных условных полей*, а также методы, использующие *нейросети*.

Алгоритмы третьей группы могут быть разделены на две подгруппы: алгоритмы выделения ключевых слов из *неструктурированных* и *структурированных текстов*. Первая подгруппа предполагает итеративное выполнение функций и формирование набора предикатов для выделения слов. Вторая подгруппа предполагает кластеризацию текстов, выделение наиболее частотных классов и формирование списка терминов на основе принадлежности классам. Отмечается, что метод, разработанный нами и более подробно описанный в [2], относится к данной подгруппе алгоритмов.

Описанные выше методы были подвергнуты сравнительному анализу по методике, описанной в [3]. Для сравнения алгоритмов использовался корпус из 10000 словарных статей на заданную тематику. Экспертам предлагался список из 30000 однословных терминов, в разной степени подходящих выбранной предметной области. Для чистоты эксперимента, процедура оценки экспертами выполнялась несколько раз с интервалами в месяц.

Результаты сравнительной характеристики показали, что разработанный метод по эффективности сопоставим со многими статистическими методами (значение F-меры

48.15% против 50.5% у метода Коршунова и 25.4% у TF-IDF) при этом значительно уступает методам, использующим нейронные сети (Wikify — 80.7%).

Список и литературы

1. Можарова В.А. Автоматическое извлечение именованных сущностей методами машинного обучения. Режим доступа: <https://www.slideshare.net/msucsai/ss-57201175> (дата обращения 22.03.2017)
2. Borodin D., Stroganov I. Estimation of single-word term extraction method using dictionary entries // IV Conferencia internacional en ciencias computacionales e informatica «CICCI 2018». 2018
3. Powers D.M.W. Evaluation: from precision, recall and f-measure to ric, informedness, markedness and correlation // Journal of Machine learning technologies. Vol.2, issue 1. 2011.

УДК 004.4'42

ТРАНСЛЯТОР ЗАПРОСОВ К БАЗЕ ЗНАНИЙ В ЗАПРОСЫ К РЕЛЯЦИОННОЙ БАЗЕ ДАННЫХ

Д.С. Бородин, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
demansen@yandex.ru

Научные руководители: Ю.В. Строганов, ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
ukunsun@mail.ru

Э.С. Клышинский, доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
eklyshinsky@hse.ru

Использование языков логического программирования и описываемых ими баз знаний, совместно с реляционными базами данных позволяют конструировать системы преобразования естественно-языковых запросов в запросы к базам данных. Это доказывается тем, что в наборе предикатов базы данных [1] язык доступа к базе данных определен с помощью *проекционного термина* (projection term) и *целевого термина* (goal term). Оба термина могут быть образованы во время выполнения, поэтому возможна полная динамическая формулировка запроса, приводящая к максимально ограниченному запросу. Вдобавок, так как набор предикатов базы данных является расширением Prolog более высокого порядка, высокоуровневые конструкции SQL могут быть получены естественным образом.

Данная работа рассматривает транслятор запросов к базе знаний в аналогичные запросы к реляционной базе данных, состоящий из *мета-программной части языка Prolog, токенизатора (лексического анализатора), синтаксического анализатора, генератора кода ввода и вывода.*

Лексический анализ принимает на вход проекционный терм и цель базы данных, также являющейся термом. Каждая переменная термов унифицирована с идентификатором формы. Такие обертки позволяют увеличивать скорость выполнения запроса за счет индексации.

Синтаксический анализ преобразует аргументы цели базы данных в ДНФ, дизъюнкторы которой помещены в перед задачи при помощи закона дистрибутивности

Генераторы кода основаны на предположении о соответствии предиката базы знаний Prolog реляционной таблице или ее представлению. Картирование задачи базы данных в атрибуты осуществляется посредством правил [2].

Представленный транслятор позволяет преобразовывать следующие операции: простые запросы на выборку, арифметические выражения, операторы сравнения,



негативные конъюнкции задачи, термы агрегатных функций.

По сравнению с аналогами трансляторов (*Educe*, *Bermuda*, *CGW*, *LogiQuel*, *ProQuel*), представленный транслятор имеет единовременный доступ к нескольким таблицам базы данных и дополнительную возможность трансляции арифметических и агрегатных функций.

При этом транслятор имеет множество ограничений, в частности, невозможность трансляции вложенных запросов, обязательность связанности переменных внутри транслируемой цели, необходимость предшествования количественного вычисления переменных перед непосредственной целью базы данных. Функторы «var» и «const» не могут быть функторами базы данных, а аргументы цели терма агрегатной функции может быть только конъюнкцией задач базы данных. Операторы отрицания должны строго предшествовать операторам сравнения [3].

Список литературы

1. Draxler C. Accessing relational and higher databases through database set predicates from logic programming languages: PhD thesis, University of Zurich, 1991.
2. De Scheye D. Logic Programming: Proceedings of the 1999 International Conference on Logic Programming // The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1999.
3. Mungall C. Draxler's Prolog to SQL compiler (SWI-Prolog extension). Available at: https://github.com/cmungall/sql_compiler, accessed 14.04.2018.

УДК 004.92

МЕТОД ОДНОВРЕМЕННОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ И СОСТАВЛЕНИЯ КАРТЫ

П.В. Федоров, магистрант

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

dafferrus@gmail.com

Д.С. Бородин, магистрант

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

demansen@yandex.ru

Научный руководитель: В.В. Корниенко, старший преподаватель

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

SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) является одним из наиболее употребительных способов восстановления структуры в неизвестной среде. При этом, в контексте использования видеオフィксирующих устройств (vSLAM — video SLAM) метод может применяться в области компьютерного зрения, в частности, дополненной реальности.

Структура SLAM состоит из трех основных модулей: *инициализация*, *отслеживание* (tracking) и *картография*. При этом, в зависимости от целей приложения vSLAM может быть снабжен дополнительными модулями — *релокализацией* и *оптимизацией глобальной карты*. При этом, в процессе работы модулей происходит построение графов-позиций, которые могут быть преобразованы на этапе оптимизации глобальной карты с помощью *блочного уравнивания* (bundle adjustment — BA) [1].

На сегодняшний день существует два вида основанных на характеристиках методов: основанных на фильтрах и блочном уравнивании. В работе было произведено сравнение методов в зависимости от характеристик — плотности строящейся карты, наличия глобальной оптимизации и релокализацией. Далее при описании метода результаты исследования будут приведены в заголовке метода, например, *MonoSLAM* (редкая, нет, нет).

1. *MonoSLAM* (редкая, нет, нет) — монокулярный vSLAM с использованием

расширенного фильтра Калмана, в котором шесть степеней свободы камеры и трехмерные положения точек представлены в виде вектора состояния фильтра Калмана.

2. *Parallel Tracking And Mapping (PTAM) (редкая, да, нет)* — разделяет отслеживание и картографию в отдельные потоки вычислительной машины. Потоки выполняются параллельно. В отображении может использоваться блочное уравнивание.
3. *Dense Tracking And Mapping (DTAM) (плотная, нет, нет)* — отслеживание выполняется путем сравнения входного изображения с синтетическим представлением изображений, сгенерированными на восстановленной карте. Оптимизация карты осуществляется с учетом непрерывности пространства.
4. *Large-Scale Direct Monocular SLAM (полуплотная, да, да)* — для отслеживания и картографирования используется интенсивность изображения вместо ключевых точек. Отслеживание происходит с использованием выравнивания изображения. Позволяет строить петлевые замыкания [2].
5. *KinectFusion (плотная, нет, нет)* — использует пространство вокселей для представления трехмерной среды. Трехмерная структура среды реконструируется путем объединения карт глубины в вокселе.
6. *ElasticFusion (плотная, да, да)* — использует данные RGB-D камер для реализации рендеринга с несколькими источниками света без постобработки. Не использует граф при построении изображения [3].

В работе описаны методы, использующие данные с камер при построении конечного изображения, что существенно влияет на качество работы алгоритмов. Для повышения эффективности работы алгоритмов рекомендуется использовать комбинацию визуальных и инерционных данных.

Список литературы

1. Takafumi T. Visual SLAM algorithms: a survey from 2010 to 2016 // *IP SJ Transactions on Computer Vision and Applications*, 2017.
2. Engel J., Schops T, Cremers D. LSD-SLAM: Large-Scale Direct Monocular SLAM // *Technical University Munich*, 2016.
3. Whelan T., Salas-Moreno R.F., Glocker B. Davison A.J., Leutenegger S. ElasticFusion: Real-Time Dense SLAM and Light Source Estimation // *The International Journal of Robotics Research*, 2016.

УДК 004.92

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ БИНАРИЗАЦИИ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ШЛИФОВ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Д.С. Бородин, магистрант

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

demansen@yandex.ru

Научный руководитель: А.В. Куров, доцент

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

avkur7@mail.ru

Распознавание различного рода изображений становится все более актуальной задачей в процессе развития технологий. И на сегодняшний день не существует единственного надежного метода, который бы удовлетворял всем потребностям, возникающим при распознавании.

Одним из наиболее простых методов распознавания является бинаризация изображений. Выбор эффективного метода бинаризации изображения позволит увеличить

скорость и продуктивность обработки изображений, в том числе и в режиме реального времени.

Данная работа является продолжением исследования, описанного в [1]. Научная новизна данной работы заключается в использовании иных методов бинаризации полутоновых изображений и использовании более совершенной входной выборки.

1. *Метод Брэдли* – данный метод использует расчет интегрального изображения с использованием интенсивностей пикселей слева и сверху от текущего. Границы изображения принимаются во внимание. Выполняется за линейное время, при необходимости вычислительные затраты могут быть сведены к константным:

$$I(x, y) = f(x, y) + I(x - 1, y) + I(x, y - 1) - I(x - 1, y - 1) \quad (1)$$

$$\sum_{x=x_1}^{x_2} \sum_{y=y_1}^{y_2} f(x, y) = I(x_2, y_2) - I(x_2, y_1 - 1) - I(x_1 - 1, y_2) + I(x_1 - 1, y_1 - 1) \quad (2)$$

2. *Метод Саувола* – представляет собой улучшенный метод *Ниблэка*, предотвращающий наложение шума на объект. Порог определяется при помощи квадратного концентрического окна по формуле:

$$T = m * (1 - k * \left(1 - \left(\frac{s}{R}\right)\right)) \quad (3)$$

где $k = const$ определяет тип объекта (по умолчанию, 0.5), m – среднее отклонение от выборки, s – стандартное отклонение от выборки, R – размер концентрического окна.

3. *Метод Кристиана* – позволяет решить проблему разрывов тонких линий в алгоритме Саувола за счет более эффективного определения местного порогового значения. Нормализует контрастность изображения и шум. При наличии серых пятен на изображении теряет в производительности.

$$T = (1 - k) * m + k * M + k * \left(\frac{s}{R}\right) * (m - M) \quad (4)$$

где $k = const$ определяет тип объекта (по умолчанию, 0.5), M – минимальное значение серого на изображении, R – значение серого в пределах концентрического окна.

4. *Метод Байера* [2].

При проведении эксперимента с использованием описанных выше алгоритмов, по методике, описанной в [1], были получены следующие результаты: метод Брэдли (75 из 5 изображений, время выполнения – 0.311с), метод Саувола (71, 0.781с), метод Кристиана (91, 0.934с), метод Байера (66, 11.532с). Таким образом, эмпирически установлена сопоставимость алгоритма Брэдли и Отсу при незначительном превышении времени и качества. «Провал» метода Саувола обусловлен наличием большого числа серых пятен в выборке, метода Байера – с перерасчетом пороговой матрицы.

Список литературы

1. Бородин Д.С. Исследование алгоритмов бинаризации растровых изображений шлифов металлов и сплавов // I международная научно-практическая конференция «ПНИВС-2016»: материалы. Донецк, 2016.
2. Bayer В.Е. An optimum method for two level rendition of continuous-tone pictures // IEEE International Conference on Communications, Conference Record, Seattle, Washington, USA: 1973, June 11-13, pp. 11-15.

УДК 004.021

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ МОЛЕКУЛЯРНЫХ СТРУКТУР

Н.А. Жарова, бакалавр

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

zhar97@yandex.ru

З.Н. Русакова, к.т.н., с.н.с., доцент

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

z.n.rusakova@mail.ru

В области химии и биологии постоянно проводятся эксперименты, направленные на создание новых соединений и материалов. Структуры этих соединений записываются в текстовые файлы. Для ускорения процесса анализа таких файлов необходимы программы визуализации молекулярных структур.

Несмотря на большое количество существующих программ визуализации молекулярных структур, разработка быстродействующих алгоритмов визуализации остаётся актуальной, так как построение изображения занимает большую часть времени представления информации из файла, а визуализация молекулярных структур, состоящих из нескольких десятков тысяч атомов, выполняется с ощутимыми задержками.

Для разработки быстродействующего алгоритма визуализации молекулярных структур проведён анализ существующих подходов к визуализации, описанных в [1]-[2], разработаны алгоритмы визуализации сфер и цилиндров, проведены эксперименты для оценки скорости работы разработанных алгоритмов.

В научном сообществе уже устоялось обозначение атомов сферами, а ковалентных связей – цилиндрами. Таким образом, при визуализации молекулярных структур важно, чтобы алгоритмы визуализации сфер и цилиндров работали быстро.

Алгоритм визуализации молекулярных структур состоит из следующих этапов: инициализация z-буфера и буфера кадра; отрисовка ковалентных связей (цилиндров); отрисовка атомов (сфер).

Для визуализации цилиндров модифицирован алгоритм Брезенхема построения отрезка, а для визуализации сфер - алгоритм Брезенхема построения окружности. Оба алгоритма используются с методом освещения Фонга. Достоинство этих алгоритмов заключается в том, что они позволяют отображать большие молекулярные структуры (состоящие из нескольких тысяч атомов) со скоростью, не уступающей визуализации с использованием ускорения графического процессора. Это достигается за счёт того, что оба алгоритма работают в пространстве изображения, кроме того, алгоритм сразу строит только видимые (ближние к наблюдателю) части сфер и цилиндров.

Для большей скорости выполнение предложенных алгоритмов можно перенести и на GPU. Шейдеры на языке GLSL хорошо подходят для этой задачи. В ходе исследования, по разработанному алгоритму визуализации сфер написан шейдер и замерено время визуализации молекулярных структур.

Процесс визуализации молекулярной структуры из 4159 атомов с использованием шейдера занял 360 мс, с использованием разработанных алгоритмов, выполняющихся на CPU, - 600 мс, с использованием визуализации OpenGL (стандартный z-буфер, модель освещения по Фонгу во фрагментном шейдере) – 1700 мс.

В результате проделанной работы разработан алгоритм визуализации молекулярных структур, предложены алгоритмы визуализации сфер и цилиндров, хорошо показывающих себя при выполнении как на CPU, так и на GPU, проведены замеры скорости выполнения предложенных алгоритмов.

Список литературы

1. Жмуров А.А., Барсегов В.А. Молекулярное моделирование с использованием графических процессоров: учеб. пособие. М.: МФТИ, 2013.

2. Филлипов С.В. Методы и алгоритмы визуализации структурных и динамических данных, характеризующих макромолекулярные структуры: дис. ... канд. физико-математических наук. Пушино, 2014.

УДК [512.643 + 519.61] : 004.051

СРАВНЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИЙ АЛГОРИТМОВ УМНОЖЕНИЯ МАТРИЦ В C++ И COMMON LISP

А. М. Зоткин, бакалавр

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

alexanderzot@gmail.com

Н. С. Московец, бакалавр

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

nat.moskovets@gmail.com

Матрицы находят широкое применение в различных вычислительных задачах. Одной из основных операций, определенных на матрицах, является умножение. Для умножения матриц используются несколько алгоритмов. Для рассмотрения были выбраны стандартный алгоритм умножения матриц (строка на столбец) и алгоритм Копперсмита-Винограда.

На сегодняшний день все большую популярность приобретают языки функционального программирования. Однако они обладают рядом недостатков, которые снижают оптимальность работы: garbage collector (сборщик мусора), динамическая типизация, необходимость постоянной проверки типов аргументов функций, преобразование данных из внутреннего представления в машинное и обратно (т. н. boxing/unboxing), автоматическое управление памятью и т. п. [1].

В основе алгоритма умножения матриц лежит перемножение векторов, а именно нахождение их скалярного произведения. Поэтому для тестирования возможностей оптимизации компилятора Common Lisp и сравнения работы алгоритмов умножения матриц на Common Lisp и C++, сначала были реализованы функции, которые вычисляли скалярное умножение двух векторов.

Для повышения быстродействия работы программы в Common Lisp использовались дополнительные параметры компиляции, такие как: speed (скорость производимого кода), compilation-speed (скорость самого процесса компиляции), safety (количество проверок на ошибки в объектном коде), space (размер памяти, выделяемой для объектного кода) и debug (объем информации, оставляемой в коде для отладки) [2].

Также, для повышения производительности используется возможность создания inline-функций – функций, код которых компилятор может встроить в код вызывающей их функции. Это позволяет избежать дополнительных расходов на вызов функции.

Другим способом оптимизации кода является использование декларации типов. Задание типов аргументов функции и типа возвращаемого значения позволяет указать компилятору конкретный тип используемых значений и сэкономить затраты, связанные с динамической типизацией. Это также позволяет компилятору эффективней организовать объекты в памяти.

В результате проведенных экспериментальных замеров времени, было установлено, что с помощью оптимизаций компиляции кода Common Lisp, можно добиться ускорения кода на 30%, что является хорошим результатом.

Установлено, что реализации алгоритмов на C++ работают на порядок быстрее реализаций на Common Lisp. Например, в эксперименте по сравнению реализаций

скалярного умножения, реализация на C++ работает в среднем в 21 и 16 раз быстрее, чем неоптимизированная и оптимизированная реализации на Common Lisp соответственно.

Дизассемблерный код, который был получен для Common Lisp с используемыми оптимизациями, не содержит лишних вызовов вспомогательных функций (например, обеспечивающих работу с динамическими типами данных), а также показывает отсутствие затрат на вызов inline-функций. Это подтверждает эффективность использования оптимизаций в Common Lisp.

Список литературы

1. Маяцких В. Лисп – абстракции на стероидах // Практика функционального программирования. 2010. № 4. С. 7-22.
2. Грэм П. ANSI Common Lisp. Пер. с англ. СПб.: Символ-Плюс, 2012. 448 с
3. Алексеев В.Б. Сложность умножения матриц. Обзор // Кибернетич. сборн. 1988. Вып. 25. С. 189-236.

УДК 004.056.53

МЕТОД ЗАЩИТЫ ОТ НЕЛЕГАЛЬНОГО КОПИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ КНИГ ДЛЯ ФОРМАТА FICTIONBOOK

О.К. Макаренко, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
jktu2308@gmail.com

Научный руководитель: Вишневская Т.И., к.ф.-м.н., доцент

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

В настоящее время одним из самых популярных среди пользователей электронных книг в России является открытый формат FictionBook, так же называемый FB2. Данный формат не имеет своей защиты от нелегального копирования. Метод защиты от нелегального копирования для данного формата сократит количество нелегальных копий книг в интернете, а также позволит использовать его в магазинах, увеличивая прибыль с продаж.

Цель данной работы заключается в разработке метода защиты от нелегального копирования электронных книг для формата FictionBook и его реализации в виде клиент-серверного приложения.

Идея метода шифрования книги. Идея основана на том, что книга в формате FictionBook представлена в форме XML дерева. В листьях дерева – текст книги, который будет шифроваться. Теги XML дерева шифровке не подлежат. Данный метод позволит сделать подбор ключа практически невозможным, так как не будет существовать заранее известной части текста, которую можно использовать для сравнения при автоматическом подборе. Без использования данного метода подбор мог бы происходить со сверкой самих тегов XML дерева.

Клиент-серверное приложение. На основе разработанного метода было создано клиент-серверное приложение. Приложение создавалось в среде IntelliJ IDEA 2018.1. Серверная часть включает в себя сервлеты [2], написанные на Java. Клиентская часть также написана на Java. Таким образом, приложение является кроссплатформенным.

Основные этапы работы приложения:

- Чтобы клиент смог получить доступ к легальной копии книги, ему необходимо запросить ключ для её расшифровки. Для этого необходимо на сервер отправить информацию об устройстве.
 - Ключ шифрования книги генерируется на сервере. Книга шифруется на сервере индивидуально для каждого устройства. Ключ шифрования книги дополнительно
-

шифруется сгенерированным из информации об устройстве ключом. Используется симметричный алгоритм шифрования.

- Зашифрованный ключ передаётся клиенту. Чтобы предотвратить перехват ключа третьими лицами, для передачи ключа используется алгоритм Диффи-Хеллмана. Расшифровка ключа после его передачи происходит в клиентской части приложения без дополнительного запроса к серверу, используя доступную информацию об устройстве. [1]
- Если другой клиент попытается расшифровать нелегальную копию книги, сервер заблокирует доступ.
- Для обеспечения доступа к книге без соединения с сервером могут использоваться дополнительные меры.

Меры для обеспечения доступа к книге при отсутствии соединения с сервером. До передачи клиенту ключ для доступа к книге шифруется на сервере с помощью информации об устройстве. Установлено правило на доступ к книге без соединения с сервером: доступ может быть разрешён в течение некоторого времени после последнего обновления ключа. После истечения этого срока ключ теряет свою актуальность, и книга становится невозможной для чтения до обновления ключа с сервером.

Направления дальнейшей работы включают в себя улучшение метода защиты книги. Например, чтобы получить большую степень защиты, можно использовать не один, а несколько ключей. Первый ключ зашифрует лист дерева XML с текстом, второй ключ зашифрует зашифрованные листы, и т.п. Такой способ достаточно сильно усложнит взлом, но может замедлить шифровку и расшифровку книги.

Список литературы

1. Скляр Д.В. Искусство защиты и взлома информации. СПб.: БХВ-Петербург, 2004, 110 с.
2. Crawford W., Hunter J., Java Servlet Programming, 2nd ed. O'Reilly Media, 2010.

УДК 519.853

МНОГОПОТОЧНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ВЫЧИСЛЕНИЯ ОПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ МАТРИЦ С УЧЕТОМ РАСПОЗНАВАНИЯ ИХ ТИПОВ

В.В. Куракин, студент

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

curackin.vlad@yandex.ru

Научный руководитель: Вишневская Т.И., к.ф.-м.н., доцент

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

Существующие в настоящее время приложения для подсчёта определителя матрицы не учитывают тип матриц с целью рационализации вычислений, многие имеют существенные ограничения на размерность матрицы и для вычисления определителя в большинстве приложений используется алгоритм Гаусса, который имеет вычислительную сложность $O(n^3)$ арифметических операций.

Цель данной работы заключается в разработке параллельного алгоритма для рационального вычисления определителя матрицы на основе применения частных формул и его реализации в виде многопоточного приложения. В алгоритме предусмотрим вычисление следующих определителей: определитель общего вида с вычислительной сложностью $O(n^3)$, определитель Вандермонда - $O(n)$, определитель Гильберта - $O(n^2)$, определитель Якоби - $O(n)$ и циклический определитель - $O(n)$. Данные определители имеют широкое применение, например, при моделировании электромеханических схем,

при решении задач теории кодирования, аппроксимации функций и интерполяции многочленами.

Основные этапы предлагаемого алгоритма:

1. Ввести матрицу порядка не более 100 (в окно пользователя или из файла).
2. Определить тип матрицы из 5 возможных.
3. Вычислить определитель матрицы в зависимости от его типа, используя частные формулы.

Для реализации второго этапа будем использовать 4 параллельных вычислительных потока, каждый из которых определяет, является ли матрица тем или иным частным случаем. Поток завершает свою работу в случае обнаружения частного вида матрицы любым из четырёх потоков или по окончанию вычислений. Если частный тип матрицы не определен, то он считается общим. Для вычисления частных случаев определителей существуют известные математические формулы, так для создания на их основе алгоритмов вычисления Циркулянта, определителя Вандермонда [1], определителя Якоби необходимо реализовать простой алгоритм с вычислительной сложностью $O(n)$. С определителем Гильберта дело обстоит иначе. Формула для его вычисления содержит $2n-1$ факториал, их подсчёт приведет к медленной работе программы, поэтому предварительно были выполнены математические преобразования, которые позволили реализовать алгоритм с вычислительной сложностью $O(n^2)$.

Многопоточное приложение. На основе разработанного алгоритма было создано Windows-приложение в среде Embarcadero Delphi XE7 [2]. Для реализации параллельных вычислений использовали четыре независимых потока, каждый из которых выполнял свою процедуру по обнаружению частного типа матрицы.

Вычислительная сложность параллельного алгоритма составляет $O(n^2)$ в то время, как для общего алгоритма этот показатель равен $O(n^3)$. Сравнительный анализ результатов вычисления определителей матриц с помощью разработанного приложения и других существующих показал, что многопоточное приложение эффективнее по времени для любого из рассмотренных частных случаев матрицы, а именно: число операций, необходимых параллельному алгоритму для вычисления частного определителя на порядок меньше, чем число операций, необходимых общему алгоритму для выполнения той же задачи.

Список литературы

1. Канатников А. Н., Крищенко А. П. Аналитическая геометрия. Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. С. 210.
2. Вишневская Т. И. Методика разработки интерфейса для кроссплатформенных приложений // Инженерный вестник. 2015. № 4. С. 501-512.

УДК 004.43

О ПРЕИМУЩЕСТВЕ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ЗАВИСИМЫМИ ТИПАМИ НА ПРИМЕРЕ ЯЗЫКА IDRIS

О.С. Сикорский, бакалавр

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

olegsik@gmail.com

Любой язык программирования может быть характеризуем его системой типов – статической или динамической, строгой или слабой, с явным или неявным указанием типов. Каждый аспект системы типов влияет на пригодность использования языка для тех или иных задач. Например, языки с динамической типизацией (Python, Ruby, JavaScript) позволяют программисту быстрее создавать прототипы программ, итерировать на стадии

разработки, в то время как языки со статической типизацией (C, Java, Haskell) позволяют ещё до этапа запуска самой программы определить некоторые виды ошибок.

То, какие ошибки язык может предотвратить на стадии компиляции, зависит от системы типов. В качестве некоторых примеров: современные компиляторы языка C не дадут программисту передать функции структуру, если функция ожидает указатель на структуру; Rust не позволит использовать ссылку на переменную, если ранее было отдано «владение» этой структурой; в Haskell при принятии значения типа Maybe a (который означает, что функция либо действительно вернула значение типа a – Just, либо вернула «ничто» - Nothing) в программе обязательно должна быть проверка, какой именно из этих двух вариантов был возвращён функцией. На данных примерах видно, что чем более развита система типов языка, тем более обширные виды ошибок можно находить в программе, более явно можно описывать пред- и постусловия для каждой функции.

В последнее время появились так называемые языки с зависимыми типами – в них типы параметризуются не только другими типами (как сделано, например, в Java или C# (через механизм Generics), или в Haskell (с помощью конструкторов типов), но и значениями [1]. Изначально языки с зависимыми типами (такие как Coq, PVS и Agda) создавались для автоматического доказательства теорем, но с ростом популярности функциональных языков стали появляться полноценные языки программирования с такой системой типов – ATS, F* и Idris.

Рассмотрим некоторые типы, которые представимы в языке Idris: Vect n a – «список с элементами типа a и длины n», So f - «во время исполнения была произведена проверка булевой функции f, вернувшая истину», Elem x xs - «элемент x находится в списке xs».

Используя данные типы, возможно более точно описывать необходимые условия для типов. Сравним два объявления функции из Haskell и Idris для нахождения элемента из списка по индексу. Haskell: (!) :: [a] -> Int -> a. Idris: index : Fin len -> Vect len elem -> elem, где Fin len – тип натурального числа, меньшего len. Функции (!) возможно передать любое целое число, и, если переданный индекс будет лежать вне пределов массива, будет вызвана ошибка. У index такое поведение невозможно: если не будет доказано, что передаваемое число меньше длины массива, то компилятор выведет соответствующую ошибку на этапе проверки типов. В качестве другого (несколько утрированного) примера, можно привести объявление функции нахождения минимума вектора: min : (vect : Vect (S n) Nat) -> (minValue : Nat ** (Elem minValue vect, (All (LTE minValue) vect))). Данное объявление можно интерпретировать следующим образом: «функция min принимает непустой вектор натуральных чисел и возвращает такое натуральное число, что оно находится в векторе и оно меньше или равно всем элементам вектора», что является полной спецификацией функции минимума, которое нельзя выразить в языках вроде Java или Haskell без использования нестандартных расширений или сторонних решателей теорем. С таким объявлением нельзя написать неверную функцию минимума, но вместе с тем на программиста возлагается ответственность доказать данные свойства.

Данные примеры показывают, что зависимая система типов позволяет намного точнее описывать функции, их свойства, а также доказывать их корректность.

Список литературы

1. Nederpelt R., Geuvers H. Type Theory and Formal Proof: An Introduction. Cambridge: Cambridge University Press. DOI:10.1017/CBO9781139567725.

УДК 621.395

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ МАРКОВСКИХ МОДЕЛЕЙ ПАКЕТИРОВАНИЯ ОШИБОК В БЕСПРОВОДНЫХ ШИРОКОПОЛОСНЫХ КАНАЛАХ СВЯЗИ

Ю.С. Орёл, магистрант

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

orel.bmstu@gmail.com

Потоковый трафик – тип трафика, для которого характерен просмотр и (или) прослушивание информации по мере ее поступления в пользовательское (оконечное) оборудование. Трафик в современных вычислительных сетях можно поделить на две больших группы – эластичный трафик, который генерируют традиционные сервисы, такие как электронная почта, и трафик реального времени, который генерируют мультимедийные сервисы, такие как IP-телефония, потоковое телевидение или видеоконференции.

Моделирование канала связи - один из самых сложных и неэффективных в вычислительном отношении шагов при моделировании цифровой системы связи [1]. В общем, цифровая система связи состоит из источника данных, входного преобразователя, входного кодирующего устройства (кодера), канального кодера, цифрового модулятора, канала связи, цифрового демодулятора, канального декодера, декодера преобразующего данные и выходного преобразователя (приемника).

В данной работе для моделирования цифровых каналов будет применен другой подход, а именно предлагается использовать дискретный метод моделирования, а в качестве математического аппарата для описания многолучевых каналов с большим количеством источников сигнала и их моделирования использовать модели Маркова [2].

На основе статистического анализа экспериментальных данных был проведен анализ потока ошибок с целью определения параметров, необходимых для построения Марковской модели. Целью является создание реалистичной математической и имитационной модели поведения потерь в каналах связи при передаче потокового видео на базе аппарата Марковских цепей. По экспериментальным данным, полученным в результате трансляции потокового видео с движущегося источника на базе сети WiMAX (телекоммуникационная технология, разработанная с целью предоставления универсальной беспроводной связи на больших расстояниях для широкого спектра устройств), была разработана модель, описывающая изменение длительностей интервалов ошибок и безошибочных интервалов приема во время передачи потокового видео [3].

Для получения экспериментальных данных и оценки влияния подвижности абонентов была развернута сеть с использованием базовой и абонентской станций. Базовая станция (БС) была установлена на крыше 23-этажного здания. Передвижная абонентская станция (АС) была установлена в автомобиле. Запись изображения с видеокамеры производилась в движущемся автомобиле на переносной ПК и одновременно транслировалась на удаленный компьютер через сеть WiMax.

Анализ полученного качества видеопоследовательностей при использовании Марковской модели имитации пакетирования ошибок показывает, что среднее качество видеопоследовательности приблизительно равно тем же показателям при передаче по реальной сети. Отсюда следует вывод, что для построения адекватной реальным физическим процессам математической модели необходимо опираться на статистический анализ экспериментальных данных, полученных в результате трансляции потокового видео по каналам широкополосного доступа.

Список литературы

1. Ihsan A. Akbar., Markov Modeling of Third Generation Wireless Channels., Blacksburg, Virginia, March 15, 2003.

2. R. A. Howard, Dynamic Probabilistic Systems, Volume I: Markov Models, John Wiley and Sons Inc., 1971.
3. О.И. Шелухин, А.М. Тенякшев, А.В. Осин, Моделирование информационных систем / под ред. О.И. Шелухина. Учебное пособие. М.: Радио-техника, 2005. 368 с.

УДК 004.451.23

МЕТОД СИНХРОНИЗАЦИИ ПОТОКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ПО СХЕМЕ FUTURE/PROMISE, НЕ ТРЕБУЮЩИЙ ДИНАМИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ПАМЯТИ

Ю.И. Килочек, магистрант

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

yuri.kilochek@gmail.com

Научный руководитель: Вишневская Т.И., к.ф.-м.н., доцент

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

Написание корректных и эффективных программ параллельной обработки информации требует синхронизации потоков выполнения. При этом очень легко совершить ошибки, которые трудны для обнаружения из-за их недетерминированной природы.

Цель данной работы заключается в создании метода синхронизации потоков выполнения по схеме future/promise, не требующего динамического выделения памяти.

Future/promise [1] - это механизм синхронизации, который, с одной стороны, можно рассматривать как обобщение операции вызова функции, которое добавляет возможность выполнять тело вызываемой функции независимо от вызывающей функции (асинхронно), а с другой - как интерфейс, блокирующий очередь. Благодаря этому future/promise крайне сложно использовать некорректно. Все, изученные в ходе данной работы реализации future/promise, организованы с несущественными различиями [2]: в динамической памяти выделяется объект общего (между future и promise) состояния, содержащий буфер для хранения результата асинхронной операции и низкоуровневый примитив синхронизации и ожидания. Future и promise при этом являются (обертками) указателями/ссылками (обертками) на этот общий объект состояния.

Основная идея предлагаемого метода состоит в том, чтобы разбить общее состояние на две части и поместить их внутри future и promise. Снабдить их ссылками/указателями друг на друга и собственными низкоуровневыми примитивами синхронизации. Теперь для каждой операции необходимо захватить оба примитива. Алгоритм установки результата несколько усложняется, а извлечения почти не изменяется. Далее возникает необходимость обновления взаимных указателей/ссылок. Со стороны promise низкоуровневый примитив внутри future может быть захвачен только после того, который внутри promise (и наоборот), поэтому отсутствует возможность просто всегда осуществлять захват в одном и том же порядке для исключения взаимных блокировок (deadlocks). Поэтому используется метод попыток захвата с откатом (try-and-retreat) с одной стороны (например, future), и безусловную последовательный захват с другой (соответственно promise). Это позволяет избежать ситуации взаимной блокировки, разрешая её в пользу стороны promise.

Достоинства предложенного метода заключается в отсутствии необходимости использования динамической памяти. Это подразумевает отсутствие обхода сложных внутренних структур данных аллокатора динамической памяти (инвалидацией кэша), дополнительной синхронизации и потенциальных системных вызовов страничному аллокатору памяти операционной системы. Также, предложенный метод можно

использовать во встраиваемых системах, где вся память выделяется статически при старте программы. Если расширить концепцию future/promise продолжениями (continuations), то становится возможной реализация аналога оптимизации хвостовой рекурсии, что позволяет реализовывать бесконечные асинхронные циклы, которые часто возникают в сетевых приложениях, без потребления неограниченного количества памяти. Недостатки сводятся к более сложным алгоритмам, и необходимости захвата двух низкоуровневых примитивов синхронизации вместо одного.

Список литературы

1. The Incremental Garbage Collection of Processes. / Henry Baker, Carl Hewitt // Proceedings of the Symposium on Artificial Intelligence Programming Languages (1977), ACM Sigplan Notices 12, 8. pp. 55–59.
2. Исходный код `java.util.concurrent.CompletableFuture` (Java, OpenJDK 10). Режим доступа:
<https://github.com/dmlloyd/openjdk/blob/jdk/jdk10/src/java.base/share/classes/java/util/concurrent/CompletableFuture.java> (дата обращения 04.04.2018).

УДК 81'32

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПРЕДИКТИВНОГО ВВОДА ТЕКСТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

С.Ю. Филатов магистрант

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

serj.phil@outlook.com

Различные системы предиктивного ввода текста [1],[2] стали широко востребованы рынком после появления мобильных устройств с сенсорным экраном малой диагонали и отсутствием физической клавиатуры. К сожалению, используемые в настоящее время методы решения задачи могут обеспечить высокое качество работы только для языков с высокой степенью аналитизма, характеризующихся слабо развитым словоизменением. Для повышения качества прогнозирования вводимых слов для синтетических языков возможно использование методов, основанных на факторной модели языка [3], позволяющей учесть в прогнозе значения различных морфологических параметров слова. В данной работе выполняется поиск оптимального набора морфологических параметров для биграммной факторной модели русского языка.

В качестве факторов использовались теги части и информация роде, числе, падеже, транзитивности, лице, времени и наклонении слова.

Для обучения модели использовались корпус новостных статей с ресурса Lenta.ru объёмом 2,2 млн словоупотреблений и корпус художественных и публицистических текстов объёмом 3,7 млн словоупотреблений. Для определения значений морфологических параметров слова использовался словарь проекта OpenCorpora. При отсутствии слова в словаре отнесение слова к определённой части речи и определение значений морфологических параметров осуществлялось путём анализа окончания. Для оценки качества работы модели использовался корпус новостных статей.

Результаты проведённого исследования показывают, что учёт в модели различных параметров глаголов не приводит к увеличению точности предсказания вводимого слова. При включении в модель информации только о роде, числе и падеже слов наблюдается падение точности с 47% до 37% и рост KSPC с 0.71 до 0.75 при тестировании на известном тексте и падение точности предсказания с 33% до 29% без роста KSPC (0.83) на незнакомых текстах по сравнению с моделью, использующей только часть речи. Такое сочетание параметров показывает, что на незнакомых текстах модель, учитывающая только части речи слов, может правильно предсказать окончания большего числа слов,

однако эти прогнозы в основном производятся при приближении к окончанию слов. В то же время модель, учитывающая также род, число и падеж слов, способна при точном прогнозировании значений данных параметров предсказать окончание вводимого слова, используя меньшее число введённых символов. Включение в модель различных параметров глаголов не оказывает значительного влияния на качество работы модели, сохраняя KSPC в диапазоне 0.83-0.85 при точности предсказания 25%-29% для незнакомых текстов и KSPC 0.75 при точности предсказания около 37% для известных. При этом увеличение числа учитываемых моделью факторов приводит к увеличению требуемого модели объема памяти.

Из результатов проведённого эксперимента следует, что оптимальным для биграммной факторной модели русского языка является учёт части речи, рода, числа и падежа слов.

Список литературы

1. Stocky T., Faaborg A., Lieberman H. A commonsense approach to predictive text entry //CHI'04 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. ACM, 2004. Pp. 1163-1166.
2. Sandnes F. E. Reflective text entry: a simple low effort predictive input method based on flexible abbreviations //Procedia Computer Science. 2015. Vol. 67. Pp. 105-112.
3. Bilmes J. A., Kirchoff K. Factored language models and generalized parallel backoff // Proceedings of the 2003 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics on Human Language Technology: companion volume of the Proceedings of HLT-NAACL 2003--short papers-Volume 2. Association for Computational Linguistics, 2003. Pp. 4-6.

СЕКЦИЯ «ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»

УДК 003.26

Уязвимость ROCA и другие возможности внедрения закладок в алгоритм RSA

А.В. Маркелова, к.ф.-м.н.,

МГТУ им. Баумана, кафедра «Информационная безопасность»

markelova_bmstu@mail.ru

В ноябре 2017 года вышла статья [1], описывающая уязвимость ROCA библиотеки RSA Lib компании Infineon. Библиотека RSA Lib соответствовала требованиям FIPS 186-4, а также была сертифицирована BSI (немецкой службой информационной безопасности). Идея «ответственного шифрования», ранее называемого также «депонированием ключа», получает всё более широкое распространение, в том числе на законодательном уровне.

Криптографические методы, решающие задачу «ответственного шифрования», можно условно разделить три основных группы: слабые закладки, передача информации по скрытым каналам, SETUP-механизмы.

Слабые закладки — это намеренное ослабление алгоритма, позволяющее узнать секретную пользовательскую информацию на основе открытой информации: например, использование фиксированного простого числа p в генераторе RSA-ключей.

Вариации этой атаки основаны на идее генерации публичного модуля n таким образом, чтобы его разложение на множители оказалось полиномиально решаемой

задачей. В 2013 году подобная уязвимость была обнаружена в тайваньских ID-картах [2]. Другим примером такой закладки (возможно, непреднамеренной) является реализация генератора ключей в библиотеке RSALib [1].

Обнаружение слабых закладок влечёт за собой компрометацию всей системы (как в случае с RSALib). В отличие от них, скрытые каналы и SETUP-механизмы имеют доказуемую стойкость как от стороннего нарушителя, так и от реверс-инжиниринга.

Построение скрытого канала позволяет передать данные таким образом, что наблюдатель не может ни прочитать информацию в скрытом канале, ни даже однозначно определить факт её передачи.

RSA-подпись позволяет построить скрытый канал, например, с использованием особенностей выравнивания RSASSA-PSS (PKCS#1). В данном режиме формируется случайная строка salt, что и даёт возможность скрытой передачи информации.

SETUP-механизм (Secretly Embedded Trapdoor with Universal Protection) позволяет разработчику (или авторизованным спецслужбам) получить доступ к пользовательским ключам, несмотря на то, что входы и выходы модифицированного алгоритма полиномиально неотличимы от базовой криптосистемы. При этом SETUP-механизм обеспечивает криптостойкость системы по отношению ко всем сторонним злоумышленникам.

SETUP-алгоритм генерации RSA-ключей PAP (Pretty-Awful-Privacy) использует возможность передачи данных о закрытом ключе через старшие биты открытого модуля. Данный алгоритм работает дольше стандартного алгоритма генерации ключей, что критично для малоресурсных реализаций.

Мы предполагаем, что оптимальным решением является комбинирование модификации уязвимости ROCA [3] с одним из вариантов раскрытия информации через скрытый канал.

Список литературы

1. Matus Nemes, Marek Sys, Petr Svenda, Dusan Klinec, Vashek Matyas. The Return of Coppersmith's Attack: Practical Factorization of Widely Used RSA Moduli. CCS'17 Proceedings of the 2017 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security, pp. 1631-1648. DOI: 10.1145/3133956.3133969
2. Daniel J. Bernstein, Yun-An Chang, Chen-Mou Cheng, Li-Ping Chou, Nadia Heninger, Tanja Lange, and Nicko van Someren. Factoring RSA Keys from Certified Smart Cards: Coppersmith in the Wild. ASIACRYPT 2013. Springer-Verlag, pp. 341-360. DOI: 10.1007/978-3-642-42045-0_18
3. Aleksandra V. Markelova. Vulnerability of RSA Algorithm. In CEUR Workshop Proceedings, 2017, vol-2081 (Selected Papers of the VIII All-Russian Scientific and Technical Conference on Secure Information Technologies, BIT 2017), pp. 74-78. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2081/paper16.pdf>

УДК 004.051

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ

Л.Я. Добкач, студент

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

dobkachleo@mail.ru

Настоящий доклад посвящён анализу эффективности систем обнаружения вторжений (СОВ), что должно помочь специалистам по защите информации лучше выбирать подходящую СОВ для защищаемой ими сети. Следствием выбора оптимального решения в рамках рассматриваемого вида СЗИ станет повышение уровня информационной безопасности в защищаемой сети, что по-настоящему важно в условиях

современного мира информационных технологий. В качестве исследуемых решений выбраны системы обнаружения вторжений с открытым исходным кодом Snort и Suricata.

Система обнаружения вторжений Snort выполняет протоколирование, анализ, поиск по содержимому, а также широко используется для активного блокирования или пассивного обнаружения целого ряда нападений и зондирований [1]. Snort способен функционировать в нескольких различных режимах: например, анализа пакетов, журналирования пакетов, обнаружения сетевых вторжений и встраиваемом (inline) режиме, в зависимости от конфигурации, которую уполномоченный пользователь может настроить под нужды как собственные, так и предприятия.

Suricata проверяет сетевой трафик, используя эффективные и обширные правила и язык сигнатур, а также поддерживает скриптовый язык Lua для обнаружения сложных угроз.

Официальный сайт отмечает, что благодаря стандартным форматам ввода-вывода, таким как YAML и JSON, интеграция с такими средствами, как существующие SIEM, Splunk, Logstash / Elasticsearch, Kibana и другие базы данных, становится легче [2].

Французский исследователь по безопасности Себастьян Дамай провёл подробный сравнительный анализ, основанный на трёхстах и более различных тестах, между версиями Snort 2.9.04 IPv6 (сборкой 111) и Suricata 1.1beta1 (rev a9beae0) [3]. В настоящее время обе рассмотренные версии устарели, однако это не мешает отметить выявленные тенденции. В окончательном выводе студент характеризует Snort как остающуюся де-факто стандартом СОВ для производственных нужд. Причём ключевыми достоинствами он называет его стабильность, простоту настройки и хорошую документированность. О Suricata он высказывается как о системе обнаружения (и предотвращения) вторжений, способной совершить революцию в методах обнаружения, и нововведения обязательно интегрируют в будущих выпусках Snort, что говорит о перспективности данного решения.

Обзор подходов к оценке эффективности СОВ выявил их неполноту, что связано со степенной зависимостью точности анализа от числа признаков. Себастьян Дамай в своём исследовании признаётся, что, несмотря на обилие тестов, он не смог проверить все возможные функции Snort и Suricata [3], что подтверждает тезис о неполноте сравнительного анализа.

Таким образом, руководящими подходами мы выделяем эвристические, а из них такой, что можно назвать признаковым, а также практический, чьи результаты могут стать источником данных для перечня критериев анализа эффективности, то есть признаков систем обнаружения вторжений.

Список литературы

1. Алексеев Р. Компьютерная безопасность: Snort: Часть 1. Введение. Режим доступа: <http://c-sec.ru/snort/Snort-Part-1-Snort-introduction/#snort> (дата обращения 01.04.2018)
2. Suricata: All features. Режим доступа: <https://suricata-ids.org/features/all-features/>.
3. Sebastien Damaye. Aldeid: Suricata-vs-snort. Available at: <https://www.aldeid.com/wiki/Suricata-vs-snort>, accessed 01.04.2018.

СЕКЦИЯ «ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ»

УДК 623.624.2

ДЕЗИНФОРМИРОВАНИЕ СРЕДСТВ РАДИО- И РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ

Д.И. Глущенко, студент

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

dmitreyglu@yandex.ru

Одна из целей радио- и радиотехнической разведки (РРТР) состоит в определении пространственных координат источников радиоизлучения (ИРИ), при этом используется пеленгация ИРИ.

В данной работе проводится моделирование и исследование модели ситуации конфликтного взаимодействия средства РРТР и постановщика помех. Помехи дезинформируют средство РРТР, искажая информацию о пространственных координатах ИРИ. Модель учитывает динамическое развитие конфликта при взаимном движении ИРИ и средства РРТР.

Объединяются две программные части: измерительная, в которой исследуются характеристики постановщика помех, расчетная часть (непосредственно моделирование противодействия), которая отображает изменение характера траектории движения средства РРТР, а также ограничения, принятые при построении модели.

Постановщик дезинформирующих помех (ПП) когерентен ИРИ и разнесен от него на определенное расстояние (длину базы). Пара излучателей «ИРИ-ПП» формирует волну со сложной конфигурацией фронта. Пеленгатор РРТР определяет направление на ИРИ (объект защиты) как нормаль к фазовому фронту в определенной точке своего расположения.

Из-за сложности формы фазового фронта, создаваемого двумя когерентными излучателями, пеленгатор может наводиться на точку, которая может находиться за пределами базы источников излучения, т.е. при определенных характеристиках пары излучателей «ИРИ-ПП» совершать аномальные ошибки [1].

В результате моделирования и исследования модели показано, каким образом изменяется траектория движения носителя средства РРТР ввиду ошибки пеленгования.

На основе результатов моделирования предлагается усовершенствование постановщика помех. Предполагается использование вращения диаграммы направленности (либо путем механического вращения ПП вокруг ИРИ, либо путем отстройки излучаемого и помехового сигналов). В этом случае диаграмма направленности пары излучателей будет стремиться к форме окружности, и для пеленгатора форма фазового фронта будет восприниматься как еще более сложная.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на уточнение влияния таких факторов, как динамика полета, помеховая обстановка и др., а также на повышение точности расчетов.

Список литературы

1. Куприянов А.И., Шустов Л.Н. Радиоэлектронная борьба. Основы теории. М.: Вузовская книга, 2011. 800 с.
2. Куприянов А. И. Ракеты против РЛС. Конструкция, компоновка, действие и противодействие, М.: Изд-во «Вузовская книга», 2015.
3. Van Brunt L.B. Application ECM – EW Engineering Inc. USA, 1982.

УДК 534.78

ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МЕХАНИЗМОВ СЛУХОВОГО ВОСПРИЯТИЯ

К.К. Филиппов, студент

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

i.u.bmst@gmail.com

А.Л. Селенина, студент

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

so.zz.va@yandex.ru

Слуховой аппарат при спектральном анализе звукового колебания задействует участки базилярной мембраны определенной длины. Длины этих участков соответствуют

ширине фильтра, внутри которого происходит интеграция звука. В настоящее время принято считать, что слуховая система насчитывает примерно 24 линейных фильтра для избирательности по частоте. [1]Однако, по другим данным [2] ширина полосы зависит от центральной полосы анализа. Т.к. накопление энергии в пределах критической полосы слуха пропорционально ширине этой полосы, следовательно, графическую зависимость ширины полосы от уровня звукового давления в общем виде можно описать:

$$y(f) = e^{\Delta f}, \quad (1)$$

где Δf – ширина полосы[50-5000] Гц.

Другая функция, которая встраивается в различные приборы и программные продукты как инструмент анализа, – фильтр типа «А». Данный фильтр используют при работе с речевыми сигналами, т.к. считается что средний уровень громкости для речи составляет 40 фон. Следовательно, происходит выравнивание спектра речевого сигнала с учётом различной чувствительности человеческого уха к частотам звукового диапазона (вид данной кривой представлен в «ГОСТ Р ИСО 226 – 2009. Акустика. Стандартные кривые равной громкости»).

Идея эксперимента состоит в следующем: применение обратных характеристик, описанных выше функций, на сигнал должно нивелироваться нелинейными характеристиками слуховой системы.

Цель эксперимента: проверить целесообразность применения данных фильтров вместе и по отдельности. Для достижения цели решалась задача обнаружения, т.е. при каком соотношении сигнал/шум (SNR) будет проявляться работа данных фильтров и речевой сигнал возможно обнаружить на фоне помехи. Для оценки качества звука решалась задача разрешения, т.е. применение какого фильтра (или их аддитивное использование) субъективно даёт улучшенное звучание сигнала.

В ходе проведенных экспериментов, в которых участвовало 6 человек (3 мужчин и 3 женщин), установлено:

1. Минимальное пороговое значение SNR, при котором возможно правильно распознать часть фразы или её составляющие, составляет -12 дБ.

2. Пороговое значение SNR, при котором возможно правильно распознать всю фразу отчётливо, не зависит от применённой формы огибающей фильтра.

Список литературы

1. Алдошина И.А. Основы психоакустики. Режим доступа: <http://www.keklab.ru/buf/ai/psychoacoustics.pdf> (дата обращения 04.04.2018).
2. Moore, B.C.J. An Introduction to the Psychology of Hearing: Sixth Edition/B.C.J. Moore. Boston: Brill, 2013. 458 p.

УДК 004.492.3

ОБНАРУЖЕНИЕ И СДЕРЖИВАНИЕ ЭПИДЕМИЙ СЕТЕВЫХ АТАК

И.В. Шепелев, старший оператор научной роты

Научная рота космических войск Воздушно-Космических сил

ivan_shepelev12@mail.ru

Недостаточное количество квалифицированных специалистов, широкие возможности информационных систем и возможность перехвата информационных потоков, циркулирующих в таких системах, сделали данное направление деятельности очень привлекательным для злоумышленников.

Повсеместное использование оборудования иностранного производства часто имеющего незадекларированный функционал, а так же программного обеспечения без

предоставления документации с исходными кодами, создает все условия для ведения скрытой и эффективной кибервойны.

Для решения группы обозначенных проблем можно предложить многоуровневую многокомпонентную систему обнаружения вторжений, работающую совместно с антивирусом и другими системами защиты ПК в сети организации. Основная задача - распознавание и блокирование угроз нулевого дня, распространяемых по системе e-Mail и в сети Интернет, например, с учётом особенностей и правил обработки цифровой информации в сети предприятия до соответствующего обновления баз сигнатур антивируса.

Первый уровень защиты целесообразно интегрировать с почтовым сервером. На этапе фильтрации контента (содержимого почтового сообщения) полученное e-Mail сообщение следует анализировать на предмет наличия в нем потенциально опасных вложений. При обнаружении таковых производить перемещение в карантин. В зависимости от вида деятельности организации правила анализа входящих и исходящих писем (если был уже взломан ПК внутри организации, например) могут быть достаточно жесткими и блокировать все вложения, включая архивные с исполняемыми файлами или содержащими ссылки на загрузку вредоносных файлов из сети Интернет с сервера(ов) злоумышленника.

Вторая линия обороны может быть реализована на ПК пользователей. Создание блокировки на исполнение файлов, не находящихся в "белом" списке.

Третий этап - организация защиты от вирусов-шифровальщиков. Под защитой понимается создание файлов-ловушек с именами, зарезервированными в ОС (CON.txt, PRN.doc, LPT1.docx) или использование песочниц с заранее созданными файлами наиболее популярными для вредоносных программ данного типа. Вторым методом является резервное копирование важных областей памяти в недоступном для шифровальщика месте (другой ПК или специально созданный сервер, работающий как резервное хранилище).

Четвертый этап – это этап работы с персоналом, на котором пользователи проходят обучение в интерактивном режиме с использованием мультимедиа и проходят итоговое тестирование. Мотивацией качественной подготовки может послужить премирование.

Также важно оперативно информировать персонал о новых видах угроз. Например, путем рассылки кратких инструкций, содержащих описания недавно обнаруженных угроз.

Многие из обозначенных задач не решены или не имеют полного решения в настоящее время. Требуется адаптировать существующие алгоритмы и разработать необходимые программы для автоматизации части рутинных процедур, обозначенных в данной работе, с целью создания действительно эффективной системы обнаружения вторжений.

Список литературы

1. Крис Касперски. Компьютерные вирусы изнутри и снаружи. СПб.: Питер, 2006. 526 с.
 2. Никишин А., Павлющик М. Макро-вирусы: происхождение, правда о реальной угрозе и методах защиты // InfoSecurity-2000: сборник стат. о комп. без-ти. Москва, 2012.
 3. Козлов Д. А. Энциклопедия компьютерных вирусов. М.: Солон-Р, 2014. 464 с.
-

СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРНЫЙ БИЗНЕС И МЕНЕДЖМЕНТ»

УДК 658.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЗАТРАТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

К.Ю. Белоносов, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

kir-belonosov@yandex.ru

На сегодняшний день в области машиностроения и наукоемкого производства все чаще встречается термин интегрированная логистическая поддержка (ИЛП). Это обуславливается стремительным ростом сложности как самих технических систем, так и сопутствующих их жизненному циклу (ЖЦ) организационных процессов, а так же все более возрастающей значимостью статей доходов связанных с эксплуатационным обслуживанием.

Использование системы ИЛП на машиностроительных предприятиях позволяет существенно сократить затраты связанные с эксплуатацией изделия и послепродажным обслуживанием, что напрямую влияет на рационализацию затрат, и как следствие на достижение требуемого уровня конкурентоспособности.

Актуальность системы ИЛП привела к большому числу разработок и исследований в области проектирования и совершенствования логистических функционалов на всех этапах ЖЦ машиностроительной продукции с целью управления затратами, но большинство из них основываются на традиционных подходах минимизации издержек, что является неприемлемым для сложных технических систем и не учитывает их специфику.

Эти особенности и конкретные спецификации как конечных изделий, так и материалов, запчастей, комплектующих (МКЗ) играют важнейшую роль в части управления затратами - оказывают влияние на различные группы затрат комплекса ИЛП.

Такие особенности и спецификации называются логистическими факторами, они объединяются в укрупненные группы, в соответствии с областями, к которым они относятся [1].

Затраты эксплуатации машиностроительной продукции укрупненно представляются затратами на ремонт и профилактику – трудоемкость, время, а так же стоимость материалов, комплектующих и запасных частей (МКЗ). Эти параметры зависят от логистических факторов связанных с затратами эксплуатации. В связи с этим становится актуальна задача определения чувствительности эксплуатационных затрат к различным логистическим факторам, то есть определение наиболее приоритетных факторов, оказывающих наибольшее влияние на затраты.

Задачу приоритизации факторов с целью дальнейшего управления можно решить на основе метода анализа иерархий Томаса Саати [2].

Данный метод используется в различных направлениях, где есть необходимость принятия решения, таких как: различные исследования, отбор проектов, оценка альтернативной продукции и т.д. Он позволяет пользователю структурировать комплексные проблемы в иерархическом порядке или разделить их по интегрированным уровням. Применение этого метода для решения поставленной задачи позволит определить чувствительность всех эксплуатационных затрат машиностроительной продукции к оказывающим на них влияние логистическим факторам и добиться максимально эффективной минимизации издержек.

Список литературы

1. Сидельников И.Д., Барабушка А.С., Бром А.Е. Особенности конструкции и обслуживания техники как ключевые факторы логистики при создании цепей поставок в машиностроении // Логистика и управление цепями поставок. 2017. №4(81). С. 33–40.
2. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. / Саати Т. Л. // Радио и связь. 1989. 316 с.

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА РАБОТ СОЗДАНИЯ СКЛАДА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

А.М. Моисеенко, бакалавр

МГТУ им. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

annetmoiseenko@yandex.ru

А.С. Калинич, бакалавр

МГТУ им. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

anneta22@inbox.ru

Научный руководитель: Ж.М. Кокуева, доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана кафедры «Инженерный бизнес и менеджмент»

kokueva@gmail.com

Современный склад — это сложное техническое сооружение, состоящее из многочисленных взаимосвязанных элементов. Склад выполняет следующие функции: создание необходимого ассортимента в соответствии с заказом потребителей, объединение партий отгрузки и транспортировки грузов, предоставление услуг клиентам (фасовка продукции, заполнение контейнеров, распаковка и т.д.), складирование и хранение.

В тоже время склад является частью системы логистической цепи, которая и формирует основные требования к складской системе, устанавливает цели и параметры для эффективного функционирования складского комплекса.

Проект по разработке склада следует начать с определения цели, формулировка которой должна включать в себя желаемый результат, срок реализации проекта и необходимый бюджет.

Для максимального учета различных факторов необходимо определить: назначение склада, определение дневной реализации, его товарооборота, организация складских помещений, какие транспортные средства и в каких количествах будут обрабатываться, какой режим работы и какое количество персонала необходимо на данном складе.

Если некоторые вопросы можно решить своими силами, то вопросы разработки технологий и проектирования невозможно без помощи профессионалов, не говоря уже о самом строительстве и внедрении программного продукта. Таким образом, для реализации проекта требуется привлечение сторонних организаций.

Важным этапом является описание жизненного цикла проекта, каждая фаза которого должна заканчиваться определенным результатом, в данном случае проект разделяется на 3 фазы [1]: начальную, промежуточную и конечную. Начальная фаза заканчивается готовым проектом склада, который разрабатывает проектный институт. Промежуточная фаза включает строительные и отделочные работы: постройку самого модуля, подведение коммуникаций, а также полную отделку помещений и установку различных датчиков и сигнализаций. Конечная фаза является завершающей. Это ввод склада в эксплуатацию.

Основные этапы создания склада: 1 этап: проектно-технические работы, 2 этап: подготовка к строительству склада, 3 этап: строительство, 4 этап: обустройство склада, 5

этап: обустройство инфраструктуры склада, 6 этап: подготовка документации для сдачи склада в эксплуатацию.

С момента принятия решения о строительстве склада до его полной реализации может пройти от 1 года до 3 лет, в зависимости от величины склада, четком описании рисков проекта, грамотном выборе проектной группы.

При разработке ИСР следует учитывать, что получение проекта межевания территории может занять от 1 до 2 месяцев, с учетом выбранной организации; что согласования строительного проекта с вышестоящими инстанциями может занять от 1,5 до 3 месяцев; что строительство может растянуться от 3 до 8 месяцев; что обустройство склада занимает от 2 до 4 месяцев.

Таким образом, показано как может выглядеть ИСР при разработке склада готовой продукции.

Список литературы

1. Управление проектами: рабочая тетрадь/Ж.М. Кокуева, В.В. Яценко.— Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015.—17,[3] с.: ил.
2. Синягов С.А. Цифровая экономика - различные пути к эффективному применению технологий. *International Journal of Open Information Technologies*. 2016. Т. 4. № 1. С. 4-11.

УДК 599.722

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ КОНЕЧНОГО РЕЗУЛЬТАТА

С.Б. Захарова, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
szkhrva@gmail.com

Научный руководитель: А.И. Кузнецов, к.э.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
kuznetsov.bmstu@gmail.com

Управление проектами – это деятельность, направленная на достижение поставленных задач, реализацию определённых планов, используя имеющиеся ресурсы. К сожалению, не существует идеальной системы управления проектами, подходящей для решения любых задач. В период реализации проекта, его команда сталкивается с такой проблемой, как необходимость внесения изменений в течение всего рабочего процесса, в связи с чем конечный результат – не определен. Так как же повысить эффективность проектного управления, качество выпускаемого продукта, конкурентные позиции на рынке в условиях постоянно меняющихся требований и планов на разработку проектов?

Классической методологией управления проектами считается – каскадная модель. Наиболее очевидный способ сделать свой проект более управляемым – это разбить процесс его исполнения на последовательные этапы. Данный подход ориентирован на проекты, в которых есть строгие ограничения по последовательности выполнения задач. Большим плюсом данного подхода является то, что он требует от заказчика четких требований к конечному виду продукта уже на начальном этапе проекта. Раннее включение привносит определённую стабильность в работу проекта, а планирование позволяет упорядочить реализацию проекта. Основным недостатком классического проектного менеджмента – отсутствие гибкости к внесению изменений в проект, то есть зачастую внесение каких-либо изменений требует переделки проекта с самого начала.[1]

Несмотря на многочисленные достоинства классической методологии, она является неэффективной для быстрорастущих и динамично развивающихся сфер. По этой причине

группой экспертов был создан манифест Agile, в нем была описана система идей и принципов «гибкого» управления проектами, на основе которых разработаны популярные методы: Scrum, Kanban и другие.[2] Ключевой принцип — разработка через короткие итерации, в конце каждой из которых заказчик получает рабочий код или продукт. Гибкая методология разработки ориентирована на динамическое формирование требований и их возможную неполноту, а также минимизацию рисков путем сведения выполнения проекта к серии коротких циклов. [1] При использовании подобного подхода существует точный план лишь на ближайшее будущее, команда разработчиков в любой момент готова к возможным изменениям требований, это является большим преимуществом на рынке. Задача команды проекта удовлетворить требования заказчика, которые в свою очередь опираются на потребности конечных пользователей (стейкхолдеры).

Манифест гласит: главное люди, а не вещи. Команда и общение с заказчиком – ключевые элементы. [2] Гибкая система внесения изменений позволяет минимизировать многие риски. Но в связи с этим появляются другая дилемма: как удовлетворить наибольшее количество требований стейкхолдеров, не уменьшая выгоды заказчика?

У каждой команды, работающей по гибкой методологии, есть ограничения по количеству требований, которые они могут реализовать за одну итерацию. Проблема в том, что потребностей у конечных пользователей больше, чем «пропускная способность команды».

При попытке удовлетворить все требования, команда проекта будет перегружена: будет вынуждена спешить, переключаться между задачами. По этой причине трудозатраты и давление на команду будут увеличиваться, что приведет к снижению производительности труда и качества работы. Сложившаяся ситуация приведет к увеличению сроков и бюджета, что заведомо проигрышная стратегия.

Одно из решений данной проблемы – фильтрация требований, поступающих к команде проекта. На каждой итерации руководителем проекта отбирается оптимальное количество требований. Основными критериями отбора являются – ценность и объем задачи. Эти параметры не зависимы друг от друга, что сильно усложняет фильтрацию. Для принятия правильного решения руководитель проекта должен общаться с заинтересованными лицами, что позволит узнать ценность каждой задачи, общаться с командой проекта, чтобы знать объем работы. Таким образом отбор происходит при участии команды разработки, заказчика и минимум одного стейкхолдера.

Работа команды по гибкой методологии позволяет не копить требования, а наоборот вносить изменения в проект сразу. Скорость внесения изменений определяется только пропускной способностью. Обработывая оптимальное количество задач за итерацию, команда сохраняет производительность труда на высоком уровне.

На производительность труда команды влияют так же другие факторы. Производительность труда напрямую связаны с численностью команды. Чем больше команда проекта, тем больше число связей и разнообразнее ценности, что напрямую влияет на уровень конфликтов в команде. Чем больше конфликтов, тем меньше производительность труда. Немаловажное влияние на производительность труда оказывает «сыгранность» команды и стадия развития отношений внутри коллектива. Чем более «сыгранная» команда, тем больше уровень взаимозаменяемости, ведь происходит обмен опытом в процессе совместной работы.

Основным циклом разработки проекта по гибкой методологии является взаимодействие команды и стейкхолдеров. Как было сказано ранее, вся разработка проекта разбита на множество итераций. На каждой итерации команда разрабатывает часть проекта по требованиям с предыдущей итерации. Далее проект передается стейкхолдерам, которые на основании тестирования текущей версии проекта составляют новые требования. Руководитель проекта собирает данные требования от стейкхолдеров,

далее происходит их фильтрация с учетом ограничений по срокам и бюджету, и направляет их команде разработки в виде новых задач. Таким образом, обеспечивается гибкое взаимодействие с конечными пользователями при разработке проекта и учетом интересов заказчика.

Из выше сказанного следует, что классическая методология плохо подходит для использования при быстро меняющихся условиях. Введение гибких методологий позволяет лучше адаптировать проект к условию непостоянства окружающей среды. Но их использование приводит к проблеме, связанной с постоянно увеличивающимися требованиями конечных потребителей в условиях ограниченных сроков и бюджета и сохранением выгоды для заказчика. Для ее решение наиболее оптимальная стратегия - это фильтрация задач исходя из их ценности, объема и пропускной способности команды. Гибкие методологии подразумевают частое общение с пользователями и заказчиком, что позволяет учитывать интересы всех и своевременно вносить изменения.

Список литературы

1. Agile/Scrum методологии разработки программного обеспечения. Режим доступа: <http://www.slideshare.net/jazzteam>
2. Agile-манифест разработки программного обеспечения. Режим доступа: <http://agilemanifesto.org/iso/ru/manifesto.html>
3. Карпов С. Agile: как и когда применять этот метод // Harvard Business Review Россия. 2016.

УДК 338.33

РАССМОТРЕНИЕ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

И.В. Анисимов, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

nivan98@yandex.ru

Для удовлетворения общественных потребностей, порождающих рыночный спрос и получения прибыли, создаются (учреждаются), в соответствии с действующим законодательством, самостоятельные хозяйствующие субъекты, именуемые предприятиями. Для осуществления грамотной финансово-экономической деятельности и рационального использования производственных мощностей, должно осуществляться своевременное и научно обоснованное предсказание на будущее на основании различных исследований (анализа выявления движущих сил, закономерных тенденций, с учетом рыночной ситуации) объема реализованной продукции — прогнозирование. Это является важной задачей в хозяйственной деятельности данного экономического субъекта.

Целью работы является рассмотрение особенностей применения качественных и количественных методов, определение их прогностической ценности и формулировка предварительных результатов. Апробация была осуществлена на базе предприятия ОАО «Воскресенские минеральные удобрения». Были выявлены причины низких объемов реализованной продукции за 2014-2015 года.

2014 год:

- Разрыв деловых отношений ОАО «Уралкалий» с ОАО «Беларуськалий», ставший причиной резкого снижения цен, нарастания конкуренции и перепроизводства калийных удобрений. Это спровоцировало общее падение спроса на минеральные удобрения, что повлекло резкое сокращение экспорта аммофоса в 2014 году [12].

- Повышение цен монопольного поставщика апатитов (ПАО «Фосагро»). До 2013 года «Воскресенские минеральные удобрения» покупали апатиты по цене в 1,5 раза

дешевле рыночной на основании долгосрочного контракта. В начале 2014 года компании не могли договориться о фиксированной цене [13]. Используя устаревшее оборудование, предприятие получало конкурентное преимущество за счет низких закупочных цен на сырье. Само собой разумеется, с их повышением возникла потребность обновления производственных мощностей и поиска новых факторов увеличения конкурентоспособности, что значительно сказалось на объеме сбыта продукции.

2015 год:

- Резкий рост доллара и евро по отношению к рублю сказался на поставках удобрений за рубеж. Так как большую часть продукции предприятие экспортирует, то воздействие на общий объем отгруженной продукции было очень сильным.

- Продолжение негативного влияния событий 2014 года.

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы и определить перспективы дальнейших изысканий по данному направлению:

1) Для получения объективного результата прогнозирования предпочтительнее использовать как качественные, так и количественные методы.

2) Применение одних только математических моделей не учитывает личностные и политические новации, которые могут иметь (как было проиллюстрировано) большое влияние на участников рынка.

3) Перспективы дальнейших научных изысканий данного направления весьма значительны, так как методология существующих средств анализа несовершенна, высокий уровень развития информационно-коммуникационных технологий позволяет накапливать огромные массивы данных, которые должны быть интерпретированы надлежащим образом.

Список литературы

1. И. И. Елисеева, С. В. Курышева, Т. В. Костеева и др. / под ред. И. И. Елисеевой. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2007. 576с.
2. Годовой отчет ОАО «Воскресенские минеральные удобрения» за 2013 год. Режим доступа: <http://www.uralchem.ru/upload/iblock/818/annualreport2013.pdf> (дата обращения 06.04.2018)

УДК 339.137.22

АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ВЕДУЩИХ ИТ-КОМПАНИЙ

А.А. Бадюк, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

badyuk.sasha@gmail.com

Среди многочисленных компаний-гигантов на рынке инноваций и IT-технологий на протяжении 10 лет явно выявлены основные лидеры.

Проводя ежемесячные исследования и сбор данных, журнал Forbes выделяет несколько компаний, претендующих на звание «компания на триллион \$». Имеется в виду оценка капитализации компании, её рыночная стоимость. Среди них главные претенденты: Apple, Google, Amazon, Microsoft и Facebook. Недавно опубликованные их финансовые отчеты дают возможность оценить потенциал для роста акций компаний [1].

На фоне капитализации компаний и их финансового состояния, проведем анализ факторов, влияющих на их успех на рынке инноваций и IT-технологий.

Ключевые факторы успеха (КФУ) – главные определители конкурентного успеха в отрасли. Обычно для отрасли характерны три-четыре фактора, а из них один-два наиболее важны. Задача анализа - в определении ключевых факторов и оценки конкурентоспособности компаний. Ниже перечислены типы КФУ.

1. Факторы, связанные с технологией.

2. Факторы, связанные с производством.
3. Факторы, связанные с распределением.
4. Факторы, связанные с маркетингом.
5. Факторы, связанные с квалификацией.
6. Факторы, связанные с возможностями организации.
7. Другие типы КФУ [2].

Изучение статистических данных [3] позволило выделить следующие наиболее важные для оценки конкурентоспособности факторы, которые ранее не рассматривались:

- средняя зарплата сотрудников;
- медианная зарплата сотрудников;
- количество потребителей;
- количество сотрудников;
- частота обновления продукции за год;
- темп роста выручки по сравнению с предыдущим годом;
- количество сотрудников с опытом работы более 10 лет;
- стрессовые ситуации во время рабочего процесса;
- количество посетителей сайта компании за месяц.

Методом экспертной оценки по каждому фактору были определены весовые коэффициенты m_i , удовлетворяющие условию (1).

$$\sum_{i=1}^n m_i = 1 \quad (1)$$

На основе анализа значений факторов конкурентоспособности каждой компании составлена эталонная модель с характеристиками $P_{iэ}$ и вычислены единичные относительные показатели (2) факторов конкурентоспособности компаний.

$$q_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_{iэ}} \quad (2)$$

Вычислена конкурентоспособность (КС) каждой компании (3), по итогам которой наибольшей конкурентоспособностью на рынке IT-технологий обладает компания Google.

$$КС = \sum_{i=1}^n q_{ij} * m_i \quad (3)$$

Также выявлены две зависимости КС: от количества посетителей сайта компании за месяц (4) и от средней зарплаты в компании (5).

$$КС = 0,9699x^{0,0745} \quad (4)$$

$$КС = 2553,9x^2 - 501,99x + 25,223 \quad (5)$$

Список литературы

1. Алина Гайнуллина Forbes Contributor: Apple или Google: какую компанию первой оценят в \$1 трлн // Forbes.ru, 09.02.2018.
2. Арутюнова Д.В. Стратегический менеджмент: учебное пособие. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. 122 с.
3. PayScale. Available at: https://www.payscale.com/research/US/Certification=Apple_Certified_Pro/Salary#by_Lawyers_in_Firm, accessed 04.04.2018.

УДК 338.001.36

АНАЛИЗ МИРОВОГО ОПЫТА СОЗДАНИЯ ЭКОСИСТЕМ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СТАРТАПОВ

А.С. Галкина, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

galkina-a-s-16b083@mail.ru

На сегодняшний день происходит постоянное развитие технологий, способов управления и организации работы компаний. В основе данного процесса улучшения лежат инновации. С помощью данного механизма возникают непосредственные изменения, обеспечивающие качественный рост и эффективность продукции или процессов.

Основными задачами данной работы являются: анализ составляющих индекса *GEI* (*GlobalEcosystemIndex*) для некоторых регионов мира, исследование компетенций, необходимых для формирования экосистемы организации. Всё перечисленное выше позволяет сделать вывод о наиболее благоприятных городах или районах для выхода стартапа на рынок, а также выявить основные составляющие, позволяющие создать успешно функционирующую экосистему.

При выходе на рынок для каждого нового бизнес-проекта необходимо учитывать экономический и инвестиционный климат, возникающий в стране в рассматриваемый период времени. Определяющим условием обновления новой экономической модели является целенаправленное развитие предпринимательской деятельности. Это сопровождается развитием научно-инновационных циклов и человеческого капитала. Всё перечисленное выше позволяет повысить эффективность и конкурентоспособность производимых работ и обеспечить приток чистых денежных доходов. В этом контексте были созданы макроэкономические предпосылки, являющиеся основополагающими для описания экосистемы государства. [1]

Все они были объединены в общий показатель – *GEI*. Ранжирование экосистем происходит по пяти основным компонентам: производительность, финансирование инвестиций, охват рынка, человеческий капитал, опыт в запуске стартапов. Учитывая все элементы индекса можно определить, каковы возможности выхода новых бизнес-проектов на рынок и оценить эффективность и прибыльность от их реализации.

С учетом всех элементов индекса *GEI* производится распределение наиболее благоприятных экосистем городов. Оценивая совокупность всех элементов можно сделать вывод, что наиболее благоприятными экосистемами для развития стартапов обладают следующие города и области: Силиконовая долина (*Silicon Valley*), Нью-Йорке (*New York City*), Лондон (*London*), Бостон (*Boston*) и Пекин (*Beijing*). [2]

Успешная реализация бизнес-проекта зависит не только от экосистемы, создаваемой тем или иным городом или областью, но и способность организации самостоятельно создавать вокруг себя эффективно функционирующую систему. Для создания рентабельной экосистемы компания должна обладать максимальным количеством соответствующих компетенций: управление интеграционными процессами (гибкая и масштабная ИТ-структура), гибкое управление организацией (адаптивные условия работы), организационная структура (взаимодействие «центра инноваций» и основных отделов компании) управление инновациям (мотивация и корпоративная культура). управление отношениями с клиентами (анализ клиентских данных). Все вышеперечисленное в совокупности со сбором и анализом данных о клиентах (управлением отношений между организацией и клиентами) приводит к некоторым положительным эффектам, а именно более успешным развитием бизнес-проекта и получению большей прибыли. [3]

Список литературы

1. Александров Е.Л., Александрова О.Е. Меры борьбы с бедностью: зарубежный и отечественный опыт // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 9-1. С. 101-105.
2. *Global Startup Ecosystem Report*. 2017. Available at: <https://startupgenome.com>, accessed 18.03.2018.
3. Гайсина Д.В. Трансформация современных бизнес-моделей в сторону экосистем. Режим доступа: <http://www.businessstudio.ru/upload/iblock/7e6/Гайсина.pdf> (Дата обращения 05.04.2018)

УДК 336.6

ОЦЕНКА РИСКОВ ПАО «АЛРОСА» ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА «ВЕРХНЕ-МУНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ»

И. С. Горюнова, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

lidrail@mail.ru

Цель работы - идентификация и анализ рисков компании «АЛРОСА» при реализации нового инвестиционного проекта «Верхне-Мунское месторождение».

Задачи проведенного исследования: 1) выявить уязвимости в деятельности ПАО «АЛРОСА» при реализации данного проекта (PESTE-анализ и SWOT-анализ, финансовый анализ деятельности компании на основании бухгалтерской отчетности); 2) составить реестр основных рисков; 3) проанализировать выявленные риски качественным и количественным методом; 4) разработать рекомендации по управлению доминирующими рисками.

Создание алмазодобывающего предприятия на месторождении Верхне-Мунского рудного поля – один из крупнейших инвестиционных проектов компании «АЛРОСА».

Основные характеристики проекта [1-2]: разведанные запасы - 38,4 млн карат алмазов; общая стоимость проекта - 63 млрд. руб.; реализация проекта - за счёт собственных средств; государственная поддержка в виде субсидии на транспортную инфраструктуру - 8,5 млрд руб; разработка месторождения - до 2042 г.; промышленный запуск - IV квартал 2018 г.; выход на проектную мощность - IV квартал 2019 г.; добыча алмазов - 3 млн тонн руды в год или 1,8 млн карат; поступления в бюджет за весь период отработки - 187,5 млрд руб.

Негативные факторы, выявленные в результате PESTLE-анализа и SWOT-анализа: возможное введение санкций против «АЛРОСА» со стороны США и Евросоюза; неблагоприятное изменение законодательства РФ и других стран; колебание курса валют; изменение цен на продукцию компании; опасность техногенных аварий.

Негативные факторы, выявленные в результате анализа финансового состояния ПАО «АЛРОСА» на основании данных бухгалтерской отчетности [3]: чрезмерно высокая долговая нагрузка и потребность в заемных средствах для финансирования деятельности; неэффективное использование денежные средства; недостаток в оборотных средствах; нарушение ликвидности баланса; среднеустойчивое финансовое состояние.

Вывод: финансовое положение компании позволяет реализовать масштабный инвестиционный проект «Верхне-Мунское месторождение».

На основе выявленных уязвимостей компании был составлен реестр основных рисков. Качественный и количественный анализ рисков позволил определить вероятность наступления рисков событий и их последствий.

По результатам исследования было установлено, что наибольшую опасность для реализации проекта представляют риск введения против «АЛРОСА» санкций со стороны

США и ЕС и риск техногенных аварий.

По доминирующим рискам разработаны рекомендации с целью предотвращения или минимизации потерь в случае их неизбежного возникновения.

Рекомендации по управлению риском введения против «АЛРОСА» санкций со стороны США и ЕС: перенаправление поставки продукции; работа с клиентами, в структуре которых имеются подразделения, зарегистрированные в странах, не поддержавших санкции США против России; развитие системы долгосрочных контрактов по сбыту продукции.

Рекомендации по управлению риском техногенной аварии: совершенствование технологии проведения взрывных работ; проведение мерзлотно-гидрогеологического мониторинга.

Список литература

1. Пришел черед Верхней Муны // Вестник АЛРОСА. 2016. № 5 (238). С. 2
2. Инвестиционные проекты АЛРОСА. Режим доступа: <http://www.alrosa.ru> (дата обращения 13.04.2018).
3. Бухгалтерская отчетность АК «АЛРОСА» (ПАО). Режим доступа: http://www.alrosa.ru/wp-content/uploads/2018/02/ALROSA_бухгалтерская-отчетность_2017.pdf (дата обращения 13.04.2018).

УДК 159.9

ИССЛЕДОВАНИЕ СОЦИОТИПОВ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

Н.Е. Никитин, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

nikita199777555@gmail.com

М.К. Дулесова, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

dulesovi@mail.ru

Социотип человека – это врожденная направленность человеческой личности, которая определяет его способ мышления. Опыт исследователей показывает, что по социотипу человека можно определить, подходит ли он для работы по той или иной профессии. Этот факт заинтересовал нас, и мы провели исследование, цель которого выяснить, какие социотипы характерны для студентов факультета «Инженерный бизнес и менеджмент» МГТУ им.Н.Э.Баумана и насколько они соответствуют выбранной специальности.

По материалам Виктора Гуленко, в которых представлены рекомендации по профессиям, подходящим каждому социотипу, мы отобрали типы, характерные для инженерно-технических, экономических специальностей, управленческой и предпринимательской деятельности, а также типы, которые не подходят для данных сфер, и выдвинули следующие гипотезы:

1. Преобладающими социотипами студентов инженерного-экономического факультета будут: Максим Горький, Джек Лондон, Штирлиц;

2. Самыми редкими социотипами будут: Гексли, Гамлет, Наполеон.

В результате исследования было опрошено 58 студентов 3-его курса факультета «Инженерный бизнес и менеджмент» и выяснено, что:

- преобладающими социотипами оказались: Максим Горький (8 человек); Штирлиц(8 человек); Джек Лондон(6 человек);

- полностью среди опрошенных отсутствуют следующие социотипы: Гамлет, Жуков, Наполеон.

Выдвинутая нами гипотеза о самых распространенных социотипах подтвердилась. 38% опрошенных соответствуют социотипам, рекомендованным для инженерных и экономических специальностей.

Касаемо второй гипотезы, социотипы Наполеон, Гамлет и Гексли, как и предполагалось, занимают менее 1 %.

Результаты проведенного исследования показывают:

- 38% студентов инженерно-экономического факультета по своему социотипу полностью соответствуют выбранной специальности;
- 61% занимают пограничное положение и могут как проявить себя в этой сфере деятельности, так и найти что-то другое, что придется по душе;
- Менее 1% опрошенных по своему социотипу не соответствуют будущей профессии.

Можно сделать вывод, что большинство студентов инженерно-экономического факультета по социотипу подходят своей профессиональной деятельности, что несет большой интерес для работодателей.

Список литературы

1. Менеджмент слаженной команды: соционика для руководителя / В.В. Гуленко. М.: АСТ: Астрель: Транзиткнига, 2005. - 282 с
2. Кем быть. Как выбрать профессию и не прогадать Режим доступа: <https://tv.ua/psychology/socionica/kem-byt-kak-vybrat-professiyu-i-ne-progadat-83799.html> (дата обращения 25.02.2018)
3. Соционика в работе менеджера по персоналу [Электронный ресурс] URL: http://www.socionics.ru/manager_pershina.htm (дата обращения 10.03.2018).

УДК 658.5

ТРИЗ, КАК ИНСТРУМЕНТ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ МЕНЕДЖМЕНТА

И.А. Кулакова, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
irina23.01@yandex.ru

А.С. Сиротина, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
anasiroтина96@gmail.com

Важнейшая задача бизнеса – совершенствование технологий, повышение инновационности, т.е. решение проблем развития. Традиционный способ решения таких проблем - метод проб и ошибок - очень затратен и малоэффективен. Поэтому различные организации по всему миру ищут способы и инструменты для повышения инновационности своего бизнеса. Одним из таких инструментов является Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ).

ТРИЗ основывается на следующих постулатах:

1. Каждая проблема содержит в себе противоречие. Значит решение проблемы – решение противоречия.

2. Таких противоречий относительно немного, т.е. огромное количество проблем сводится к небольшому числу обобщенных, стандартных проблем-противоречий.

В соответствии с этими постулатами общий подход ТРИЗ к решению проблем:

1. Суммирование опыта решения проблем (патентов на изобретение и т.д.), создание базы данных типовых проблем-противоречий и их решений. Это уничтожает междисциплинарные перегородки между разными областями и позволяет создать базы данных формулировок проблем и их решений

2. Решение конкретной проблемы в 3 этапа-перехода:

На 1 переходе конкретная проблема очищается от специфики предметной области, приводится к общепонятному виду, и как следствие, к стандартному противоречию ТРИЗ.

На 2 переходе применяются следующие методы: закономерности эволюционной системы, 40 принципов устранения противоречий, матрица противоречий, база данных физических эффектов, принципы разделения.

На 3 переходе используют способы устранения противоречий конкретных проблем.

Точной и однозначной спецификации переходов ТРИЗ не дает. В дополнение к методам перехода ТРИЗ применяются эвристический поиск, а значит решение проблем в ТРИЗ – творческий процесс.

ТРИЗ выделяет 3 вида противоречий по возрастанию сложности решения:

1. Административное противоречие (поверхностное противоречие) – самое слабое противоречие: "надо улучшить систему, но я не знаю как (не умею) сделать это", может быть решено при изучении дополнительных материалов, принятием административных решений. Содержит отсылку к проблеме, сопряжено с её устранением.

2. Техническое противоречие: «улучшение одного параметра системы приводит к ухудшению другого параметра». Техническое противоречие (углубленное противоречие) - постановка изобретательской задачи.

3. Физическое противоречие: «для улучшения системы, какая-то её часть должна находиться в разных физических состояниях одновременно, что невозможно». Физическое противоречие (обостренное противоречие) наиболее фундаментальное, изобретатель упирается в ограничения, определенные физическими законами природы.

Используются 76 стандартных решений - это стандарты, с помощью которых можно устранить или обойти технические и физические противоречия [3]. Это правила синтеза и преобразования технических систем. Смысл стандартов в решении противоречий, совмещении несовместимого.

Такие инструменты как ТРИЗ помогают мыслить эффективно и решать даже самые сложные проблемы.

Список литературы

1. Е. Буянов, С. Крутько ТРИЗ – теория решения изобретательских задач. Режим доступа: <https://4brain.ru/triz/index.php> (дата обращения 14.04.2018).
2. Стрековцова Т.А, студент; научный руководитель: Суздалова М.А. ТРИЗ как инструмент решения проблем // Журнал «Энергия молодых – экономике России». С. 390-292.
4. ТРИЗ: быстрый поиск креативных решений, 2013. Режим доступа: <http://zillion.net/ru/blog/151/triz-bystryi-poisk-kriativnykh-rieshienii> (дата обращения 14.04.2018).
5. Владимир Речкалов Систематическая инновация и принципы в основе ТРИЗ и ТОС, 2013. Режим доступа: <http://tocpeople.com/2013/02/principy-v-osnove-triz-i-toc/> (дата обращения 14.04.2018).

УДК 658.5

КАЙДЗЕН И ТЕОРИЯ БЮРОКРАТИИ М. ВЕБЕРА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

А.А. Мысин, бакалавр,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

leha2804@mail.ru

В научный оборот термин «бюрократия» вошел благодаря немецкому социологу, экономисту, историку Макс Веберу (1864-1920), который рассматривал идеальный образ бюрократии как инструмент управления социальными структурами. В своей книге

«Хозяйство и общество. Социология» М. Вебер дал основные социологические понятия: господство и легитимность, а также определил, что «самым чистым типом легального господства является господство посредством бюрократического штаба управления» [1].

Преимущества данной теории: стимулирование профессиональной подготовки и уважительное отношение к компетентности работников, четкая иерархия должностей в организации с детальным описанием трудовых функций и должностных обязанностей.

Недостаток данной теории в том, что она «идеальная», предполагающая, что вышестоящий чиновник более компетентен, чем нижестоящий. А строгое соблюдение правил и инструкций со стороны служащих может привести к тому, что любая разумная инициатива, противоречащая устоявшимся догмам, может носить дезорганизирующий характер и отвергаться вышестоящим руководством.

Кайдзен («Кай» — «изменение», «Дзен» — «к лучшему») - японская философия, которая фокусируется на непрерывном совершенствовании процессов производства, разработки, вспомогательных бизнес-процессов и управления. Термин «Kaizen» стал широко известен благодаря одноименной книге Масааки Имаи (1986, Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success) [2]. Философия Кайдзен тесно связана с японскими традициями - полностью отдаваться своему делу, доводя свои навыки до совершенства. Основная ее цель - TQC (Total Quality Management, всеобщий контроль качества) – непрерывное улучшение и непрерывный процесс совершенствования производства за счет уменьшения потерь. Кайдзен – это целая система, которая словно «зонтик» вмещает в себя многие практики и методики, направленные на улучшения производства.

Отправной точкой для любой компании, которая стремится стать ответственным производителем, являются пять принципов борьбы за чистоту (5S) системы Кайдзен: «Seiri» - аккуратность и избирательность; «Seiton» - расстановка приоритетов и порядка; «Seiso» - наведение порядка, чистота; «Seiketsu» - стандартизация; «Shitsuke» – дисциплина.

Если на производстве преобладает система управления, соответствующая теории бюрократии М. Вебера, то любое усовершенствование производства (инновация) будет происходить революционным путем за счет глобальных преобразований, связанных с изменением правил, стандартов, инструкций, приказов. Это требует достаточных финансовых и трудовых затрат, изменение технологий, закупки нового оборудования. В системе Кайдзен ежедневные и небольшие улучшения могут привести к значительным стратегическим победам при небольших финансовых и трудовых затратах.

Изучение сущности и содержания теории бюрократии М. Вебера показало, что формализованный характер бюрократических отношений, распределение ролевых функций, личная заинтересованность бюрократов в достижении целей организации приводят к принятию квалифицированных решений, основанных на тщательно отобранной и проверенной информации.

Сущность и содержание философии Кайдзен — это непрерывный процесс совершенствования с использованием минимума ресурсов для получения максимального качественного результата.

Для развития любой компании нужны и небольшие улучшения, и инновации. Именно совмещение двух этих подходов позволит достичь наилучших результатов.

Список литературы

1. Вебер М. Хозяйство и общество. Социология. М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2016. 445 с.
2. Масааки Имаи Кайдзен. Ключ к успеху японских компаний. Режим доступа: <http://www.universalinternetlibrary.ru/book/40296/ogl.shtml#t8> (дата обращения 25.03.2018).

УДК 338.012

РАЗВИТИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

К.В. Ниязимбетов, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

niyazimbetovkv@gmail.com

Российская электроэнергетическая система является одной из крупнейших в мировой экономике и входит в первую десятку энергосистем мира по уровню установленных генерирующих мощностей, производству электроэнергии на станциях трех основных типов и экспорту [1]. Растущий потребительский спрос на электроэнергию заставляет постоянно вводить в эксплуатацию новые мощности.

С 1990-х годов и по сей день поставка электроэнергии осуществляется на основе старых подходов. Электроэнергетический комплекс РФ повторяет то, что было сформировано очень давно, еще при СССР. Однако с того момента пиковые нагрузки увеличились в несколько десятков раз, а 80% оборудования уже давно отработало свой ресурс и нуждается в немедленной модернизации [2]. В связи с этим обеспечить высокий уровень надежности сети и качество сервиса для клиентов становится проблематично. Электроэнергетика, основанная на устаревших принципах мониторинга и управления, сама по себе может представлять угрозу для государства.

Любой передачей электроэнергии нужно эффективно управлять, поэтому важнейшей частью в процессе передачи электроэнергии является сетевая инфраструктура, которая состоит из комплекса высокого, среднего и низкого напряжения. Электросетевой комплекс высокого напряжения обеспечивает поставку потоков электроэнергии в соответствующие регионы от генерирующих источников, формирует единую электроэнергетическую систему страны. Для комплекса были построены новые магистральные сети с подстанциями, опорные системы, отключающие устройства, а также появились инновационные сверхпроводимые материалы для проводов. Линии среднего и низкого напряжения используются для доставки энергии до конечного потребителя. В данной сфере появились всевозможные стабилизаторы напряжения, релейные устройства, а также электросчетчики нового поколения.

В области диспетчерского управления и связи вместо аналоговых каналов связи повсеместно стали использоваться оптико-волоконные линии, а также компьютерные технологии. Было разработано ПО, которое анализирует состояние подстанций, помогает сотрудникам принимать те или иные решения при возникающих непредвиденных ситуациях, четко следят за соблюдением всех инструкций. Активно внедряются закрытые подстанции, которые могут работать без участия человека.

Очевидно, что используемые новые технические решения вывели электроэнергетику на современный уровень и позволили сократить отставание от мировых тенденций в данной отрасли. Но, в средствах управления данным комплексом как единой системой такой уровень еще не достигнут. С учетом изложенного выше существующая ситуация в электроэнергетическом комплексе России требует немедленного внедрения новых подходов в управлении основными отраслевыми процессами производства, распределения, управления и сбыта электрической энергии. Все эти процессы необходимо переводить в автоматический режим. Решение этой задачи раньше осуществлялось на прежних средствах управления и логических схемах. Сейчас ввиду быстро меняющихся режимов в промышленности и бытовом секторе принятие соответствующих оперативных решений ставится на первый план для того, чтобы не разорвалась цепочка поставки электрической энергии конечному потребителю.

Внедрение интеллектуальных сетей является новым этапом в развитие электроэнергетической отрасли Российской Федерации. Цифровизация сети позволяет снизить ее износ как за счет прямого обновления оборудования, так и изменения подходов к оценке уровня технического состояния. Полная цифровизация позволит остановить процесс старения оборудования, а также координировать развитие энергетики в соответствии с потребностями промышленности. Построение умной сети – это довольно сложная задача, которая требует больших инвестиций. Однако результатом реализации данного проекта станет формирование совершенно новых направлений развития энергокомплекса, которые позволят решить ряд экологических и экономических проблем нашей страны.

Список литературы

1. Экономика и управление в современной электроэнергетике России: пособие для менеджеров электроэнергетических компаний / под ред. А.Б. Чубайса. М.: НП «КОНЦ ЕЭС», 2009. 616 с.
2. Министерство Энергетики РФ. Основные характеристики российской электроэнергетики. Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/532> (дата обращения 05.04.2018).

УДК 339.9

РОССИЯ: ГЛОБАЛИЗАЦИЯ ИЛИ АНТИГЛОБАЛИЗМ

В.В. Ромашов, магистрант,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

romashov95@mail.ru

Мировая экономика представляет сложную, подвижную систему, находящуюся в постоянном совершенствовании. Самые значительные преобразования отмечены за последние десять лет, в течение которых мировое хозяйство во многом превратилось в общий рынок товаров, услуг, капитала, рабочей силы и знаний, называемые глобализацией. [1, 2] Процесс глобализации является закономерным результатом интернационализации средств и ресурсов. Её во многом представляют как численный прирост мировых хозяйственных связей. С точки зрения макроэкономики глобализация – это всеобщее устремление государств и региональных группировок к экономической деятельности вне собственных границ. Условиями этой деятельности является снятие ограничений на торговлю, инвестиции, образование зон открытого предпринимательства и др.

Процесс глобализации производства способствует созданию такой ситуации, при которой почти любой стране уже не рентабельно создавать своё производство. Поэтому наблюдается широкая интернационализация многих национальных экономик в мировое хозяйство. Ускорились перемещение трудовых ресурсов, подготовка кадрового персонала, приём специалистов. Важным фактором глобализации является повышение качества товаров и услуг, появление новых возможностей для расширения производства в перспективных отраслях промышленности. Кроме того, государство вынуждено активизировать свои усилия по защите отечественного производства и его поддержке, проведению разных реформ и организации защитительных мероприятий.

Статистические данные свидетельствуют об отставании России: 1) от глобализации мировых хозяйственных процессов; 2) от растущей взаимосвязи и взаимной зависимости государственных и частных хозяйственных структур; 3) от международного разделения труда и кооперации производств; 4) от масштабной специализации производства и выхода внутреннего рынка за внешние национальные границы. [3]

Глобализация экономики России способствовала бы расширению производств, которые пользуются новыми технологиями и товарами, и возрастанию риска инвестиций.

Однако глобализации соответствует и значительное количество отрицательных моментов, к которым относится: 1) неограниченное увеличение финансовых капиталов вопреки национальному капиталу; 2) перекачивание капитала в развитые страны; 3) углубление бедности в слаборазвитых странах и разделению уровня жизни; 4) усугубление противоречия среди общества и природы; 5) значительный рост экономических и других преступлений; 6) неравномерность распределения достижений глобализации; 7) переход управления над суверенным производством в чужие руки и др.

Перечисленные недостатки глобализации не снижают достоинств этого процесса. Россия не должна формироваться и развиваться в изоляции от мира. По этому, вопрос о причастности к глобализму или антиглобализму является актуальным. Расположение страны между Западом и Востоком создаёт большой потенциал для развития межнациональных связей и взаимодействий. Поэтому следует допустить, что привлечение к глобализационным процессам даст России заметное улучшение экономического положения. Это повлечет за собой улучшение международного, социального и возможно культурного состояния страны.

Список литературы

1. Ломакин В.К. Мировая экономика: учебник. М.: ЮНИТИ, 2016. 671 с.
2. Глобализация экономики и внешнеэкономические связи России / под ред. И.П. Фаминского М.: Республика, 2014. 445 с.
3. Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: <http://www.gks.ru/> (дата обращения 15.04.2018).

УДК 336.7

ОСОБЕННОСТИ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ НА РЫНКЕ BITCOIN

К.С. Самоваров, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

samovarov1997@mail.ru

Спрос и предложение на рынке Bitcoin регулируются свободным рынком и подвержены спекуляциям. Криптовалюта Bitcoin — первая pay-2-pay технология, решившая проблему двойного расходования и позволившая пересылать деньги через Интернет без центрального звена и без необходимости доверять каждому отдельному узлу сети. Это первая полностью децентрализованная валюта, которая своим появлением спровоцировала сотни новых проектов — от примитивных копий и до криптовалют, криптоплатформ и экосистем «нового поколения» [1]. В действительности, цена Bitcoin на разных биржах примерно одинаковая и зависима от влияния трех факторов: спрос, предложение и спекуляции. Причем последний оказывает существенное влияние не только на стоимость Bitcoin, но и на первые два фактора. В данный момент ни одно государство не разработало четкую и проработанную политику по регулированию оборота Bitcoin. Поэтому любые публичные обсуждения правового статуса криптовалюты на межгосударственном уровне являются поводами для спекуляций на курсе Bitcoin. Например, негативные по отношению к правовому статусу Bitcoin'a в той или иной стране новости снижают его стоимость, и некоторые держатели данной криптовалюты начинают избавляться от нее, массово продавая. Соответственно, такое резкое повышение предложения дополнительно отрицательно влияет на курс Bitcoin'a, т.е. происходит «закольцовывание» причин временного падения курса. Некоторые «игроки» умело пользуются этим и «раскачивают» курс в выгодную для себя сторону.

Широта и удобство использования Bitcoin – как основной критерий его ценности. Операции типа Bitcoin-Bitcoin между цифровыми кошельками могут выполняться с незначительной стоимостью относительно сумм транзакций. Однако, в отличие от традиционных валют, Bitcoin в настоящее время не является широко признанной единицей учета сам по себе. Поэтому большинство пользователей, желающих совершать платежи в Bitcoin, обычно должны приобретать его на сторонних биржах с использованием традиционной валюты. После получения Bitcoin в транзакции пользователь имеет возможность удерживать его с ожиданием использования в последующей транзакции. Тем не менее, волатильность Bitcoin и незначительная корреляция с традиционными валютами подрывают его полезность в качестве единицы счета или хранилища стоимости. Таким образом, получатель Bitcoin'ов может лучше обменять Bitcoin на традиционную валюту, которая более полезна в качестве общей единицы счета. Это явление можно наблюдать на практике, поскольку многие крупные ритейлеры, такие как Dell, Microsoft и Expedia, которые принимают оплату в Bitcoin, на самом деле не получают их. Скорее, они используют третьи стороны, которые за определенную плату получают Bitcoin от клиента и пересылают доллары продавцу. Взаимная транзакция от традиционной валюты до Bitcoin и обратно может повлечь за собой потенциально значительные транзакционные сборы и риск контрагента. В свою очередь эти трения, связанные с обменом, могут привести к разным ценам Bitcoin на биржах [2].

Будущее ценообразование Bitcoin зависит не столько от приобретенного им правового статуса, сколько от сохранения первоначальных особенностей. Многие преданные сторонники Bitcoin полагают, что Bitcoin — это не просто способ передать ценность/переслать деньги по Интернету без необходимости доверять третьей стороне, в обход бюрократических и географических границ. Bitcoin — деньги будущего, лишенные инфляции, неподвластные центральным банкам и правительствам. «Когда доллар падет, что будет лучше — золото или Bitcoin?» — задают они риторический вопрос, ни секунды не сомневаясь, что доллар падет и что Bitcoin, безусловно, будет и ценнее, и защищеннее золота [1]. Точно лишь можно сказать, что рано или поздно Bitcoin обретет четкий правовой статус в большинстве государств. Таким образом, количество возможных спекуляций на эту тему сократится, и будет установлена его условная полезность в той или иной стране, что, разумеется, внесет свой вклад в формирование его курса. Но следует отметить, что если главные преимущества Bitcoin'а, такие как: децентрализованность, анонимность использования и максимальная безопасность сохранятся со временем, то его предельная полезность и ценность будет очень высока сравнительно с уже существующей реальной валютой. И будет не столько важно, где он будет разрешен, а где запрещен, Bitcoin все равно будет востребован и займет определенную нишу в каждой из стран, и ничто не сможет оказывать существенного влияния на его курс, кроме условий свободного рынка.

Список литературы

1. Триллион-медиа. Режим доступа: <http://trillion.media/kriptoaljutjy/bitcoin/Liberty Streets Economics>. Режим доступа: <http://libertystreeteconomics.newyorkfed.org/2016/03/is-bitcoin-really-frictionless.html#.VvUHIC42uJL> (дата обращения 05.04.2018).
2. Сервис биржевого мониторинга Bitcoin.org Электрон. Текстовые дан. 2018. Режим доступа: <http://data.bitcoinity.org/markets/volume/30d?c=e&t=b> (дата обращения 05.04.2018).

УДК 316.453

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ТИПОЛОГИИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ДЕЛОВЫХ КУЛЬТУР

А.А. Сокеран, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

sokeran-a-a-16b092@mail.ru

В сфере кросс-культурных коммуникаций существует несколько различных концепций, позволяющих классифицировать организационные культуры. В работе исследуется теория спиральной динамики Клера Грейза и концепция показателей Герта Хофстеде на предмет их совместного применения.

Теория культурных измерений Хофстеде описывает влияние культуры на ценности общества и то, как эти ценности связаны с поведением его членов. Хофстеде разработал данную модель в 1960-70-х годах, применяя методы факторного анализа для интерпретации результатов исследования ценностей сотрудников компании IBM по всему миру [1]. Впоследствии она неоднократно уточнялась.

Изначально теория предполагала четыре индекса, по которым оценивались различные культуры: дистанцированность от власти (PDI – power distance index), индивидуализм – коллективизм (IDV – individualism/collectivism), избегание неопределенности (UAI – uncertainty avoidance index) и маскулинность – фемининность (MAS – masculinity/femininity). Последующие исследования в 1980-х годах подтолкнули Хофстеде к созданию пятого индекса – долгосрочной ориентации (LTO – long-term orientation/short-term orientation). К 2010 году модель была расширена: добавлен шестой индекс индугенция – сдержанность (IND – indulgence/restraint). [2]

Модель Грейвза, в свою очередь, также известная как теория спиральной динамики, является эволюционной моделью человеческого развития, основанной на исследованиях американского психолога, доктора Клера Грейвза, проведенных им в 1950-60-х годах. Дальнейшей разработкой занялись Дон Бек и Крис Кован: они популяризовали теорию, применив её к корпоративной культуре.

Модель включает в себя восемь уровней мировоззрений, систему ценностей, диктующую цели, к которым стремится человек, и определяющую вещи, на которых он акцентирует свое внимание. В ходе эволюции человечество движется по спирали, дополняя, а не сменяя парадигму мышления при переходе на новый уровень. Эти уровни строго упорядочены, и пропустить какой-либо из них невозможно. [3]

В работе элементы спирали последовательно рассмотрены, при этом их «классическое» описание дополнено усредненными значениями индексов Хофстеде по странам, являющимся представителями данных уровней.

Первый, экзистенциальный слой спирали, связан сугубо с потребностями. Ко второму слою, слою бытия, относятся жёлтый и бирюзовый уровни. К ним показатели Хофстеде также не применимы, поскольку эти цМемы еще недостаточно себя проявили на территории каких-либо конкретных государств, поэтому продолжение подобного сопоставления и исследования в целом будет продолжено при подготовке научно-исследовательских работ студента.

Показатели Хофстеде не противоречат положениям теории спиральной динамики, а лишь дополняют их, что позволяет использовать эти концепции совместно. В случае такой интеграции теория Хофстеде сразу же закрепляется своим практическим использованием, а теория Грейвза получает доказательную базу, что является шагом в сторону более эффективного усвоения упомянутых методов типологии организационных культур.

Список литературы

1. Hofstede, G., Hofstede, G. J., Minkov, M. Cultures and Organizations: Software of the Mind. 3rd ed. McGraw-Hill Book Company, 2010. 576 p.
2. Кашкин В.Б. Модель Хофстеде в контексте: параметры количественной характеристики культур // Язык, коммуникация и социальная среда: Ежегодное научное издание / под ред. В.Б. Кашкина. Вып. 12/ Воронежский гос. университет. Воронеж: НАУКА-ЮНИПРЕСС, 2014. № 12. С. 9–49
3. Бек Д., Кован К. Спиральная динамика. Управляя ценностями, лидерством и изменениями в XXI веке. М.: BestBusinessBooks, 2011. 424с.

УДК336.225.612.2

ПРИМЕНЕНИЕ В ЭКОНОМИКЕ РФ ЛЬГОТНЫХ РЕЖИМОВ ПО НАЛОГУ НА ИМУЩЕСТВО ОРГАНИЗАЦИЙ В ПЕРИОД С 2016-2021 Г

А.И. Туркичева, бакалавр

МГТУ им Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Anna.turkicheva@mail.ru

А.С. Максимова, бакалавр

МГТУ им Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Yamaximova.s@mail.ru

В настоящее время экономика России находится на пороге существенных изменений. Сырьевая модель должна уступить свое место модели инновационной, в которой иная роль будет отведена развитию малого и среднего бизнеса. Развитие предпринимательства в этих сферах основанное на естественном стремлении человека к независимости, к раскрытию своих творческих способностей должно на данном этапе подкрепляться государственными программами поддержки. По данным опроса Фонда "Общественное мнение" среди предпринимателей: что больше всего мешает вести бизнес у нас в стране. Ожидаемо, на первом месте оказались высокие налоги [1]

В данной статье проанализирован механизм льготного налогообложения по налогу на имущество организаций. Применение данного механизма находится в ведении субъектов РФ.

Исследование проводилось на основе данных по субъектам РФ Центрального Административного округа.

Были проанализированы данные по 18 субъектам РФ. Во многих пунктах присутствует диапазон процентной ставки, это обуславливается тем, что она меняется во времени, и скорость изменения контролируют региональные власти.

Например, льготная ставка распространяется на организации, участвующие в рамках проекта «Развитие агропромышленного комплекса» имеют льготную ставку на имущество размером 0,1- 0,8% в Белгородской области. Также в Воронежской области организациям, осуществляющих производство сельскохозяйственной продукции предусмотрена ставка 1,5%.

Также присутствуют сферы деятельности, ставка которых 0%. Например, «имущество организаций, занимающихся производством хлеба» в Брянской области не облагается налогом.

Самая популярная сфера деятельности, которая поддерживается региональными органами власти это инвестиционная деятельность. Примером служит Владимирская, Ивановская, Курская, Липецкая области, освобождают от уплаты налогов полностью организаций, осуществляющих именно эту деятельность [3]

Однако данные актов распространяются на определенный период времени, после обновляются. Для предприятий временные условия не воспринимаются как активный мотивирующий фактор, следовательно, потенциал развития бизнеса по данному фактору используется неполностью. Использование власти при изменениях процентной ставки не ограничиваются во времени. Таким образом, с нашей точки зрения было бы эффективно добавить возможность регионам использовать данный налог как механизм поддержки производства и не ограничивать его использование во времени.

Список литературы

1. Малому бизнесу мешают налоги, коррупция, дорогие кредиты и неграмотность. Режим доступа www.kp.ru/daily (дата обращения 17.03.2018).
2. Налоговый Кодекс Российской Федерации часть 2 глава 21 статья 145 пункт 1. Режим доступа <http://base.garant.ru/10900200/> (дата обращения 17.03.2018).
3. Справочная информация о ставках и льготах по имущественным налогам. Режим доступа <https://www.nalog.ru/rn77/service/tax/> (дата обращения 17.03.2018).

УДК 658.58

ТЕХНОЛОГИЯ БЛОКЧЕЙН В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК

И.А. Хализова, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

henpukuhime@yandex.ru

У каждого участника цепи есть информация, которая необходима непосредственно ему: у поставщика – информация о грузе, у логистической компании – о поставках, у банковской системы – о финансах. Главная проблема такой системы в том, что информация о цепи поставок раздроблена и ни у кого нет полной информации, так как современные корпорации ведут свои базы данных, которые не пересекаются с другими базами данных. Появляется асимметрия информации – кто-то из участников цепи знает больше других.

В блокчейне каждая сторона объединится в общую сеть узлов – нода (любой компьютер, подключенный к блокчейн-сети). Информация от каждого узла будет оцифрована и введена в сеть, таким образом предоставив информацию каждому пользователю в любой момент о любом участке цепи.

Предлагается ввести три ключевых ноды:

- Родительская нода;
- Дочерняя нода;
- Центральная нода – для финансовых операций.

Необходимо это для ускорения обмена информации, большей автоматизации процесса, прозрачности платежей и облегчения выявления нестыковок в системе. Например, хозяин склада, обращаясь к родительской ноде, продает центральной ноде места и информацию о местах на складе. В свою очередь поставщик, обращаясь к дочерней ноде, может выкупить их в центральной ноде. Происходит это по аналогии с Programmatic Buying [1], только вместо места под рекламу происходит мгновенный выкуп информации или необходимых ресурсов. Также происходит это без лишних посредников, так как информация, находящаяся в цепи блокчейн априорная и не требующая доказательств.

В начале 2016 Walmart, JD.com и IBM создали блокчейн-альянс, ориентированный на возможность отслеживания и безопасность продовольствия в Китае [2]. Идея заключалась в совместной разработке «стандартного метода сбора данных о происхождении, безопасности и подлинности продуктов питания». При этом блокчейн будет служить технологической основой для записи этой информации в режиме реального

времени. По данным WSJ, технология блокчейна может помочь в преодолении задержек и ошибок, что даст более оптимизированное и эффективное управление цепочками поставок. На самом деле, сектор управления цепочками поставок является главной перспективой технологии блокчейна. Среди тех компаний, которые занимаются производством потребительских продуктов, 42 процента планируют в следующем году потратить как минимум 5 миллионов долларов на вложения в технологию блокчейна, о чём говорят данные отчёта Deloitte.

Введение технологии блокчейн в цепь поставок позволит обеспечить неподдельность и непрерывность информации о:

- Производстве;
- Заводе и переработке;
- Сроке годности;
- Температуре хранения;
- Типе транспортировки;
- Любом другом интересующем факте.

Список литературы

1. Как работает программист-баинг. Режим доступа: <https://netpeak.net/ru/blog/kak-rabotaet-programmatic/> (дата обращения 29.03.2018)
2. Walmart, JD.com и IBM создали блокчейн-альянс для отслеживания продовольствия в Китае. РВ.В., Колобов А.А., Омельченко И.Н. Инженерная экономика. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011.
3. Research on the Application of Block Chain in Supply Chain Finance,
4. JunSheng Wang, LiLi Li, QingSu He, Xu Yu and ZhouBin Liu, 2017 3rd International Conference on Electronic Information Technology and Intellectualization (ICEITI 2017), 9 с.

УДК 33. 336.77.067.31

ПОЛУЧЕНИЕ КРЕДИТА ДЛЯ ОПЛАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ СТУДЕНТАМИ ВУЗОВ МОСКВЫ

С.С. Шевченко, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

svetsshev@icloud.com

Многие семьи в наше время не в состоянии оплатить обучение своего сына или дочери в ВУЗе. Как правило, имея стабильный заработок, они обращаются в банки за кредитом. Вот основные параметры, которые выявлены в ходе исследования условий заключения таких договоров о займе.

Что такое банковский кредит? Банковский кредит представляет собой ссуду, предоставленную банком за плату на принципах материальной обеспеченности, целевой направленности, срочности, возвратности. Банк по определению является кредитной организацией, а кредиты составляют большую часть его активов. Формируется банковский кредит из временно свободных денежных средств, которые организация получила в качестве вклада и, чтобы эти деньги не утратили своей стоимости, но и принесли прибыль, их «сдают в аренду» заемщику под ежемесячный процент. Для получения кредита нужно оформить договор.

Условия кредитного договора – требования, предъявляемые к участникам сделки, объектам и обеспечению кредита, отражающие принципы кредитования, является регулятором отношений сторон. Для осуществления кредитования заемщику открывается ссудный счет. Также есть определенные условия заключения договора, выдвигаемые банком: 1) участники сделки; 2) цели кредитования (в нашем случае погашение

стоимости обучения); 3) размер суммы; 4) сроки погашения; 5) размер процента (или цена кредита); 6) условия погашения; 7) ссудная задолженность.

Итак, почему же банк может отказать в займе? Самый первый пункт в этом списке – гражданство. Банки дают кредиты только лицам с пометкой «РФ» в паспорте. Следующая позиция – возраст. Важно, чтобы заемщик был уже совершеннолетним, иначе Вам так же откажут в займе. Очень немногие банки согласны оформлять кредит на обучение, если ваш ВУЗ не является государственным. В таких случаях лучше попробовать пробиться на целевую программу. Следующий пункт в этом списке – стабильный источник дохода. На него смотрят обязательно. Если у банка появятся хоть малейшие сомнения по поводу вашего достатка, займ вам либо не выдадут совсем, либо предложат на куда меньшую сумму.

Вот мы прошли через процедуру оформления договора, истекла в среднем неделя, и мы получили деньги на руки и даже уже оплатили год обучения в университете. Но ведь долг надо и возвращать постепенно. Для расчета выплат и срока уплаты по заданным параметрам процентной ставки и изначальной суммы можно найти множество калькуляторов как на сайте самого банка, так и просто на просторах интернета. Вот отрывок кода такой вычислительной «машинки» (язык программирования Java).

```
public static void main(String[] args) {
    BigDecimal totalSum = new BigDecimal("3000000.00");
    BigDecimal firstPay = new BigDecimal("500000.00");
    BigDecimal procent = new BigDecimal("13");
    int periodInMonths = 60;

    System.out.println("Сумма кредита:"+totalSum);
    System.out.println("Первый взнос:"+firstPay);
    System.out.println("Процент:"+procent);
    System.out.println("Срок кредитования:"+periodInMonths);

    BigDecimal rest = totalSum.subtract(firstPay);
    System.out.println("Остаток:"+rest);
    BigDecimal repaymentInMonth = rest.divide(BigDecimal.valueOf(periodInMonths),2,
    RoundingMode.HALF_EVEN);
    System.out.println("Ежемесячный платёж без процентов:"+repaymentInMonth);
    BigDecimal procentMonth =
    procent.divide(BigDecimal.valueOf(12),4,RoundingMode.HALF_EVEN);
    System.out.println("Ежемесячный процент:"+procentMonth);

    for (int i = 0; i < periodInMonths; i++) {
        BigDecimal
        MonthPayForProcent=rest.multiply(procentMonth).divide(BigDecimal.valueOf(100),2,
        RoundingMode.HALF_EVEN);
        System.out.println("Отчисления по процентам:"+monthPayForProcent);
        System.out.println("Общий платёж:"+monthPayForProcent+" " + "+repaymentInMonth);
        rest=rest.subtract(repaymentInMonth);
        System.out.println("Остаток:"+rest);
    }
}
```

Для примера были введены: первоначальная сумма 3 млн, первый взнос 500 тысяч, ставка кредита 13% и срок в месяцах – 60. Затем высчитывался остаток долга и через него ежемесячный платеж. После был высчитан общий платеж и с его учетом пересчитан остаток.

С финансами предпочтительнее использовать класс `BigDecimal` вместо `Double` в силу гибкости настроек. Надо заметить, что этот код предусматривает минусовой остаток в силу округления после деления на месяцы и использует способ банковского округления `HALF_EVEN`.

Подобные калькуляторы есть ещё и на `Html`, `JS`, `Sql` и других языках, иногда их даже смешивают для более удобного пользования. Но на мой взгляд именно у `Java` есть необходимая база использования и удобные платформы программирования экономических калькуляторов. Поэтому я и привела в своей статье такой код.

По результатам анализа данных можно сделать вывод, что кредит на образование во многом схож с обычным кредитом на потребительские нужды. Из необычных для потребительского договора причин мы можем назвать только два пункта: русское гражданство, государственный тип высшего учебного заведения. Подать заявление можно легко и быстро – с помощью интернета находим подходящие для нас условия от банков и заполняем анкету. Многие банки предлагают достаточно выгодные условия кредитования, в частности процент на образовательный кредит будет гораздо меньше, чем на потребительский. А для подбора графика и способа выплаты кредита существует целое разнообразие кредитных калькуляторов и других финансовых программ.

Список литературы

1. Учебное пособие для подготовки к государственному экзамену по специальности «Финансы и кредит». М.: МаркетДС, 2005.
2. Климов А. Электронное издание. Освой программирование играючи. Режим доступа: <http://developer.alexanderklimov.ru/android/java/bigdecimal.php>
3. Электронный сайт «КонсультантПлюс – надежная правовая поддержка». Режим доступа:
4. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_155986/5bf96f6f9c3054d6934e4fa63a9dac27e0b56b53

УДК 368.025.61, 658

УПРАВЛЕНИЕ ОПЕРАЦИОННЫМИ РИСКАМИ КАК ОДНА ИЗ ВАЖНЕЙШИХ ЗАДАЧ МЕНЕДЖМЕНТА

П.Л. Шестаков, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Shestakovpavelleon@gmail.com

Г.А. Сажаева, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Sazhaeva.galina@mail.ru

Согласно международному банковскому соглашению Базель II, операционный риск – это риск убытка в результате неадекватных или ошибочных внутренних процессов, действий сотрудников и систем или внешних событий [1]. То есть операционный риск – риск прямых или косвенных убытков в результате неверного построения бизнес-процессов, неэффективности процедур внутреннего контроля, технологических сбоев, несанкционированных действий персонала или внешнего воздействия.

Важным условием эффективности мер по управлению операционным риском является сознательность персонала, поэтому, как еще один из способов выявления причин возникновения рисков, проводят анкетирование и тестирование персонала по специальным опросным листам. В итоге получают некоторую статистическую информацию, а также уточняется частота и сферы возникновения операционных рисков.

На основе полученной информации проводят мероприятия по устранению выявленных причин.

После идентификации рисков необходимо их оценить, чтобы на стадии принятия управленческих решений сделать верный шаг. Для оценки необходимо знать две составляющие: вероятность потерь и объем потерь.

В случае если вероятность низка и величина потерь тоже, проще будет принять риск. При высокой вероятности и большой сумме потерь, необходимо предотвратить появление риска, а если же вероятность потерь высока, но их величина незначительна, то необходимо попросту снизить риск.

Менеджмент организации должен фокусироваться именно на управлении рисками. Управление операционными рисками должно включать в себя не только количественные методы оценки рисков, но и качественные: отчеты о потерях, опросы сотрудников, управленческий надзор, самооценка руководства, интервью по выяснению причин инцидента, внутренний аудит.

Одним из распространенных способов смягчения последствий и влияния операционного риска является создание резервов, защищающих основной капитал. Риск также можно застраховать, передать третьим лицам. Чтобы исключить сковывание значительных средств в связи с созданием резервов, можно придерживаться политики минимизации рисков. Также возможно увеличить прирост прибыли, тем самым наращивая капитальную базу.

Список литературы

1. Базельский комитет по банковскому надзору. Международная конвергенция измерения капитала и стандартов капитала: уточненные рамочные подходы. Банк международных расчетов, 2004.
2. Мишель Круи, Дэн Галэй. Основы риск-менеджмента. М.: «Юрайт», 2017. 392 с.
3. Кудрявцев А.А., Радионов А.В. Введение в количественный риск-менеджмент. Учебник. М.: «СПбГУ», 2013. 192 с.
4. Капустина Н.В. Теоретико-методологические подходы риск-менеджмента. М.: «Инфра-М», 2016. 158 .

УДК 339.137.22

АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ВЕДУЩИХ ИТ-КОМПАНИЙ

А.А. Бадюк, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

badyuk.sasha@gmail.com

Среди многочисленных компаний-гигантов на рынке инноваций и IT-технологий на протяжении 10 лет явно выявлены основные лидеры.

Проводя ежемесячные исследования и сбор данных, журнал Forbes выделяет несколько компаний, претендующих на звание «компания на триллион \$». Имеется в виду оценка капитализации компании, её рыночная стоимость. Среди них главные претенденты: Apple, Google, Amazon, Microsoft и Facebook. Недавно опубликованные их финансовые отчеты дают возможность оценить потенциал для роста акций компаний [1].

На фоне капитализации компаний и их финансового состояния, проведем анализ факторов, влияющих на их успех на рынке инноваций и IT-технологий.

Ключевые факторы успеха (КФУ) – главные определители конкурентного успеха в отрасли. Обычно для отрасли характерны три-четыре фактора, а из них один-два наиболее важны. Задача анализа - в определении ключевых факторов и оценки конкурентоспособности компаний. Ниже перечислены типы КФУ.

1. Факторы, связанные с технологией.
-

2. Факторы, связанные с производством.
3. Факторы, связанные с распределением.
4. Факторы, связанные с маркетингом.
5. Факторы, связанные с квалификацией.
6. Факторы, связанные с возможностями организации.
7. Другие типы КФУ [2].

Изучение статистических данных [3] позволило выделить следующие наиболее важные для оценки конкурентоспособности факторы, которые ранее не рассматривались:

- средняя зарплата сотрудников;
- медианная зарплата сотрудников;
- количество потребителей;
- количество сотрудников;
- частота обновления продукции за год;
- темп роста выручки по сравнению с предыдущим годом;
- количество сотрудников с опытом работы более 10 лет;
- стрессовые ситуации во время рабочего процесса;
- количество посетителей сайта компании за месяц.

Методом экспертной оценки по каждому фактору были определены весовые коэффициенты m_i , удовлетворяющие условию (1).

$$\sum_{i=1}^n m_i = 1 \quad (1)$$

На основе анализа значений факторов конкурентоспособности каждой компании составлена эталонная модель с характеристиками $P_{iэ}$ и вычислены единичные относительные показатели (2) факторов конкурентоспособности компаний.

$$q_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_{iэ}} \quad (2)$$

Вычислена конкурентоспособность (КС) каждой компании (3), по итогам которой наибольшей конкурентоспособностью на рынке IT-технологий обладает компания Google.

$$КС = \sum_{i=1}^n q_{ij} * m_i \quad (3)$$

Также выявлены две зависимости КС: от количества посетителей сайта компании за месяц (4) и от средней зарплаты в компании (5).

$$КС = 0,9699x^{0,0745} \quad (4)$$

$$КС = 2553,9x^2 - 501,99x + 25,223 \quad (5)$$

Список литературы

1. Алина Гайнуллина Forbes Contributor: Apple или Google: какую компанию первой оценят в \$1 трлн. Режим доступа: Forbes.ru (дата обращения 09.02.2018).
2. Арутюнова Д.В. Стратегический менеджмент: учеб. пособие. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. 122 с.
3. PayScale. Available at: https://www.payscale.com/research/US/Certification=Apple_Certified_Pro/Salary#by_Lawyers_in_Firm, accessed 05.04.2018.

УДК 338.001.36

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ:
РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

Г.А. Манвелидзе, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

goga_95@mail.ru

Несмотря на то, что во всех развитых странах, в том числе и в России, законодательно вводятся ограничения на допустимые концентрации в продуктах сгорания поршневых двигателей таких вредных компонентов, как оксиды азота, оксид углерод, углеводороды, твердые частицы сажи, экологическое состояние планеты постепенно ухудшается. Основные причины заключаются в том, что неуклонно растет не только число автомобилей, но и мощность их двигателей.

Сегодня число автомобилей, ежедневно загрязняющих окружающую среду, достигает в мире приблизительно 900–950 млн, а к 2050 году их будет в три раза больше [1].

Основные параметры, которые являются важными в автомобилестроении для потребителей: стоимость автомобиля, надежность, функциональность автомобиля, репутация бренда, стоимость эксплуатации [2, 3].

Основными характеристиками поршневых двигателей, по мнению автора, которые важны (по 10-ти балльной шкале) потребителю являются мощность (7 баллов), экономичность (8 баллов), надежность (6 баллов) и экологичность (2 балла). При том, что экологичность не столь важна для потребителя, данная характеристика достаточно сильно влияет на стоимость автомобиля, так как инженерам необходимо создать поршневой двигатель, который соответствует экологическим нормам, а они с каждым годом становятся все жестче. В противном случае, автомобиль с данным двигателем не будет реализован на рынке, так как это запрещено законом.

Инженерам при создании поршневого двигателя необходимо опираться не только на его характеристики, которые важны для потребителя, но и учитывать еще ряд других характеристик (экологичность, себестоимость, трудоемкость создания и др.). Для принятия и реализации рационального варианта решения проблемы по улучшению показателей двигателя автором предлагается использовать матрицы решений [3].

Список литературы

1. Кавтарадзе Р.З. Теплофизические процессы в дизелях, конвертированных на природный газ и водород. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011.
2. Кочетов В.В., Колобов А.А., Омельченко И.Н. Инженерная экономика. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011.
3. Фалько С.Г., Иванова Н.Ю. Управление нововведениями на высокотехнологичных предприятиях. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007.

УДК 658.513:338.28

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ
ПРОЕКТОВ В ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

К.В. Добрякова, студентка

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

kdobryakova@ibm.bmstu.ru

Эффективность – отношение результатов к вызвавшим эти результаты затратам.
Результативность – степень реализации и достижения результатов, выполнение цели и

задач, превращение их в конкретные результаты, которые сравниваются с нормами и(или) определенными значениями тех или иных показателей результата.

Оценка эффективности инновационных проектов (ИП) должна проводиться по этапам реализации [1]: генерирование и оценка идеи (метод оценки реализуемости идеи, рейтинг идеи), разработка НИОКР (коэффициент конкурентоспособности), изготовление опытного образца и пробной партии (величина себестоимости опытного образца, рассчитанная по статьям калькуляции, расчет прибыли, рентабельности и др.) (данный этап можно считать переходом к инвестиционному проекту в чистом виде), выведение на рынок (расчет прибыли, рентабельности и др.). На этапе разработки НИОКР данные (информацию) составляют только прогнозные данные, на этапе выведения на рынок применяются данные (информация) для расчета на основе фактических данных о себестоимости опытного образца, о реализации опытной партии и др.

Сегодня существует тенденция перехода от функционального к программно-целевому управлению и, в целом, к формированию проектно-ориентированных организаций, которые интегрируют свою операционную деятельность с реализацией проектов [2, 3]. В докладе предложены и обоснованы подход и организационно-функциональная модель оценки эффективности и результативности ИП в проектно-ориентированной организации, позволяющие оценить ИП на предынвестиционной стадии. Разработаны рекомендации по повышению эффективности управления ИП в проектно-ориентированной организации.

Список литературы

1. Проектный менеджмент на предприятии: методы и модели / под ред. С.Г. Фалько. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010.
2. Козлов А.С. Управление портфелем программ и проектов: процессы и инструментарий. М.: ФЛИНТА, 2011.
3. Ляхович Д.Г. Формирование портфолио инновационных проектов в проектно-ориентированной организации // Стратегическое планирование и развитие предприятий: Матер. 18-го всерос. симп. / Под ред. Г.Б. Клейнера. М.: ЦЭМИ РАН, 2017. С. 299–301.

УДК 338.28

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Е.Б. Кабальнов, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

feshener@gmail.com

Ракетно-космическая промышленность (РКП) является одной из ведущих составляющих оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации. Одной из задач предприятий РКП является обеспечение процесса управления их инновационно-ориентированным развитием. Под инновационно-ориентированным развитием предприятия РКП предлагается понимать процесс эффективного использования его инновационного потенциала, учитывающий специфику и уровень развития и способствующий повышению конкурентоспособности предприятия [1, 2].

Оценка ИА предприятия РКП на стратегическом уровне должна строиться на совокупности показателей, характеризующих его возможности в освоении инноваций [3]. Ее целесообразно вести в виде расчета и сравнения полученных с установленными значениями коэффициентов. В зависимости от состояния предприятия РКП и его

результатов, а также их сравнения с показателями осуществляется выбор стратегии инновационно-ориентированного развития.

Совокупность расчетных показателей ИА предприятия РКП, определяющих степень обеспеченности предприятия теми или иными ресурсами, должна включать коэффициенты обеспеченности интеллектуальной собственностью, персонала, занятого в НИОКР, имущества, предназначенного для НИОКР, освоения новой продукции и инновационного роста.

Разработанная система оценки ИА предприятия РКП как исходного этапа формирования стратегии инновационно-ориентированного развития должна позволить предприятию осуществить анализ инвестиционных возможностей в инновационной сфере. Такой подход позволяет руководству предприятия РКП оценивать инновационные ресурсы, в соответствии с которыми оно может осуществлять выбор дальнейшего направления инновационно-ориентированного развития и избежать вложений инвестиционных средств в экономически нереализуемые проекты.

Список литературы

1. Проектирование организационно-управленческой структуры подразделения стратегического инновационно-ориентированного развития предприятия ракетно-космической промышленности / И.Н. Омельченко, А.А. Александров, Т.Г. Канчавели и др. // Актуальные проблемы космонавтики: Труды XLII академических чтений по космонавтике. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. С. 157–158.
2. Организационные аспекты управления рисками стратегического инновационно-ориентированного развития предприятия ракетно-космической промышленности / И.Н. Омельченко, А.А. Александров, Т.Г. Канчавели и др. // Актуальные проблемы космонавтики: Труды XLII академических чтений по космонавтике. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. С. 156–157.
3. Ляхович Д.Г., Терентьева З.С. Инновационная активность промышленного предприятия: структура и система оценки // Управление инновациями – 2007: Матер. междунар. науч.-практ. конф. / Под ред. Р.М. Нижегородцева. М.: Доброе слово, ИПУ РАН, 2007. С. 60–63.

УДК 334.7

ПРОЦЕСС ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И СТАРТАПОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Н.С. Сосенко, студентка

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

nsosenko@ibm.bmstu.ru

Президент России В.В. Путин в послании Федеральному собранию 2016 года заявил: «Предлагаю запустить масштабную системную программу развития экономики нового технологического поколения – цифровой экономики. В ее реализации будем опираться на российские компании, научно-исследовательские и инжиниринговые центры страны. Это вопрос национальной безопасности, технологической независимости России, нашего общего будущего...». Правительством России была разработана и в 2017 году утверждена программа развития цифровой экономики до 2024 года. Обозначенный президентом вектор развития может приобрести стратегическое значение. Вместе с тем, опыт постсоветского развития показывает, что основная проблема кроется не в идеях, а в их реализации [1].

Повышение значимости роли цифровой экономики в постиндустриальном обществе, преуменьшило значимость промышленности в обеспечении роста

национального благосостояния. Под цифровой экономикой предлагается понимать хозяйственную деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых позволяют существенно повысить эффективность различных видов деятельности [2, 3].

В России существует проблема внедрения новых технологий на промышленных предприятиях, основные фонды и организация производственных процессов которых не менялись с советских времен. Одним из способов решения данной проблемы является партнерство промышленного предприятия со стартапом.

Промышленные предприятия и стартапы чаще стали входить в системное взаимодействие, что дает возможность быстрее получить доступ к новым технологиям и командам. Процесс взаимодействия постепенно институционализируется. Однако по-прежнему наблюдается серьезный разрыв между разработками на этапе стартапа и их практическим внедрением на промышленном предприятии. Для его преодоления предлагается создать базу для промышленных предприятий и разработчиков идей, которая обеспечит процесс их взаимодействия.

Первая составляющая базы – рынок стартапов. Он объединит команды, занимающиеся новыми технологиями в различных сферах деятельности, и даст им возможность для связи с заинтересованным промышленным предприятием напрямую. Для успешного функционирования и развития предприятия в условиях быстрой цифровизации экономики недостаточно внедрения какой-то одной технологии. Практика показывает, что только комплексный подход, с согласованным и одновременным применением нескольких, но ключевых технологий дает ожидаемый эффект. Поэтому рынок стартапов должен быть наполнен разнонаправленными командами, а не только специализирующимися в промышленности.

Вторая составляющая базы – рынок готовых решений. На него выходят промышленные предприятия, успешно внедрившие решение, предложенное командой с рынка стартапов. Таким образом, промышленное предприятие сможет получить выгоду не только от собственной деятельности, но и за счет распространения положительного опыта на другие предприятия.

Список литературы

1. Иванов В.В., Малинецкий Г.Г. Цифровая экономика: мифы, реальность, перспектива. М.: РАН, 2017.
2. Ковальчук Ю.А., Степнов И.М. Цифровая экономика: трансформация промышленных предприятий // Инновации в менеджменте. 2017. № 1 (11). С. 32–43.
3. Омельченко И.Н., Ляхович Д.Г., Горлачева Е.Н. Роль межфирменного взаимодействия при реализации концепции открытых инноваций // Наука и образование. 2010. № 12. URL: <http://old.technomag.edu.ru/doc/163089.html> (дата обращения 13.04.2018).

УДК 338.266

ПРОЦЕСС УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ СБАЛАНСИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

И.А. Валирахунов, студент бакалавриата,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»
valirakhunovia@gmail.com

Сбалансированная система показателей (ССП) сравнительно новая технология, основывающаяся на двух ключевых гипотезах: опыт большого числа организаций

показывает, что реализация стратегии имеет более высокое значение, чем качество самой стратегии; использование в управлении одних только финансовых показателей не позволяет успешно следовать цели долгосрочной максимизации стоимости организации [1].

В ССП предлагается рассматривать организацию с точки зрения четырех перспектив (обучение и развитие, бизнес-процессы, клиенты, финансы), разрабатывать количественно измеряемые показатели, собирать данные и анализировать их в соответствии с каждой из этих перспектив [2, 3].

Сбалансированная система показателей понимается как подсистема управления, основанная на работе с различными видами показателей и позволяющая увязать достижение стратегических цели и задач с выполнением функций через постоянный контроль и мотивацию их реализации.

Применение ССП позволяет организации обеспечить работу системы управленческого учета и правильное измерение показателей, настройку планово-бюджетной системы и обеспечение планирования показателей, основу для формирования и применения системы мотивации, определение бизнес-процессов, требующих их реинжиниринга, постоянное совершенствование организационной структуры.

Процесс управления показателями должен предусматривать наличие функций: определение показателей; текущая оценка показателей; контроль показателей; достижение показателей; принятие мер при отрицательных отклонениях от показателя.

Преимущества ССП [1–3]: перевод стратегии на уровень мероприятий; направление усилий всех сотрудников организации на реализацию стратегии с помощью системы коммуникаций и мотивации; связь бюджета и стратегии; создание мотивов для эффективного труда всех сотрудников организации.

Недостатки ССП [1–3]: сложность при сборе данных (информации); отсутствие средств оценки; ориентация на управление активами, а не на их финансирование; не реализованы принципы разрешения конфликтных ситуаций и ответственности за общий результат.

Процесс управления эффективностью организации на основе ССП предлагается разбить на пять основных этапов: определение критических факторов успеха; стратегическая карта организации; определение ключевых показателей эффективности; формирование ССП; автоматизация, внедрение и применение ССП.

Список литературы

1. Фалько С.Г. Двадцать пять лет системе сбалансированных показателей: ретроспектива и перспектива // Контроллинг. 2017. № 4 (66). С. 2–4.
2. Конопатов С.Н., Салиенко Н.В., Ляхович Д.Г. Место и роль сбалансированной системы показателей в стратегическом управлении // Менеджмент сегодня. 2018. № 1 (101). С. 78–84.
3. Конопатов С.Н., Салиенко Н.В., Бышовец Б.Д. Реализация стратегии посредством сбалансированной системы показателей // Актуальные проблемы социально-экономического развития России. 2017. № 3. С. 48–53.

УДК 338.312

ЛОГИСТИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Д.О. Середина, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

dariaseredina@mail.ru

Одной из наиболее актуальных проблем современной промышленности является то, что потребности заказчиков постоянно растут, в то время как высокое качество изделия воспринимается как нечто само собой разумеющееся. Потребителей трудно удивить, они хотят индивидуальный подход к приобретаемому продукту. В связи с этим укорачивается жизненный цикл товара, что представляет сложность для предприятия и говорит о необходимости внедрения новых стратегий и принципов.

Решить данную проблему можно путем применения логистических концепций. В рамках текущих изменений в экономике в последние 20 лет логистика становится одной из ключевых отраслей на предприятии [2]. Инструмент логистики, способный решить проблему современной промышленности, – управление цепями поставок.

Управление цепями поставок (Supply-Chain-Management – SCM) - управленческая концепция и организационная стратегия, заключающаяся в интегрированном подходе к планированию и управлению всем потоком информации о сырье, материалах, продуктах, услугах, возникающих и преобразующихся в логистических и производственных процессах предприятия, нацеленном на измеримый совокупный экономический эффект.

Концепция SCM реализуется на основе принципа Just-in-Time (JIT) («точно в срок»), ключевыми элементами которого являются стабильная программа производства, сокращение размеров партий, времени ожидания и времени установочных операций.

Однако, для обеспечения бесперебойной доставки деталей автомобилей недостаточно поставлять их «точно в срок», необходимо также соблюдать очередность поставки. На помощь приходит концепция Just-in-Sequence (JIS) («в точной последовательности»), которая дополняет принцип Just-In-Time правильной последовательностью доставки полуфабриката для дальнейшего использования на производстве.

JIS — это обеспечение своевременного поступления комплектующих в необходимом для производства количестве [1]. Из-за растущей конкуренции, борьбы за ресурсы и индивидуального спроса на продукцию методом JIS уделяется особое внимание. Основными достоинствами являются: сокращение количества издержек, размеров буферов хранения и производственных площадей, возможность реализации разнообразной продукции.

В то же время существует и ряд недостатков: риск появления ошибок у оператора, высокая зависимость от технологий, риск сбоя поставок из-за независящих от предприятия обстоятельств.

Наиболее полно метод Just-In-Sequence применим к автомобильной промышленности. В условиях увеличения масштабов производства автомобилей, данная концепция способна сделать процесс производства более эффективным, а именно поставить различные детали машины и предварительно сконфигурированный модуль на монтажную линию в требуемые сроки, в правильной последовательности и позиции [1]. Благодаря тому, что компания-производитель заказывает к определенному моменту времени большое количество разных деталей становится возможным выпуск одного автомобиля в нескольких вариантах.

Таким образом, система JIS позволяет адаптировать планирование и производство к необходимому разнообразию выпускаемой продукции. Благодаря данному принципу решается проблема сокращения жизненного цикла продукции, удовлетворяются нужды потребителей и тем самым решается проблема современной автомобильной промышленности.

Список литературы

1. Больше, чем просто производств. Режим доступа: http://www.up-pro.ru/library/information_systems/production/bolshe-chem-prosto-proizvodstvo.html (дата обращения 20.04.2018)

2. Зарецкий А.Д., Хицкова Д.В. Проблемы современной российской промышленности и пути их решения // Экономика: теория и практика. 2014. № 1. С. 23-31.



СЕКЦИЯ «БИОМЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

УДК 57.087

РАЗРАБОТКА БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С НАРУШЕНИЕМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

В.Ю. Степанкевич, магистрант

Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Медико-технический менеджмент»

stepankevitch2015@yandex.ru

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

г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Биомедицинские технические системы»

apollonova-i@bmsyu.ru

В восстановительной медицине до сих пор до конца не решена задача полной реабилитации после оперативного вмешательства. Сохранение исходных (дооперационных) значений параметров ДА является основной задачей для восстановительной медицины. В настоящее время отделения лечебной физкультуры требуют обученных специалистов, а проблема реабилитации и контроля восстановления пациента после операционного вмешательства становится все более актуальной.

Основной целью эксперимента являлась оценка параметров ДА при выполнении упражнения «Шаг» у пациента, перенёвшего операцию на тазобедренном суставе и последующее сравнение с результатами выполнения данного упражнения здоровым испытуемым. Ниже в таблице 1 приведены основные данные об исследуемом пациенте.

Таблица 1 Данные о пациенте, принимавшем участие в исследованиях

Код пациента	1
Пол пациента	Женский
Возраст пациента	57 лет
Рост	173 см
Тип операции	Эндопротезирование тазобедренного сустава правой ноги
Дата операции	23.08.2017
Дата возвращения домой после процедур по восстановлению подвижности	23.09.2017

Сравнение происходило с выборкой из базы данных людей со схожими данными. При этом испытуемые никогда не жаловался на проблемы с ходьбой.

Метод проведения исследований заключался в следующем: каждый из испытуемых выполнял движение «Шаг» общим числом 20 раз. По каждому движению был получен график и измерены параметры ДА. Для оценки статистической значимости результатов эксперимента были рассчитаны коэффициенты t критерия Стьюдента, которые показали, что разница в значениях для каждого из испытуемых и пациента статистически незначима [2], что в свою очередь характеризуют предложенную методику, как эффективное средство восстановительной медицины.

Исходя из полученных результатов, можно утверждать, что пациент восстановил навык ходьбы, а параметры его ДА не отличаются от нормы.

Проведенные исследования показали работоспособность, как биотехнической системы, так и методики восстановления.

Список литературы

1. Степанкевич В.Ю. Аполлонова И.А. Разработка биотехнической системы для реабилитации больных с нарушением кровообращения головного мозга // Молодёжный научно-технический вестник. 2016.
2. Степанкевич В.Ю. Аполлонова И.А. «Разработка биотехнической системы для реабилитации пациентов с нарушением мозгового кровообращения» // Политехнический молодежный журнал. 2017.

УДК 616-71

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВНУТРИГЛАЗНОГО ДАВЛЕНИЯ ПО МЕТОДУ МАКЛАКОВА

И.Д. Харламова, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Биомедицинские технические системы»

id.kharlamova@gmail.com

Научный руководитель: А.В. Самородов, к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Биомедицинские технические системы», МГТУ им. Н.Э. Баумана

avs@bmstu.ru

Известно, что в подавляющем большинстве случаев в практике отечественных офтальмологов тонометр Маклакова является инструментом выбора в оценке внутриглазного давления (ВГД). Не вызывают сомнения результаты этого вида тонометрии, многолетним использованием которого подтвержден факт «действительного объективного, точного клинического изучения офтальмотонуса» [1]. В научно-медицинских работах отмечается, что сведение к минимуму всех возможных неточностей тонометрии должно являться одной из основных задач глаукомных сообществ всего мира. Крайне неблагоприятной ситуацией является сочетание некачественного измерения ВГД и неправильной интерпретации полученного отпечатка. Течение глаукомы в этом случае приобретает непрогнозируемый характер [2].

Основным источником погрешности оценки ВГД по методу Маклакова является определение ВГД по отпечатку вручную с использованием измерительной линейки. Использование программы для ПК, позволяющей более точно определять геометрические характеристики отпечатка и, следовательно, ВГД, позволит снизить количество ошибочных результатов.

В среде разработки MatLab была написана программа для обработки отпечатков, полученных по методу Маклакова. Источником изображений служат фотографии двух контактных площадок тонометра, полученные при достаточном освещении. Программа считывает изображение отпечатка, и, с использованием преобразования Хафа, находит центр и диаметр внутренней окружности. Далее, с учетом автоматически определяемого шага дискретизации изображения, выполняется пересчет диаметра окружности и определяется ВГД.

Предварительные исследования алгоритма были проведены на 6 парах отпечатков. Программа смогла обработать все изображения и показала результат, совпадающий с оценкой врача-офтальмолога.

Список литературы

[1]. Нестеров А.П., Вургафт М.Б. Калибровочные таблицы для эластонометра Филатова-Кальфа // Вестник офтальмологии. 1972. Том 88, № 2. С.20-25.

[2]. Казанова С.Ю. Ошибки измерения внутриглазного давления при тонометрии по Маклакову // Национальный журнал глаукома. 2013. № 4. С.72-81.

УДК 004.934

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА АНАЛИЗА РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ

А.Б. Типсин, магистрант

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

andrey.tipsin@rocksystems.ru

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

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

avs@bmstu.ru

Проблема автоматизированной обработки речевых сигналов для различных нужд набирает всё большую актуальность [1]. На данный момент существует множество направлений автоматизированной обработки речевых сигналов, таких как распознавание речи, синтез речи, идентификация пользователя по образцу речевого сигнала, а также оценка эмоционального состояния диктора. Данная статья посвящена оценке эмоционального состояния диктора – методам распознавания состояния стресса по образцу речевого сигнала [2].

Задача оценки эмоционального состояния диктора по образцу речевого сигнала востребована в условиях, когда невозможно личное присутствие испытуемого, а коммуникация с ним осуществляется голосовой связью. В медицине такая задача связана с предварительным дистанционным выявлением рецидива психиатрических заболеваний по записи телефонного разговора врача и поставленного на психоневрологический учёт пациента. В правоохранительной области данная технология может служить своего рода альтернативой полиграфу, что, например, позволяет оценить вероятность ложного вызова, поступающего на пульт диспетчера оперативных служб путем обработки телефонного разговора, а также решать задачи выявления осознанной лжи при даче показаний или при коммуникации на режимном объекте. Как правило, решение указанных задач сводится к выявлению признаков стресса по результатам обработки речевого сигнала.

Для решения вышеописанных задач, существуют готовые изделия, выполненные как в качестве отдельного устройства, так и в качестве программного обеспечения для установки на персональный компьютер, но их высокая цена и правовые ограничения на их оборот препятствует их широкому внедрению.

В данной работе были проанализированы, отобраны и реализованы в программной среде Matlab основные методы выделения признаков, по которым возможно произвести распознавание стресса. В качестве характеристик речевых сигналов в данной работе использованы микротремор Липпольда и джиттер [3]. Данные характеристики в различных сочетаниях с алгоритмами спектрального анализа используются в современных коммерческих продуктах.

Подготовительные эксперименты с обработкой аудиозаписями речевых сигналов показали необходимость создания эффективного алгоритма разделения речевых сигналов на слоги, их последовательной обработки путем расчёта их основных тонов и оценки их динамики во времени. Для удобства работы с программой, был создан графический интерфейс пользователя, позволяющий создавать, редактировать и исследовать на искомые характеристики базу речевых сигналов.

Для систематизации результатов обработки образцов речевых сигналов создается база эмоционально окрашенной русской речи обоих полов, с целями отладки алгоритмов, и, в дальнейшем, вероятностной оценки корректной работы программного комплекса.

Список литературы

1. Рабинер Л. Р. Цифровая обработка речевых сигналов: пер. с англ. / Л.Р. Рабинер, Р.В. Шафер. М.: Радио и связь, 1981. 496 с.

- Haddad D.M., Ratley R. Voice stress analysis and evaluation // Proceedings of the SPIE. 2001. Vol.4232. P.281-292.
- Lippold O. Physiological tremor // Scientific American. 1971. Vol.224, no.3. P.65-73.

УДК 534.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ЖИДКОСТИ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КАВИТАЦИИ

А. Нажем, студентка

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

asya_154@hotmail.com

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

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

skvortsov@bmstu.ru

Одним из применений низкочастотного ультразвука в медицине является обработка биотканей через раствор лекарственного вещества, при которой достигается усиление действия лекарственного вещества благодаря возникновению кавитации. Использование традиционных методов контроля интенсивности кавитации для оценки эффективности такого сочетанного действия затруднительно [1]. В данной работе эта эффективность оценивается по максимуму давления в ударных волнах, возникающих при схлопывании кавитационных пузырьков.

Температура жидкости должна оказывать существенное влияние на эффективность кавитации, поскольку она влияет практически на все параметры среды, входящие в уравнения пульсаций кавитационных пузырьков [2]. Так, согласно экспериментальным данным [3], активность кавитации с изменением температуры жидкости меняется почти в два раза.

Для исследования влияния температуры жидкости на параметры пульсаций пузырьков в уравнения Кирквуда-Бете [2] введены температурные зависимости параметров, полученные из справочной литературы и интерполированные полиномами. Максимальное значение в ударной волне рассчитывалось на расстоянии максимального радиуса от центра пузырька R_{max} при данной амплитуде колебаний излучателя при температуре воды от 1 до 99°C.

Расчет давления в точке пространства r , в которую за время t приходит волна равно [2]:

$$p = A \left(\frac{2}{n+1} + \frac{n-1}{n+1} \sqrt{1 + \frac{n+1}{rc_0^2} G} \right)^{\frac{2n}{n-1}} - B \quad (1)$$

$$t = t_R + \frac{2G}{c_0^3} \left(\frac{1+2\beta u}{\beta u(1+\beta u)} - \frac{1+2\beta U}{\beta U(1+\beta U)} - 2 \ln \frac{(1+\beta u)\beta U}{\beta u(1+\beta U)} \right). \quad (2)$$

По формулам (1) и (2) произведен расчет значения максимального давления в точке $r = R_{max}$ на частоте 26,5 кГц.

В результате проведенных расчетов выявлено, что давление в данной точке r при амплитуде колебаний излучателя 50 мкм и начальном радиусе пузырька 5 мкм достигает максимума 660 атм при температуре 60°C. При значениях выше 60°C значение максимального давления резко снижается до 420 атм при 99°C. При повышении температуры с 23°C до 43°C происходит увеличение звукового давления не более чем на 10%.

Таким образом, для достижения максимальной эффективности кавитации при обработке биотканей предпочтительнее повышать температуру, не допуская перегрева

биотканей. Для этой цели может быть использована термостабилизация жидкости, например, путем подачи подогретого раствора к области воздействия.

Таким образом, в результате проведенного численного моделирования получена зависимость давления в ударной волне от температуры жидкости и обоснована необходимость контроля и стабилизации температуры жидкости при ультразвуковом воздействии на биоткань.

Список литературы

1. Скворцов С.П. Методы контроля параметров ультразвуковой кавитации // Наука и Образование. 2015. (2):83-100. DOI:10.7463/0215.0759806.
2. Розенберг Л.Д. Мощные ультразвуковые поля. М.: Наука, 1968. 268 с.
3. Исследование зависимости активности акустической кавитации от температуры жидкости / А.В. Котухов, А.В. Красовский, В.В. Шаплыко, Н.В. Дежкунов // Доклады БГУИР. 2015. № 6. С. 36-40.

УДК 57.087.1, 004.934.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ ПАРАМЕТРОВ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО РЕЧИ

А.В. Хорава, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
albinahorava@mail.ru

Научный руководитель: А.А. Бойко, ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
boiko_andrew@mail.ru

Человеческий мозг распознает эмоции другого человека по мимике, жестам и речи [1]. Звучащая речь является одним из видов сигналов, использующихся человеческим мозгом для анализа эмоционального состояния и психологического состояния, а также состояния здоровья. Возникающие изменения далеко не всегда можно сознательно контролировать. Таким образом, анализ речи может быть весьма информативен при оценке состояния говорящего, что особенно важно при отсутствии других способов получения информации [2].

Определение психоэмоционального состояния человека по речевым сигналам с помощью аппаратно-программных средств является актуальной задачей. Автоматическое определение эмоций диктора по речи представляет практический интерес, например, в криминалистике, медицине (в частности, психотерапевтической практике), системах контроля и управления доступом и др. [3].

В настоящее время активно развивается направление распознавания эмоций по речи с использованием компьютерных систем. Результат работы алгоритмов распознавания эмоций по речи во многом определяется базой, которая используется для обучения алгоритмов. Общедоступная база данных эмоционально окрашенной русской речи в настоящее время отсутствует. Автором была предпринята попытка устранения указанного недостатка. Была создана база данных русской речи. Были зарегистрированы речевые сигналы 23 человек (12 мужчин и 11 женщин). Для каждого диктора были зарегистрированы по семь аудиозаписей (соответствующие шести базовым эмоциям и нейтральному состоянию).

На основе данной базы были рассчитаны признаки речевых сигналов.

Далее были последовательно решены следующие задачи:

1. Проверка распределений на нормальность.
2. Проведение дисперсионного анализа.

3. Определение информативности признаков речевого сигнала.

Проверка распределений на нормальность и проведение дисперсионного анализа были выполнены с помощью языка R и программы RStudio отдельно для дикторов мужского и женского пола. В процессе дисперсионного анализа вычислялось р-значение (p-value) и сравнивалось с уровнем значимости α , который в данной работе принят равным 0,05. В случае, если p-value оказывалось меньше α , нулевая гипотеза о равенстве средних значений групп отвергалась, и параметр признавался значимым.

Для речевых сигналов дикторов женского пола информативными параметрами являются следующие: частота основного тона, среднеквадратичное отклонение частоты основного тона, интенсивность, первая форманта.

Для речевых сигналов дикторов мужского пола информативными параметрами являются частота основного тона, первая и вторая форманты.

Список литературы

1. Бойко А.А., Неверова Е.С., Каранкевич А.И., Спиридонов И.Н. Исследование невербального поведения студентов при сдаче экзаменов // В книге: Управление качеством инженерного образования. Возможности ВУЗов и потребности промышленности. Тезисы докладов второй международной научно-практической конференции. 2016. С. 162-163.
2. Давыдов А.Г., Киселёв В.В., Кочетков Д.С. Классификация эмоционального состояния диктора по голосу: проблемы и решения. 2011.
3. Алешин Т.С., Редько А.Ю. Принципы подготовки баз речевых данных для задачи распознавания эмоционального окраса речи человека по речевому сигналу // Современные наукоемкие технологии. 2016. С. 229-233.

УДК 57.089.22:615.471

АНАЛИЗ ВОЛНОВОДА НА ИЗГИБ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ МОДЕЛИРОВАНИЯ

С.И. Уманская, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
umanskaya.svetlana96@mail.ru

Н.В. Беликов, аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
aneox@list.ru

Научный руководитель: Г.В. Саврасов,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»
им. Н.Э. Баумана
savrasov2000@mail.ru

При проведении длинных гибких проводниковых частей ультразвуковых колебательных систем внутри полых органов существует риск травматизации их стенки. Величина риска и степень травматизации зависит во многом от жесткости инструмента. Теоретический расчет требуемой жесткости затруднён, так как нагружение проводниковой системы в условиях реальной операции имеет сложный вид. В связи с этим для оценки поведения инструмента возможно использование методов конечно-элементного моделирования.

Применимость и адекватность результатов моделирования данной задачи напрямую зависит от погрешности моделирования. С этой целью в данной работе были сравнены аналитический и конечно-элементный расчеты воздействия силы на консольно-закреплённую проводниковую часть ультразвукового волновода-инструмента с экспериментальным исследованием. Сравнение проводилось для групп проводниковых

участков, отличавшихся типом сечения (прямоугольное или круглое) и материалом (сталь 45 или титановый сплав ВТ6) и состоящих из 5 образцов.

Экспериментальное исследование проводилось на испытательной машине Instron 3365. Один конец проводниковой части консольно закреплялся, на второй оказывалось действие сосредоточенной силой посредством одностороннего клина. Перемещение клина осуществлялось с постоянной скоростью 20 мм/мин. На образец через каждые 20 мм были нанесены метки для определения деформации по видеоизображению. Жесткость определялась на основании закона Гука как тангенс угла наклона линейной аппроксимации экспериментально определённой зависимости «сила-перемещение».

Аналитический и конечно-элементный расчёт был сведён к решению задачи нагружения консольно-закрепленной балки поперечной сосредоточенной силой.

Аналитически прогиб балки определялся как [1]:

$$y(x) = \int \varphi dx + C = \int \left(\frac{Fx^2}{2EI_z} + \frac{Flx}{EI_z} \right) dx + C \quad (1)$$

$$y(x) = \frac{Fx^3}{6EI_z} + \frac{Flx^2}{2EI_z} + C \quad (2)$$

В жесткой заделке $y(0)=0$, отсюда $C=0$. Для свободного конца балки:

$$y(l) = \frac{Fl^3}{3EI_z} \quad (3)$$

После этого для каждого образца при действии трех сил (минимальной, максимальной и промежуточной) были построены графики вертикального перемещения меток, определенные экспериментально, аналитически и с использованием ANSYS.

На основе полученных данных было проведено сравнение жёсткости и перемещения точек образца, определённых экспериментально, аналитически и методами конечно-элементного моделирования.

Относительное отклонение результатов составило:

- конечно-элементное моделирование от эксперимента: $5,76 \pm 0,36 \%$;
- аналитический расчёт от эксперимента: $5,54 \pm 0,4 \%$;
- конечно-элементное моделирование от аналитического расчёта: $0,49 \pm 0,2 \%$.

Полученные результаты позволяют говорить о применимости конечно-элементного моделирования в оценки поведения инструмента при чистом изгибе с уровнем погрешности 7 %.

Список литературы

1. Тимошенко С. П. Курс сопротивления материалов / Киев: Изд-во кн. маг. Л. Идзиковского, 1911. 519 с.

УДК 616-71

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ СОЗДАНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ВНУТРИСОСУДИСТЫХ ОПЕРАЦИЙ

А.Д. Солнцева, бакалавр

МГТУ им. Баумана, кафедра «Биомедицинские технические системы»

splntsevaad@student.bmstu.ru

А.С. Борде, аспирант

МГТУ им. Баумана, кафедра «Биомедицинские технические системы»

aenea.doerb@mail.ru

Научный руководитель: Г.В. Саврасов, д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Биомедицинские технические системы»

savrasov2000@mail.ru

В последнее время все чаще проводят операции под контролем ультразвукового исследования (УЗИ), что позволяет улучшить точность их проведения.

При операциях на венах нижних конечностей хирургу необходимо одновременно управлять наконечником хирургического инструмента, а также УЗ-датчиком, что осложняет его работу. Чтобы упростить эту задачу необходимо разработать биотехническое устройство автоматического УЗИ контроля, следящего за наконечником хирургического инструмента [1, 2].

Цель проведения эксперимента заключается в выяснении зависимости получаемого изображения на ультразвуковом аппарате от силы и угла прижатия датчика к поверхности кожи нижней конечности испытуемого. Полученные данные – изображения при определенном угле и силе давления.

Экспериментальная установка для сбора данных о силе и угле прижатия ультразвукового датчика состоит из ультразвукового датчика ML6-15 ультразвукового аппарата GE E8, который крепится на конструкции. На микроконтроллер ATmega 2800, входящий в состав Arduino Uno, записывается код программы контролирующей датчик силы FSR 400 и акселерометр BMX055.

При помощи зажимов по бокам конструкция опускается таким образом, чтобы ее нижняя поверхность касалась нижней конечности пациента и совпадала с рабочей плоскостью УЗ-датчика. Часть конструкции из поликапролактона надавливает на датчик FSR400, изменяя его сопротивление, что соответствует силе нажатия УЗ-датчика на нижнюю конечность пациента. В это время на экране ультразвукового аппарата фиксируется как четкое, так и нечеткое изображение из одной точки поверхности нижней конечности пациента.

Была получена библиотека ультразвуковых изображений и данные о силе и угле прижатия УЗ-датчика к нижней конечности пациента для каждого изображения. Полученные в ходе эксперимента данные будут использованы, как библиотека изображений. Обработка изображений позволит получить данные необходимые для создание алгоритма движения робота-манипулятора для ультразвуковых исследований кровеносных сосудов. В ходе проведения операций на основе разработанного алгоритма система сможет следить за наконечником хирургического инструмента и передавать четкое изображение на экран ультразвукового аппарата.

В результате проведения эксперимента были получены ультразвуковые изображения и данные о силе и угле прижатия УЗ-датчика, при анализе которых будет выявлена зависимость получаемого изображения от силы и угла прижатия УЗ-датчика, что позволит составить алгоритм подстройки робота-манипулятора при проведении операции на венах нижних конечностей или ультразвуковом исследовании сосудов в целом.

Список литературы

1. Саврасов Г.В. Теоретические основы, методы и технические средства ультразвуковой хирургии магистральных артерий: дис. ... д.т.н. М., 1989. 411 с.
 2. Медицинский портал по кардиологии // УЗДГ сосудов нижних конечностей. Режим доступа: <http://lechenie-sosudov.ru/uzdg-sosudov-nizhnix-konechnostej.html> (дата обращения 21.03.2018).
-

УДК 004.93:94

**МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ РУКИ ХИРУРГА ПО
КООРДИНАТАМ ИНТРАОПЕРАЦИОННОГО ТРЕКИНГА КИСТИ**

И.А. Селивёрстова, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Биомедицинские технические системы»

irina.seliverstova96@gmail.com

И.В. Хайдукова, аспирант

МГТУ им. Баумана, кафедра «Биомедицинские технические системы»

irina.khaydukova@mail.ru

Научный руководитель: Г.В. Саврасов, д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Биомедицинские технические системы»

savrasov2000@mail.ru

Доля малоинвазивных хирургических операций под рентгеновским контролем растет с каждым годом, так как они обладают рядом преимуществ в сравнении с открытыми вмешательствами [1]. В связи с этим необходимо минимизировать дозу облучения хирурга во время операции. Решением этой проблемы является применение хирургических роботизированных систем (РС), обеспечивающих удаленное проведение операций. Разработка специализированных РС позволит улучшить качество проведения операций и уменьшить стоимость самой системы.

РС должна обеспечивать возможность перемещения инструментов в таком же диапазоне движений, как при проведении классической операции. Диапазон движений характеризуется размером рабочей зоны, а также типами движений. Одной из основных задач является характеристика типов движений хирурга во время операции. Выполнение данных типов движений будет являться техническим требованием к разрабатываемой РС.

Регистрация рук хирурга отслеживается при помощи системы трекинга меток на каждом суставе кистей проводится при помощи методики, описанной в [2]. Для определения типов движений рук хирурга необходимо отобразить полученные координаты в виде трехмерной модели в движении. Траектория каждой метки может содержать артефакты. Использование модели рук хирурга позволит отслеживать правильность трекинга меток и возникновение артефактов.

Механика движений верхней была рассмотрена как «черный ящик», так как не было необходимости изучать внутренние механизмы, отвечающие за формирование движений. Исследуемыми параметрами были выбраны: положение в пространстве и амплитуда. Была дана характеристика движений в каждой группе суставов верхней конечности, рассмотрены движения в трёх основных плоскостях тела человека. Были рассмотрены комплексные движения, выполняемые рукой над предметом, такие как захват или перемещение.

С помощью программного продукта Blender для 3D моделирования была создана трёхмерная модель руки. Был создан "скелет" руки, заданы границы возможных перемещений элементов модели в соответствии с биомеханическими параметрами. Программа Blender позволяет применять язык Python для работы с моделями. Для задания движений созданной модели руки посредством загрузки координат, был загружен программный код на языке Python. Данные координаты пересчитываются в углы поворота костей модели. Каждая метка визуально сопоставляется с соответствующим ей суставом 3D модели. При загрузке временных массивов координат меток, модель последовательно изменяет положение суставов, отображая положение руки хирурга в каждый момент времени, создавая анимацию.

В дальнейшем с помощью создаваемой модели предполагается выделение и описание наиболее характерных движений врача-хирурга при проведении различных типов операций.

Список литературы

1. Данные по экстренной хирургии патологии органов брюшной полости в стационарах г. Москвы за 2008 – 2012г. Режим доступа: : <http://общество-хирургов.рф/novosti-glavnogo-hirurga> (дата обращения 20.03. 2018).
2. Беликов Н.В., Саврасов Г.В., К.А. Малкин. Методика обработки данных по определению параметров рабочей зоны врача-хирурга //Научно-техническая конференция «Медико-технические технологии на страже здоровья»: сб. докладов (г. Москва, 22-23 ноября 2016 г.). М.: НИИ радиоэлектроники и лазерной техники МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. С. 178-179.
3. Управление частями модели руки. Режим доступа: <http://blender-3d.ru/forum/index.php> (дата обращения 15.02.2018).

УДК 615.84

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ БЛОКА ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОПУНКТУРНОЙ ДИАГНОСТИКИ

И.С. Воробьева, бакалавр

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

voro212@bk.ru

Научный руководитель: А.Е. Косоруков, ассистент

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

kosorukov@mail.ru

В наше время все большую актуальность для оценки функционального состояния человека приобретают такие методы, как электропунктурная диагностика, в виду достоверности результатов, простой технической реализации, неинвазивности и дешевизны.

Наиболее популярными считаются диагностические системы для проведения однократных измерений электрического сопротивления кожи в зоне биологически активной точки. В таких системах производится оценка попадания измеренного значения в индивидуальный «физиологический коридор». По величине отклонения от принятой нормы судят о наличии патологии и о характере поражения.

Анализ научной литературы и обзор существующих аналогов позволили сформулировать следующую задачу: построение системы для неинвазивного контроля состояния внутренних органов с соблюдением их интактности.

Параметры точек описываются компонентами электрического импеданса кожи. Чтобы его рассчитать, в ходе работы принята модель, где кожа представлена параллельно включенными линейной емкостью и нелинейной проводимостью.

Существующие системы имеют отдельную электродную систему и блок измерения и блок питания, соединенные проводами, которые, запутываясь, затрудняют работу. Решалась задача размещения всех компонент в корпусе активного электрода, что возможно реализовать при современном уровне развития элементной базы.

Электродная система состоит из двух частей: активного электрода с контролем усилия прижатия, площадь которого 7мм^2 , и пассивного, закрепляемого на запястье, площадью более 600мм^2 .

Параметры точек описываются компонентами электрического импеданса кожи. Чтобы его рассчитать, в ходе работы принята модель, где кожа представлена параллельно включенными линейной емкостью и нелинейной проводимостью. [1]

На основе структурной схемы [1] была разработана схема электрическая принципиальная. В качестве управляющего устройства выступает микроконтроллер ADuCM360 фирмы Analog Devices. Одними из его примечательных характеристик являются 32-х битное ядро Cortex-M3 с частотой до 16 МГц, последовательный интерфейс ввода вывода UART. Особенностью данного микроконтроллера является, 2 встроенных 24-х разрядных АЦП и 14-битный ЦАП, что позволяет существенно уменьшить число используемых компонентов.

Разработка проводилась в среде Solid works. Реализация корпуса планировалась с помощью печати на 3D принтере. В ходе работы отверстия под винты приняты диаметром 2 мм.

В результате моделирования получены следующие размеры корпуса: длина 130 мм, ширина 20 мм, толщина 17 мм, длина цилиндрической части 44 мм, конусной части – 10 мм, толщина стенок 2 мм, высота стенок каждой части 7 мм.

Разработанный блок измерения имеет два разъема: сзади USB для подключения электрода к персональному компьютеру, сбоку—аудио разъем для связи с пассивным электродом.

В конечном итоге корпус был распечатан с помощью 3D принтера. Тестовый прибор меньше аналогов, удобно располагается в руке. Плата вместились в корпус, как и предполагалось.

Список литературы

1. V.A. Karpukhin, A. E. Kosorukov. A Method for Identification of Nonlinear Equivalent Circuit Parameters of Electric Admittance of Skin // Biomedical Engineering.-July 2010. Vol. 44. № 2. P. 62-65.

УДК 62-503.5

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТЬЮ В ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКОМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ НА ОСНОВЕ ШИМ С МАЛЫМ ЧИСЛОМ КОММУТАЦИЙ

А.Ю. Продедович, бакалавр

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

a.prodedovitch@yandex.ru

С.П. Скворцов, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Биомедицинские технические системы»

skvortsov@bmstu.ru

Одной из причин уменьшения времени непрерывной работы ЭАП является его нагрев, в частности, из-за рассеяния в нем мощности высших гармоник ультразвукового генератора, работающего в ключевом режиме. Использование для возбуждения ЭАП генератора с гармоническим выходным сигналом затруднительно ввиду необходимости принудительного охлаждения, что осложняет его применение в хирургической операционной.

Для регулирования амплитуды механических колебаний ЭАП применяется регулировка тока подмагничивания (для ЭАП магнитострикционного типа), регулировка амплитуды и ШИМ сигнала возбуждения ЭАП. Однако использование обычных методов ШИМ сопряжено с увеличением полосы электромагнитных помех, создаваемых генератором, поэтому в данной работе рассмотрен метод ШИМ-модуляции с малым числом коммутаций на полупериоде выходного напряжения [1], позволяющий сократить число параметров сигнала и упростить алгоритм управления.

Наибольшее влияние на работу ЭАП оказывают ближайшие гармоники в спектре (3-я и 5-я), поскольку их амплитуды больше и они труднее поддаются фильтрации в цепи согласования усилителя мощности с ЭАП. Поэтому выбор углов коммутации должен производиться с учетом коэффициента гармоник.

В работе исследован ШИМ-сигнал в виде симметричного меандра с двумя коммутациями на четверти периода. При моделировании сигнал представлялся в виде суммы положительного и отрицательного полупериодов, каждый из которых представляет собой сумму функций Хевисайда со сдвигами, определяемыми значениями углов коммутации:

$$f(\alpha_1, \alpha_2, t) = \Phi(t) - \Phi(t - \alpha_1) + \Phi(t - \alpha_2) - \Phi(t - (\pi - \alpha_2)) + \Phi(t - (\pi - \alpha_1)) - \Phi(t - \pi)$$

$$F(\alpha_1, \alpha_2, t) = f(\alpha_1, \alpha_2, t) - f(\alpha_1, \alpha_2, t - \pi)$$

Выполнено численное моделирование сигнала, расчет его спектральных характеристик в зависимости от углов коммутации α_1 и α_2 с целью определения оптимальных траекторий изменения из значений, при которых обеспечивается наибольшая глубина и плавность регулировки мощности [2].

Чтобы уменьшить долю высших гармоник в спектре и снизить требования к длительности фронта сигнала при переключении, диапазон значений углов коммутации был ограничен условиями: $\alpha_1 < \alpha_2 < 90^\circ$, $90^\circ - \alpha_2 = \theta$, $\alpha_2 - \alpha_1 = \theta$, $\alpha_2 > \alpha_1 > \beta$, где θ и β – значения, соответствующие максимальному шагу изменения углов коммутации.

В результате разработан метод регулировки мощности ключевого усилителя мощности электроакустического преобразователя. Полученная траектория обеспечивает глубину регулировки 37,5%, при этом доля суммарной мощности 3-й и 5-й гармоник не превышает 4% от мощности колебаний на основной частоте. Данный метод позволяет повысить КПД ЭАП и упростить схему ультразвукового генератора.

Список литературы

1. Скворцов С.П., Сурков А.А. Оптимизация сигнала возбуждения электроакустического преобразователя по его входному сопротивлению // Биомедицинская радиоэлектроника. №10. 2000. С. 55-59.
2. Чаплыгин Е.Е. Спектральное моделирование преобразователей с широтно-импульсной модуляцией: учебное пособие. М. : Изд-во МЭИ, 2003. 64 с.

УДК 004.931, 612.111

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ КЛАССИФИКАЦИИ ЭРИТРОЦИТОВ ПО ИЗОБРАЖЕНИЯМ МАЗКОВ КРОВИ

В.В. Скавронская, магистрант

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

skavronskaya.valerie@mail.ru

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

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

avs@bmstu.ru

Согласно статистическим данным, почти 30 % мирового населения болеет анемией, которая характеризуется снижением концентрации гемоглобина (Hb) в крови. Однако еще до непосредственного снижения концентрации Hb проявляются морфологические и цветояркие изменения эритроцитов в мазке крови [1]. Высокая трудоемкость ограничивает широкое применение визуального исследования клеток крови под микроскопом. В настоящее время существуют методы обработки изображений и машинного обучения, позволяющие разработать автоматизированную систему морфологического анализа эритроцитов по мазку крови [2, 3]. Задача создания такой

системы, позволяющей сократить время и трудоемкость исследования, а также число ошибок, обусловленных человеческим фактором, является актуальной для врачей-гематологов.

В работе исследовались следующие классы эритроцитов: нормоциты с пэллором (НсП), нормоциты без пэллора (НбП), эллиптоциты (Эл), эхиноциты (Эх), эллиптоэхиноциты (ЭлЭх), дакриоциты (Д), кодоциты (К), стоматоциты (Ст) и слипшиеся клетки (Сл).

Для сбора выборки эритроцитов была выполнена сегментация 100 изображений мазков крови методом пороговой бинаризации с глобальным порогом, рассчитываемым по методу Оцу. Число клеток в каждом классе выборки: НсП – 380, НбП – 400, Эл – 350, Эх – 230, ЭлЭх – 390, Д – 390, К – 380, С – 160, Сл – 360.

Вектор признаков эритроцитов в данном исследовании включал 8 компонент: площадь клетки, эксцентриситет клетки, коэффициент выпуклости клетки, коэффициент округлости клетки, коэффициент вытянутости клетки, площадь пэллора, эксцентриситет пэллора, коэффициент распределения яркости клетки.

В ходе работы сравнивались следующие методы классификации: дерево принятия решений (Decision Tree), линейный дискриминантный анализ (LDA), k-ближайших соседей (kNN), мультиклассовый метод опорных векторов (mSVM), адаптивный бустинг (AdaBoost), случайный лес (Random Forest), линейно программируемый бустинг (LPBoost), бустинг случайных подвыборок (RUSBoost), полностью скорректированный бустинг (TotalBoost).

Исследование проводилось на 3040 изображениях отдельных эритроцитов разных классов в режиме 10-блочной кросс-валидации. Оценки доверительных интервалов для вероятностей правильной классификации тремя лучшими алгоритмами составили: случайный лес (72 – 81 %), TotalBoost (68 – 78 %), AdaBoost (68 – 77 %).

Таким образом, наилучший результат показал алгоритм – случайный лес. При этом средняя относительная частота ошибки классификации эритроцитов на 9 классов этим методом составила 22 %, а максимальная – 56 % (для стоматоцитов). Относительная частота правильной классификации эритроцитов на 2 класса (нормальные клетки и патологические) составила 94,8 % с доверительным интервалом 91 – 96 %.

Список литературы

1. Тодоров Й. Клинические лабораторные исследования в педиатрии. София: Медицина и физкультура, 1961. С. 785.
2. Самородов А.В. Автоматизированный морфологический анализ цитологических препаратов // Биомедицинская радиоэлектроника. 2009. №10. С.35-40.
3. Diaz G.M., Manzanera A. Automatic analysis of microscopic images in hematological cytology applications. // Biomedical image analysis and machine learning technologies: Applications and techniques. IGI Global, 2010. P.167-196.

УДК 615.47:616-073

**РАЗРАБОТКА БЛОКА ДИАЛИЗА В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ВКЛЮЧЕНИЯ L-АСПАРАГИНАЗЫ В ЭРИТРОЦИТЫ ЧЕЛОВЕКА**

Макагонова А.С., магистрант

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

makagonova.anna@mail.ru

Кушнир Н.С., магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана кафедра «Биомедицинская техника»

x-nekit@yandex.ru

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

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

avs@bmstu.ru

Во всем мире ведется борьба за повышение процента выживаемости пациентов с диагностированным раком. Особенно важно уберечь от подобных заболеваний детей. Поэтому развития новых методов борьбы с онкологическими заболеваниями является актуальной проблемой [1].

Для лечения онкологических заболеваний используются традиционные методы борьбы с острым лимфобластным лейкозом, которые представляют собой введение лекарственного препарата пациенту внутривенно, что оказывает токсическое воздействие на организм и иммунные реакции на вводимый препарат [2]. В частности, в стандартной схеме лечения используются терапия комбинацией указанных препаратов - преднизолон, винкристин, рубомици, L-аспарагиназа, циклофосфан, цитозар, 6-меркаптопурин, метотрексат. Указанные препараты вводятся через длительные внутривенные инъекции, обладают высокой токсичностью, дают значительные побочные эффекты [3]. Выживаемость пациентов при использовании традиционных методов лечения составляет до 75 %, проявление рецидивов наблюдается у 60 % больных, лечение в таком случае становится неэффективным. Новизна проекта будет заключаться в развитии нового медицинского направления лечения – адресной доставки лекарственного вещества, с целью снижения токсического воздействия на организм у больных острым лимфобластным лейкозом, а также использование собственных клеток больного в качестве носителей лекарственных препаратов. Новый метод позволит пролонгировать терапевтический эффект, повысить выживаемость пациентов, открыть возможность продолжения лечения при рецидивах. Выживаемость клеток после процедуры составит 60 %, это превысит на 45 % результаты любой другой процедуры введения лекарственных препаратов в клетки человека. Время проведения процедуры составит не более 2 часов.

Для осуществления процедуры диализа методом гипотонического гемолиза в рамках проекта разработан и собран макет блока диализа, на базе НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева проведены исследования по определению режимов работы системы, которые обеспечивают максимальный процент выживаемости клеток после проведения процедуры.

В ходе проделанной работы был создан функциональный макет блока гипотонического диализа, на котором была проведена большая часть лабораторных экспериментов. Исследование было направлено, главным образом, на максимизацию инкапсуляции фермента в эритроциты и улучшение воспроизводимости результатов экспериментов, в том числе опыты, направленные на увеличение качества выходящих после процедуры клеток, стерильный протокол. Были определены наилучшие режимы работы системы, при которых достигается компромисс между числом погибших клеток и активностью фермента в обработанной суспензии крови.

Список литературы

1. Кушнир Н.С., Макагонова А.С. Разработка и исследование макета биотехнической системы для автоматизированного включения L-аспарагиназы в эритроциты человека // Молодежный научно-технический вестник. 2017. № 6. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/860035.html> (дата обращения 04.04.2018).
2. Витвицкий В. М. Использование эритроцитов в качестве переносчиков противоопухолевых препаратов: дис. ... д-ра биол. наук, М., 2015. 282 с.
3. Чиссов В.И., Дарьялова С.Л. Клинические рекомендации / Онкология. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2006. 925 с.

УДК 62-137

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРИВОДА ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА, ОПТИМИЗИРОВАННОГО ПО МАССОГАБАРИТНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ В СИСТЕМАХ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

М.Р. Коденко, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинские технические системы»
marisa-96@mail.ru

Научные руководители: Г.П. Иткин, профессор, д.б.н, к.т.н.

ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России

И.А. Аполлонова, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинские технические системы»
apollonova-i@yandex.ru

Проблема помощи больным сердечно-сосудистыми заболеваниями - одна из приоритетных задач современной медицинской практики. По данным федеральной службы государственной статистики, в 2016 году от болезней скончалось 1891 тыс. человек, из них 904 тыс. – от заболеваний сердечно-сосудистой системы. Немаловажная роль в лечении таких пациентов отводится периоду ожидания трансплантации донорского органа, который может достигать нескольких лет. Именно поэтому разработка альтернативных методов механической поддержки сердца не теряет своей актуальности. Существует немало разработок в этой области. Тем не менее, в настоящее время среднее значение массы используемых моделей находится в диапазоне от 1 до 15 кг, что делает невозможным их использование вне стационара. Целью работы является разработка конструкции привода центробежного насоса, оптимизированной по массогабаритным характеристикам. Под оптимизацией в данном случае подразумевается снижение массы конструкции привода до значений, не превышающих 0.5 кг.

Анализ общей функциональной структуры БТС позволяет определить блоки, подлежащие оптимизации: привод и источник питания. Привод, в общем случае, включает в себя двигатель постоянного тока, на валу которого закреплен диск с магнитами (ротор). Вращение последнего за счет магнитной сцепки с ротором насоса приводит его в движение. Предлагается использование переменного вращающего магнитного поля (частота при 2000 об/мин составляет 264 Гц), генерируемого индуктивными элементами статора.

Разработанная конструкция представляет собой установленный в корпусе вал в опорах, на котором закреплены 2 диска ротора с магнитами. Между ними находится статор с симметрично расположенными индуктивными элементами (их число равно 16: по 8 с каждой стороны статора, направление обмотки двух соседних индуктивных элементов - встречное). Генерируемое поле, одновременно взаимодействуя с магнитами обеих частей

ротора, приводит их во вращение. За счет магнитной сцепки происходит вращение ротора центробежного насоса крови.

Сравнение разработанной конструкции (для краткости далее - РК) по массогабаритным характеристикам с аналогами (в частности, с конструкцией привода, с использованием двигателя постоянного тока Maxon EC flat) [3]:

Массогабаритные характеристики разработанной модели: масса 180 г, габариты 21мм (высота) * 41мм (диаметр). Массы привода РК оценочно в два раза меньше массы системы аналога (двигатель X привод). Кроме того, масса блока питания для РК так же может быть уменьшена, в силу того, что энергопотребление РК (составляющее по расчетам 5 Вт на 2000 об/мин) меньше чем для аналога (7 Вт на 2000 об/мин). Габариты: высотный габарит аналога оценочно в два раза превышает РК, диаметр – в полтора раза. Оценочный характер приведенных значений обусловлен отсутствием готовых конструкций привода, то есть сравнивались минимально возможные габариты, позволяющие обеспечить работу двигателя Maxon в составе привода центробежного насоса крови. Сравнение с готовыми конструкциями приводов (консольного типа, как например, Biosoft-M) не представляет особого интереса, так как масса последней превышает 1.5 кг.

Список литературы

1. Иткин Г.П. Биомеханика кровообращения. М.: МГТУ им. Баумана, 2005.
2. Кокорев, Ю.А. Расчет электромеханического привода. М., 1995.
3. Maxon EC flat 251601 1636306 технические характеристики. Maxon motor.

УДК 615.4

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ МЯГКИМ ЭКЗОСКЕЛЕТОМ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АТРОФИРОВАННЫХ МЫШЦ

А.В. Дмитриев, бакалавр

МГТУ им. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

dmitrievval@gmail.com

Научный руководитель: Косоруков А.Е., ассистент

МГТУ им. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

Длительное нахождение человека в условиях микрогравитации приводит к серьезному ущербу его здоровью. В первую очередь страдает опорно-двигательный аппарат.

Одной из самых серьезных проблем опорно-двигательного аппарата, вызванных условиями микрогравитации, является удлинение позвоночника. Иногда удлинение достигает 7 сантиметров. Это приводит к тяжелейшим последствиям для здоровья космонавта, включая инвалидность. [1]

Для решения данной проблемы используются нагрузочные костюмы, состоящие из тяжелей, не дающих организму неконтролируемо расти в условиях невесомости и накладывающих нагрузку на некоторые движения, совершаемые космонавтом, что уменьшает эффект мышечной атрофии. [2]

Мышечная атрофия вторая по тяжести проблема опорно-двигательного аппарата, вызванная условиями микрогравитации. Для ее решения существует различные комплексы упражнений, которые препятствуют потере мышечного тонуса космонавта. Однако, время пребывания человека на орбите очень дорого, и в качестве альтернативы была предложена электромиостимуляция [3]. Ее использование заметно сокращало время, затрачиваемое космонавтом на тренировки, но создавало новую проблему – атрофию двигательных нервов, так как сигнал на сокращение мышца получала извне, а не из организма.

Для решения данной проблемы предлагается разрабатываемое устройство – мягкий экзоскелет для восстановления атрофированных мышц. В нем для профилактически-реабилитационных целей так же используется электромиостимуляция, но, в отличие от обычного стимулятора, воздействие контролируется не только выбранным режимом работы устройства, но и движением космонавта. Такой метод работы является более оптимальным с точки зрения физиологии, что улучшает восстановительный эффект, а также уменьшает вероятность возникновения атрофии двигательных нервов.

Мышцы стимулируются в соответствии с движениями космонавта, которые определяются тензодатчиками, закрепленными на тяжах костюма для регистрации растяжения тяжей. Растяжение этих тяжей свидетельствует о совершении того или иного движения. Информация с датчиков поступает на микроконтроллер, и, в зависимости от выбранного режима работы, производится стимуляция задействованных в движении мышц.

Разрабатываемый модуль состоит из:

-Блока измерения, определяющего степень растяжения тяжа,
-Микроконтроллера, который получает цифровой сигнал от блока измерения, и в зависимости от выбранного космонавтом режима работы и степени растяжения тяжа, и управляет стимуляционной системой

-Стимуляционной системы, которая оказывает воздействие на мышцы космонавта

Данная система позволяет регулировать интенсивность электростимуляции в зависимости от интенсивности совершаемых движений.

Применение данной системы не ограничивается космической отраслью. Она может быть использована в реабилитации больных ДЦП, параличами, пациентов, переживших инсульт, травмы позвоночника и так далее.

Список использованной литературы

1. Коряк Ю.А. Влияние продолжительного космического полета на изокинетический концентрический и эксцентрический суставной момент разных мышц и концентрическую работоспособность мышц-разгибателей бедра // Биологические науки. 2015. № 10. С. 624-687.
2. Kozlovskaya, I.B. Erratum to: New approaches to countermeasures of the negative effects of micro-gravity in long-term space flights / I.B. Kozlovskaya [et al.] // Acta Astronautica. 2007. V.60. № 8-9. P. 783-789.
3. Bajd T. Use of functional electrical stimulation in the rehabilitation of patients with incomplete spinal cord injuries / T. Bajd [et.al.] // Journal of Biomedical Engineering. 1989. № 2. P. 96-102.

УДК 621.372.863

СВЧ-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ

А.В. Горелова, бакалавр

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

anastacia.gorelova@mail.ru

Научный руководитель: Г.Н. Змиевской, к.ф.-м.н., доцент

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

zmievskoy@mail.ru

В настоящее время СВЧ-энергетика активно внедряется в жизнь. Помимо самого нагрева процесс дополняется иными важными характеристиками. Так при лечении обморожений [1] с использованием СВЧ-поля возможно восстановление обмороженных тканей, что невозможно обычными методами. При создании СВЧ-энергетических

устройств разработчики сталкиваются с принципиальной проблемой: каким образом набрать необходимую мощность. Существуют два пути: либо создавать мощный генератор, либо набирать мощность путем суммирования менее мощных источников СВЧ-энергии. Источники СВЧ-энергии с мощностью выше 1 кВт требуют жидкостного охлаждения, что значительно усложняет конструкцию, магнитную систему уже невозможно сделать пакетированную на базе постоянных магнитов, а требуется включать громоздкие соленоиды. Таким образом, создание конструктивно простых СВЧ-генераторов собой актуальную задачу. Следующей важной задачей является разработка самого выхода СВЧ-энергии. Решением данной задачи является создание выхода СВЧ-генератора на базе стандартного прямоугольного волновода, в котором распространяется основной тип волны H_{10} . В числе прочих преимуществ, это позволит использовать имеющийся научно-технический задел по разработке волноводных трактов, поскольку известно как можно суммировать, ослаблять, измерять и т.д. СВЧ-волну моды H_{10} в прямоугольном волноводе. Тем не менее здесь следует отметить, что не смотря на почти восьмидесятилетний период развития СВЧ-электроники, элементная база на высокий уровень мощности до сих не разработана, за исключением аттенюатора и согласованной нагрузки [2]. В результате проведенных исследований было обоснована целесообразность использования для частоты 2450 МГц в качестве волновода стандартной прямоугольной стальной трубы сечением 90x45 мм. [3]. Сама схема СВЧ-модуля достаточно простая: входная группа на стандартное однофазное питание 220 В, 50 Гц и сетевым фильтром, стандартный высоковольтный трансформатор (в опытном образце JMOT-N90AO-86T) с высоковольтным анодным и низким катодным напряжениями, высоковольтный конденсатор (в опытном образце 2100VAC 0.82 μ F) и магнетрон (в опытном образце 2M218H). Основная проблема возникла с разработкой адаптера – устройства, с посадочным гнездом под магнетрон и выходом на прямоугольный волновод сечением 90x45 мм. Известно, что адаптер может быть создан на базе короткозамкнутого прямоугольного волновода. Поскольку излучающая часть магнетрона представляет собой несимметричный вибратор, то расстояние от центра посадочного места магнетрона на широкой стенке волновода до короткозамкнутой стенки волновода должно быть равной четверти длины волны. Однако, сама конструкция вывода магнетрона имеет свои собственные реактивности, что меняет электрические длины. С этой целью был изготовлен адаптер, в прямоугольный волновод которого был вставлен плунжер, позволяющий менять расстояние от короткозамкнутой стенки по оси гнезда посадки магнетрона. В результате было установлено, что для магнетрона 2M218H на трубе сечением 90x45 короткозамкнутая стенка должна быть установлена на расстоянии 20 мм от оси гнезда посадки магнетрона. Технические характеристики модуля получились следующие: потребляемая мощность - 1200 Вт, 220 В, 50 Гц, выходная СВЧ-мощность – 800 Вт, 2450 МГц.

Список литературы

1. Горелова А.В. Отогрев частично замороженной биоткани с помощью СВЧ-энергии // Богатство России. Всероссийский форум научной молодежи. Сборник докладов. 4-6 декабря 2017. С. 16-18
 2. Горелова А.В. Особенности построения СВЧ-установки медицинского назначения // Богатство России. Всероссийский форум научной молодежи. Сборник докладов. 4-6 декабря 2017. С. 18-20
 3. Горелова А.В. Возможность и преимущества построения высокочастотной части СВЧ-энергетических установок на базе стальных волноводов // Политехнический молодежный журнал. 2017. № 3.
-

УДК 57.087

**РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА МИКРОСКОПИИ
НА ОСНОВЕ ВНЕШНЕГО КОМПЛЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ**

Г.А. Колокольников, бакалавр

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

geokolok5@gmail.com

Н.Э. Норкин, бакалавр

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

nikel96@mail.ru

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

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

avs@bmstu.ru

Разрабатываемый АПКМ на основе ВКА используется для микроскопического анализа гистологических препаратов. Актуальность определяется данными Всемирной Организации Здравоохранения [1]: злокачественные новообразования являются второй причиной смертности в мире, а распространенной проблемой является недоступность диагностики.

Вследствие высокой стоимости СЦМ остается большое количество лабораторий, не способных обеспечить подобное дорогостоящее оборудование. Решением этой проблемы является использование ВКА [2], который монтируется на предметный столик штатного лабораторного микроскопа.

Биотехническая система АПКМ на основе ВКА включает: биологический объект – гистологический препарат пациента; оптический микроскоп; устройство автоматизации перемещений (УАП); устройство автоматизации фокусировки (УАФ); цифровую камеру; блок управления ВКА; блок обработки и отображения данных; врача; техника. Представленный АПКМ реализует режимы работы: автоматизированное сканирование препарата; удаленное управление; режим работы с виртуальным слайдом; режим калибровки.

ВКА включает: УАП столика (корпус, привод, два шаговых двигателя, два драйвера); УАФ (шаговый двигатель, драйвер); блок управления (одноплатный компьютер); интерфейсный блок выбора режима работы (сенсорный дисплей); источник питания. Конструкция УАП содержит червячные колеса, зафиксированные с помощью зажимов на коаксиальных ручках столика. В зацепление вводится червяк, установленный на валу. С одной стороны, вал установлен в радиально-упорном шарикоподшипнике. С другой – связан с выходным валом шагового двигателя соединительной муфтой. Устройство крепится на микроскопе с помощью рамы, охватывающей столик. УАФ представлено шаговым двигателем, корпус которого жестко закреплен с ручкой грубой регулировки фокуса, а вал – с ручкой точной регулировки.

Для управления ВКА написано ПО на языке Python, которое решает задачу создания виртуальных слайдов методом плиточного сканирования фрагментов. ПО реализовано в виде модулей, выполняющих соответствующий функционал: автофокусировка; сканирования образца; интерфейса пользователя. Благодаря внедрению одноплатного компьютера в АПКМ реализуется технология Интернета вещей (IoT) в медицине. При таком подходе сканирование образцов производится в удаленных лабораториях, а их анализ – централизованно в главной клиничко-диагностической лаборатории.

В работе [3] был проведен расчет издержек на производство АПКМ на основе ВКА и определена цена производителя на одно изделие. Сравнение с аналогами показало, что

при наличии у потребителя штатного микроскопа, ВКА является выгодной альтернативой другим СЦМ.

Таким образом, предложенный проект АПКМ на основе ВКА является экономически доступной альтернативой импортным СЦМ и поддерживает телемедицинские технологии за счет внедрения IoT. Все вышеперечисленное повышает эффективность, качество и доступность диагностики для пациентов.

Список литературы

1. Информационный бюллетень. Рак ВОЗ. Режим доступа: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs297/ru/> (дата обращения 05.04.2018).
2. Самородов А.В., Косоруков А.Е., Самородова О.А., Добролюбова Д.А., Войнова Н.А. Автоматизация оптического микроскопа с использованием штатного предметного стола // Инженерный вестник. 2016. №5. С.508-515. Режим доступа: <http://engsi.ru/doc/842850.html> (дата обращения 05.04.2018).
3. Колокольников Г.А. Оценка целесообразности разработки и постановки на производство автоматизированного комплекса микроскопии на основе внешнего комплекта автоматизации // Колокольников Г.А., Норкин Н.Э., Сажин Ю.Б // VII Всероссийская научная конференция по организации производства: сб. трудов. 2018. № 5. С. 156-169.

СЕКЦИЯ «МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ»

УДК 57.087

РАЗРАБОТКА БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАЗРЕЗАНИЯ, КОАГУЛЯЦИИ И ВЫПАРИВАНИЯ ТКАНЕЙ PLASMAJET-M

А.А. Рунова, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Медико-технический менеджмент»

runova-nastya@mail.ru

К.А. Казьмин, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Медико-технический менеджмент»

kazmink@mail.ru

А.Д. Котляр-Шапилов, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Медико-технический менеджмент»

kotlyar.shapirov@gmail.com

Подходя к вопросу выбора источника питания, важно учитывать ряд требований, выдвигаемых по отношению к данному элементу системы. Оптимальным с точки зрения подбора необходимых показателей напряжения и емкости является Li-Pol (литий-полимерный) аккумулятор, обладающий следующими преимуществами [1]:

- высокая плотность накапливаемой энергии и разрядных токов;
 - низкий саморазряд — менее 5% в месяц, ~20% за 2 года;
 - незначительный перепад напряжения при разряде;
 - возможность получать очень гибкие формы при толщине элементов от 1мм;
 - широкий диапазон рабочих температур – от -20 до + 60°C;
 - максимальная на сегодняшний день – по сравнению с Li-Ion технологией – удельная емкость (Вт·ч/кг)
 - возможность создания Li-Pol аккумуляторов различных форм и размеров;
 - легкий вес благодаря использованию электролита в виде геля [3];
-

Типовая емкость данного источника питания варьируется в диапазоне от 500 до 3000 мАч. Среди бюджетных моделей известных брендов, отвечающих минимальным требованиям, доступна перезаряжаемая литий-полимерная аккумуляторная батарея ЕЕМВ #LP804765 емкостью 2500 мАч. Она обладает следующими параметрами, необходимыми при расчете других элементов схемы:

- Выходное номинальное напряжение = 3,7 В;
- Номинальная емкость: 2500 мА·ч или 9,25 Вт·ч;
- Ток зарядки — 2А (0 ~ +40°С);
- Размеры: толщина – 8 мм, ширина – 47 мм, высота – 65 мм;
- Вес — 50 г + зарядное устройство [2].

Таким образом, среди существующих на рынке моделей аккумуляторных батарей было отдано предпочтение литий-полимерным аккумуляторам, чья технология позволяет получить существенный выигрыш в весе и номинальной емкости. Стабильность работы в широком диапазоне температур и возможность создания различных форм и размеров также является преимуществом при создании источника питания для существующего аппаратно-программного комплекса, используемого в том числе в полевых условиях. В процессе поиска соответствующей аккумуляторной батареи была решена поставленная перед исследователем задача нахождения готовых комплектующих, отвечающих заданным требованиям БТС.

Список литературы

1. Портативные аккумуляторные электростанции. Режим доступа: [Http://radio-technika.ru/o-produkcii/portativnye-akkumulyatornye-elektrostantsii-na-osnove-lifepo4-akb/](http://radio-technika.ru/o-produkcii/portativnye-akkumulyatornye-elektrostantsii-na-osnove-lifepo4-akb/)
2. Литий-ионные и литий-полимерные аккумуляторы. Режим доступа: <http://www.ixbt.com/mobile/review/lipol.shtml>
3. Литий-ионный аккумулятор – Википедия. Переиздание.

УДК 616.76

РАЗРАБОТКА МЕТОДА КОНТРОЛЯ ОБЪЁМА ВВОДИМОГО ПРЕПАРАТА ПРИ ИНФУЗИОННОЙ ТЕРАПИИ

Николаенко А.О., магистрант

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

aesgt@yandex.ru

Аналоги датчиков [1] капель инфузионных систем имели возможность работать с воздушным пространством колбы и отслеживали каплю в движении. Исходя из наших исследований, считаем, что целесообразно отследить наличие капель на границе двух сред воздух/раствор и регистрировать возникающие колебания на поверхности жидкости.

Целью работы стала разработка устройства контроля объема вливания препаратов при использовании волнометрических инфузионных насосов для обеспечения безопасности инфузионной терапии. Для испытаний был разработан алгоритм, фильтрующий получаемые данные и, после обработки данных, передающий управляющий сигнал.

Устройство состоит из датчика, блока обработки информации и блока передачи сигнала. Цифровой датчик вибраций на базе модуля SW-420 (нормально замкнутый) работает на размыкание цепи от малейших колебаний. Проводным интерфейсом датчик соединен с блоком обработки информации, в котором происходит фильтрация, анализ данных и выдача управляющего сигнала на передающий модуль. По проводному каналу модуль передает сигнал на инфузионный насос, который в свою очередь корректирует параметры инфузии согласно принимаемым данным [3].

Кроме этого, разработанный комплекс позволит обеспечить высокий уровень безопасности пациента при инфузионной терапии, дистанционно уведомляя медперсонал о нарушении установленного режима инфузии. Предлагаемая система достаточно проста в использовании, так как врач сможет самостоятельно устранить возникшую проблему и в нужный момент привести систему в исходное рабочее состояние. В дальнейшем планируется увеличить чувствительность датчика регистрации капель и тем самым, существенно повысить уровень безопасности пациента, который проходит процедуру инфузионной терапии на высоких скоростях вливания препаратов.

Для анализа данных, получаемых с датчика, был разработан алгоритм обработки сигнала. Если система зафиксировала недостаток препарата (10%) или же наоборот его переизбыток (15%), система останавливает свою работу, то есть прекращается подача вещества.

В ходе работы была разработана блок АПК, способный с необходимой точностью регистрировать объем вливаемого препарата. С его помощью успешно производится регистрация на разных скоростях инфузии. Нарушение заданного алгоритма поступления препарата пациенту определяется по изменению объема вливания.

Таким образом, разработанный АПК, обеспечивает безопасность пациента и отслеживает поступление препарата в зависимости от объема и скорости инфузии. Разработанный комплекс предполагает использование в палатах интенсивной терапии, реабилитации, а также при анестезиологии и на сложных и долгих операциях, где необходимо четко контролировать состояние пациента.

Список литературы

1. В. Braun. Instructions for use infusomatfmS. Available at: http://www.frankshospitalworkshop.com/equipment/documents/infusion_pumps/user_manual/s/B.Braun%20Infusomat%20fmS%20-%20User%20manual.pdf, accessed 24.02.2017.
2. Bruce McCormick. Control leaf of WHO - safety of surgical intervention // Update in Anaesthesia. 2009. Vol. 14. P. 5-6.
3. Аспекты патогенеза венозных трофических язв и пути коррекции иммунологических нарушений / И.М. Васильев, А.В. Муранова, Е.С. Смирнова, Л.И. Богданец, В.И. Синопальников // Клиническая медицина. 2016. Т. 94. № 11. С. 820-826.

УДК 616.76

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФ ДЛИТЕЛЬНОГО МОНИТОРИНГА СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Д.И. Вилкова, магистрант

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

dariakandyba@yandex.ru

По статистике Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) заболевания сердечно-сосудистой системы (ССЗ) являются основной причиной смертности населения [1]. Целью проведенной работы стало создание теоретического прототипа ЭКГ-регистратора длительного мониторинга, определение основных требований к прибору и его основным характеристикам, разработка схемы БТС, структурной схемы, общего вида ЭКГ-регистратора длительного мониторинга, его электрической принципиальной схемы. Новые портативные амбулаторные устройства длительной регистрации ЭКГ-сигнала обладают рядом некоторых преимуществ по сравнению с холтеровским мониторингом. Во-первых, они компактны и имеют небольшие размеры. Во-вторых, у них отсутствуют многочисленные провода и кожные электроды, которые зачастую затрудняют движения пациента и ограничивают его физическую активность. В-третьих, часто современные ЭКГ-регистраторы водонепроницаемы, что позволяет не удалять устройство при контакте

с водой. В-четвертых, в приборах нового поколения возможна передача данных по Bluetooth на смартфон или ПК, и в далее врачу посредством информационно-телекоммуникационной сети Интернет [2].

Предложенная биотехническая система длительного мониторинга ЭКГ-сигнала позволит проводить качественную диагностику многих нарушений сердечного ритма. Схема биотехнической системы регистратора длительного мониторинга ЭКГ-сигнала включает в себя следующие функциональные блоки и элементы:

- а) Биообъект (БО);
- б) Electroды;
- в) АПК регистрации ЭКГ-сигнала, который состоит из: блока аналоговой обработки входного сигнала, блока цифровой обработки входного сигнала; блока управления, блока передачи данных;
- г) ПК или смартфон, которое имеет необходимое ПО;
- д) Блок отражения информации;
- е) Лечащий врач.

ЭКГ-регистратор состоит из основания и жесткого корпуса, плотно соединенных между собой. Также в состав устройства включена легко заменяемая оболочка толщиной 1.5-2 мм, обладающая пластичной массой, которая способна размягчаться при температуре тела и обеспечивает хорошую фиксацию. На устройстве предусмотрены светодиоды, способные сигнализировать о низком заряде батареи. Возможно, также использовать Electroды, верхний слой которых был бы покрыт серебром или хлоридом серебра, а на стороне приема сигнала имелся слой хлорида серебра. Далее зарегистрированный сигнал поступает на биоусилитель, состоящий из ослабляющего синфазную составляющую инструментального усилителя, убирающего дрейф изолинии фильтра верхних частот, и фильтра нижних частот, представляющий собой антиалайзинговый фильтр. Отмасштабированный с помощью усилителя сигнал подается на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП), интегрированного в микроконтроллер. В ходе проведенной работы были разработаны схема биотехнической системы ЭКГ-регистратора длительного мониторинга, его структурная схема, выбрана предполагаемая конструкция прибора и его электрическая принципиальная схема, также подобрана элементная база устройства.

Список литературы

1. Здравоохранение в России 2015. Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2015/zdrav15.pdf (дата обращения 15.12.17).
2. Solomon M.D., Yang J., Sung S.H. (Eds.). Incidence and timing of potentially high-risk arrhythmias detected through long term continuous ambulatory electrocardiographic monitoring // BMC Cardiovascular Disorders. 2016. (DOI 10.1186/s12872-016-0210-x)

УДК 616.76

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УДАЛЁННОГО МОНИТОРИНГА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТУДЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМ ОБСТРУКТИВНЫМ ЗАБОЛЕВАНИЕМ ЛЁГКИХ

А.А. Калюжная, магистрант

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

kaluyzhnaya@rambler.ru

Я.В. Куканов, магистрант

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

kukanov.yakov@gmail.com

Во всём мире число пациентов, использующих системы для удалённого мониторинга хронических заболеваний, насчитывается несколько миллионов человек [2]. При этом на сегодняшний день не имеется общепризнанных методов и способов для объективной оценки явных симптомов хронического обструктивного заболевания лёгких (ХОБЛ) и бронхиальной астмы (БА), а также методов для инструментального контроля физиологического состояния дыхательной системы человека, которые были бы адаптированы к удалённому мониторингу [3]. В результате сложившейся ситуации, развитие патологии ХОБЛ имеет неравномерную динамику, в связи с этим ухудшается состояние больного с последующими осложнениями, а именно, состояние сердечно-сосудистой системы пациента, что может сказаться на продолжительности жизни. Таким образом, возникает потребность постоянного мониторинга пациентов с этим заболеванием.

Разрабатываемая система должна удовлетворять следующим основным требованиям: реализация основного принципа на основе индивидуального подхода к пациенту в системе здравоохранения; постоянный сбор физиологических данных пациента; обеспечить автоматизированные исследования и обработка результатов, поступающих от конкретного пациента с дальнейшей возможностью интерпретации результатов лечащим врачом; медицинское и информационное сопровождение пациентов в случае изменения состояния его здоровья; обеспечение защиты персональных данных пациента от неразрешённого доступа.

Для эффективного обеспечения всех перечисленных параметров была разработана функциональная модель пространственно-распределённого процесса для удалённого мониторинга. В данном комплексе пациент регистрирует личные медико-биологические данные (МБД). Далее, на основании полученных МБД производится расчёт количественных значений диагностических показателей (ДП), это те параметры, которые необходимо применить для оценки текущего физического состояния конкретного пациента. На следующем этапе происходит сопоставление значений полученных показателей с индивидуальными нормами (ИН) определённого пациента. Сведения о том, не выходят ли данные значения за определённый предел персональной варибельности, немедленно передаётся координатору медучреждения. Медицинский работник немедленно связывается с этим пациентом для уточнения его состояния больного, затем на основании полученных сведений предоставляет необходимую информационную поддержку (ИП). В ряде таких случаев медицинский персонал обеспечивает формирование лечебного воздействия (ЛВ), но, это только в соответствии с заблаговременно подготовленными предписаниями врача. Но, при возникновении внезапных затруднений медсестра обязана связаться с лечащим врачом данного пациента, который в случае определённой потребности самостоятельно окажет данному пациенту всю необходимую поддержку и лечебное воздействие.

При подобном распределении функциональных обязанностей медперсонал выступает в роли «посредника», это обеспечивает стабильную работу системы для

удалённого мониторинга пациента при увеличении количества пациентов, которые участвуют в программе, и это становится актуально при процедуре сокращения штата врачей-специалистов.

Таким образом, координатор и врач формируют контур управления данной системой. Также необходимо предусмотреть функцию для автоматизированной выработки неотложного лечебного эффекта и помощи, которая предназначена для формирования автономного контура управления системой в случае, если произошло нарушение работы каналов передачи информации.

В отличие от существующих систем мониторинга (в том числе внутрибольничных), разрабатываемая система мониторинга обеспечивает пространственно-распределенную реализацию этапов регистрации, обработки МБД, формирование информационной поддержки и оказание персонифицированного лечебного воздействия в условиях активной жизнедеятельности студента вне лечебного учреждения, локальный контур управления, реализующий автономность работы системы в случае нарушения связи между студентом и медицинским персоналом.

Список литературы

1. Авдеев С.Н. Ведение больных хронической обструктивной болезнью лёгких с острой дыхательной недостаточностью. С. Н. Авдеев, 2013. С. 132-135.
2. Контроль над бронхиальной астмой в России: результаты многоцентрового наблюдательного исследования НИКА / В.В. Архипов, Е.В. Григорьева, Е.В. Гавришина // Пульмонология. 2011. № 6. С. 87–93.
3. Технология и система удалённого мониторинга состояния здоровья пациентов с хронической обструктивной болезнью лёгких / А.Ю. Глазова, Ю.Г. Бибичева, З.М. Юлдашев и др. // Биомедицинская радиоэлектроника. 2013. № 11. С. 22–27.

УДК 599.722

КАПНОГРАФИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ

А.С. Немцова, магистрант

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

a.s.nemtsova@gmail.com

По данным статистики ВОЗ за 2015 год болезни органов дыхания входят в число 10 основных причин смертности в мире. Данный метод, основанный на оценке уровня углекислого газа в выдыхаемом человеком воздухе, может быть полезен для выявления ранних нарушений респираторной функции легких, особенно в случаях отсутствия изменений показателей при стандартных методах диагностики спирометрии, при которой трудно выявить обструкцию мелких бронхов и локальные нарушения бронхиальной проходимости.

Модуль оценки углекислого газа на сегодняшний день идет в составе больших мониторинговых систем для функциональной диагностики, в то время как применение таких систем не всегда целесообразно, так как особенную опасность представляют самые распространенные заболевания острыми инфекциями верхних дыхательных путей (Хроническая обструкция болезни легких и бронхиальная астма) на ранней стадии развития болезни. Отсутствие симптомов на протяжении довольно длительного периода не дает возможность своевременно следить за развитием болезни и начинать терапию на этапах, которые имеют обратимый компонент патологии и не перешедших в стадию системных проявлений. Таким образом, разработка таких приборов является актуальной задачей биомедицинского инженерного направления.

Целью работы стала разработка модуля капнографии для обнаружения патологических уровней концентраций углекислого газа в выдыхаемом воздухе на ранних стадиях развития ХОБЛ, БА и возможность подключения модуля к различным диагностическим системам для получения врачом параметров функциональной диагностики. В работе была представлена разработка медико-технических требований, разработка схемы БТС, обоснование выбранной конструкции, разработка структурной схемы системы, разработка электрической принципиальной схемы, подбор соответствующей элементной базы, разработка вида общего для проектируемого прибора, а также, разработка алгоритма фильтрации и последующей обработки сигналов капнограммы.

Прибор состоит из двух частей. Датчик углекислого газа на основе недисперсионного оптического анализа соединен с кабелем блока капнографа. Сигнал передается по интерфейсу UART в микроконтроллер. Подключение к внешним устройствам для вывода данных и постобработки сигналов происходит посредством интерфейса USB.

Разработанный модуль диагностирует концентрацию углекислого газа в выдыхаемом воздухе, а также производит расчет частоты дыхания, амплитуды сигнала и средней длительности вдохов и выдохов пациента, что дает информацию врачу о возможных патологиях. Разработанный прибор позволяет расширить набор выходных параметров при этом, не увеличивая его сложность конструкции. Разработанное изделие может применяться как при мониторинге состояния пациента при ИВЛ, анестезиях, во время операций, в кабинетах реанимации, в бодиплетизмографах, так и самостоятельно для определения ранних симптомов нарушения дыхательной деятельности, а также при выраженных патологиях, таких как бронхиальная астма, обструкция, апноэ и прочие заболевания дыхательной системы.

Список литературы

1. Глобальная стратегия диагностики, лечения и профилактики ХОБЛ. Пересмотр 2014. М.: атмосфера, 2015.
2. Шурыгин И.А. Мониторинг дыхания: пульсоксиметрия, капнография, оксиметрия. СПб.: Невский Диалект; М.: Издательство БИНОМ, 2000. 301 с.
4. Филиппович Г.В. Эволюция в технологиях капнометрии. Микроструйная капнометрия (microstreamtechnology). Режим доступа. Режим доступа: http://okontur.narod.ru/art/monitor_2/monitor2.html (дата обращения 12.02.2017).

УДК 340.6; 681.327

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО – АЛГОРИТМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ БЛИЗНЕЦОВ ПО ПАПИЛЛЯРНЫМ УЗОРАМ ПАЛЬЦЕВ РУК

А.Г. Савченко, магистрант

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

aleksandr.savchenko.95@bk.ru

Актуальность развития биометрических технологий идентификации личности обусловлена увеличением числа объектов и потоков информации, которые необходимо защищать от несанкционированного доступа, а именно: криминалистика; системы контроля доступа; системы идентификации личности; системы электронной коммерции; информационная безопасность (доступ в сеть, вход на ПК); различные социальные проекты, где требуется идентификация людей; проекты гражданской идентификации (пересечение государственных границ, выдача виз на посещение страны) и т.д. В связи с

этим в данной работе рассматривается создание алгоритма, который позволит беспрепятственно идентифицировать человека по папиллярным узорам пальцев рук.

Предлагаемая работа включает ряд процедур: снятие отпечатков пальцев для создания дактилоскопических карт у десяти пар близнецов (пяти пар однояйцевых (гомозиготных) и пяти пар разнойцевых (гетерозиготных)), описание некоторых методов биометрической идентификации личности, разработку программно-алгоритмического комплекса для идентификации однояйцевых и разнойцевых близнецов.

Для разработки программного комплекса было решено использовать среду программирования VisualStudio на базе платформы .Net [1]. Наиболее популярным универсальным интегрированным средством разработки программ является продукт корпорации Microsoft – VisualStudio, который является наиболее распространенной средой разработки .NET-приложений. VisualStudio предоставляет не только все необходимые удобства для работы с программами, но и помогает правильно организовать их. Она оказывается более эффективной при работе над крупными проектами, хотя может быть использована и для разработки небольших программ.

Язык C# имеет особую связь со средой выполнения .NETFramework [2]. Наличие такой взаимосвязи объясняется двумя причинами. Во-первых, C# первоначально предназначался для создания кода, который должен выполняться в среде .NETFramework. И, во-вторых, используемые в C# библиотеки определены в среде .NETFramework.

Назначение .NET Framework – служить средой для поддержки разработки и выполнения сильно распределенных компонентных приложений. Она обеспечивает совместное использование разных языков программирования, а также безопасность и переносимость программ [1-3].

Объектом исследования в данной области является полученное со сканера изображение отпечатка пальца, которое представляет собой папиллярный узор на поверхности пальцев. Следует отметить, что качество получаемого со сканера изображения папиллярного узора пальца является одним из основных критериев, от которого зависит избираемый алгоритм формирования свертки отпечатка пальца и в конечном итоге идентификации человека. Был выбран алгоритм - сравнение по особым точкам. Это наиболее целесообразный подход к распознаванию отпечатка пальца, поскольку он довольно прост в реализации и показывает достаточно высокое быстродействие и точность. Преимущества алгоритма позволяют: классифицировать отпечаток пальца не по одному, а по двум признакам (размерность матрицы и вес графа), повышая ее точность; варьировать количество классов по каждому признаку и задавать диапазон изменения величин внутри класса.

Список литературы

1. Либерти Д. С++ за 21 день. Издательство SAMS, 2007. 819 с.
2. Павловская Т.А. С/С++ программирование на языке высокого уровня. СПб: Питер, 2007. 460 с.
3. Павловская Т.А., Щупак Ю.А. С/С++ объектно- ориентированное программирование. Практикум. СПб: Питер, 2006. 264 с.

УДК 14.02.03

МЕДИКО-СОЦИАЛЬНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОГО СКРИНИНГА ПАЦИЕНТОВ

М.Э. Власов, магистрант

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

mvlasov@bmstu.ru

М.В. Дембовский, бакалавр
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Биомедицинские системы и технологии»,
maxdembovsky@mail.ru

Несмотря на активную популяризацию телемедицинских проектов в последнее время, в доступной литературе практически отсутствуют работы, посвященные всестороннему анализу круга вопросов, сопутствующих внедрению телемедицинских технологий в практическое здравоохранение [1]. Ввиду этого при разработке аппаратно-программного комплекса, являющегося ключевым элементом телемедицинских сетей любого масштаба и предназначенного для оптимизации процессов массового скрининга пациентов, было проведено комплексное исследование, включающее рассмотрение ряда актуальных в настоящее время проблем – тенденции развития рынка телемедицины в России, возможности современных средств удалённой диагностики здоровья, психологические аспекты внедрения телемедицинских технологий, информированность и доверие пациентов к процессу получения медицинской услуги с помощью телемедицинских технологий.

Для исследования вышеуказанных проблем было проведено анкетирование потенциальных пользователей проектируемого аппаратно-программного комплекса для телемедицинского скрининга (АПК ТМС) – медицинских работников и пациентов. Количество вопросов в анкетах – 25. Объем выборки респондентов – 700 человек. Опрос потенциальных пациентов АПК ТМС показал, что компьютерно-грамотная опрашиваемая аудитория разных возрастов и социальной принадлежности однозначно считает возможным использовать АПК ТМС в повседневной жизни (54%), а 38 % не исключает такой возможности. Их привлекают доступная оперативная диагностика (50%), быстрое получение результатов на руки (48%), быстрый доврачебный осмотр (47%), возможность самоконтроля здоровья (44%). Основные условия для использования АПК ТМС – интуитивно понятное взаимодействие с устройствами диагностики (61%) и расположение АПК ТМС в шаговой доступности (52%). Наиболее интересна для респондентов возможность измерения артериального давления (несмотря на имеющиеся у большинства домашние тонометры) с одновременным получением онлайн консультации врача (62%). Потенциальные пользователи (пациенты) готовы пользоваться услугами телемедицины, причем 70% респондентов указывают на то, что им более комфортно общаться с врачами, используя технологии телемедицины, вместо личного очного посещения, а 30% опрошенных пользователей уже используют компьютеры или мобильные устройства для измерений показателей здоровья с целью диагностики. Опрос потенциальных пользователей АПК ТМС, работающих в системе здравоохранения показал, что основное преимущество телемедицины состоит в возможности предоставления круглосуточных дистанционных медицинских консультаций для пациентов (79%), а также с расширением зоны предоставления медицинских услуг (35%).

Проведенное исследование позволило определить ряд организационно-управленческих и технических аспектов внедрения и использования телемедицинских технологий, которые были учтены при разработке АПК ТМС. АПК ТМС, предназначенный для измерения медицинских показателей пациента с возможностью проведения онлайн видеоконференции с врачом-консультантом, является ключевым элементом телемедицинской сети любого масштаба и может быть использован в качестве платформы для интеграции будущих разработок в области дистанционной оценки жизненно важных показателей здоровья человека.

Список литературы

1. Левин Д.К., Никаноров А. Телемедицина: новое направление в улучшении доступа качества и экономической эффективности здравоохранения // Эндovasкулярная хирургия. 2017. № 2. С. 93-99.
-

УДК 616.76

РАЗРАБОТКА ФОТОУЛЬТРАЗВУКОВОЙ БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РАНЕВОЙ ИНФЕКЦИИ

Я.Ю. Тимошина, магистрант

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

ipaynomind@mail.ru

В настоящее время существует множество различных методов обработки, но ни один из них не удовлетворяет в полной мере современным медицинским требованиям.

Суть комбинированного фотоультразвукового (ФУЗ) метода обработки на основе фототерапии (ФТ) и ультразвука (УЗ) заключается в следующем. В раневую область доставляется раствор лекарственного препарата (возможен антибиотик, фотосенсибилизатор и т.п.) при одновременном воздействии УЗ. Благодаря этому происходит очищение раневой поверхности от гнойно-некротических наслоений, а также импрегнация лекарственного препарата в патологические структуры. Воздействие УЗ при одновременном облучении источником оптического излучения, существенно увеличивает терапевтический эффект за счёт перемешивания среды, подверженной сочетанному воздействию. На последующем этапе производится аспирация отработанного раствора, при этом источник ОИ может оставаться включённым в целях достижения, в итоге, максимальной бактерицидности [1-2].

Достоинства фотоультразвуковой обработки:

- селективность воздействия, направленная на уничтожение патогенов;
- отсутствие фоторезистентности, т.е. развития эффекта привыкания и как следствие невосприимчивости бактерий к ФС;
- последующее антибиотическое поражение бактерий в случае отсутствия ФД эффекта;
- очистка раневой поверхности от гнойно-некротических наслоений;
- дополнительные бактерицидные эффекты вследствие кавитации и контакта волновода с бактериями;
- стимуляция физиологических процессов заживления раневой области вследствие обоих воздействий [3].

Аппарат фотоультразвуковой БТС представляет собой металлическую тарелку, закреплённую кожухом. По центру находится отверстие, в которое устанавливается ультразвуковой волновод и закрепляется с помощью гайки. В качестве УЗ источника используется модуль на основе аппарата отечественного производства УРСК-7Н-22, его акустический узел выполнен на основе магнитострикционного преобразователя, а основными техническими характеристиками являются рабочая частота 26,5 кГц и амплитуда УЗ колебаний 40 ± 20 мкм. Исходно светодиоды соединяются последовательно цепью, а суммарная потребляемая источниками мощность в цепи напряжений должна соответствовать ближайшему стандартному для адаптеров выходному напряжению (6, 7, 9, 12, 15, 18 В). Проведенный анализ, показал, что требования больше всего удовлетворяет значение 15 В, для которого последовательная цепь состоит из $N=6$ светодиодов. Путем соединения требуемого количества последовательных цепей таким образом, чтобы общее число светодиодов соответствовало значению 227 шт. В результате, указанному числу удовлетворяет $N=37$ параллельных линеек, вследствие чего, окончательное количество светодиодов в созданной полусферической ФМТС составляет 226 шт.

Список литературы

1. Меняев Ю.А. Разработка фотоультразвуковой биотехнической системы для обработки раневой инфекции (диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук). М., 2004.

2. Ежов В.В., Муртазаев А.М. Некоторые аспекты применения низкоинтенсивного лазера и низкочастотного ультразвука при лечении бактериального вагиноза // Современная лазерная медицина. Теория и практика: сб. статей. Вып. 2, М., 2008. С. 53-61.
3. Жорина Л.В., Змиевской Г.Н. Основы взаимодействия физических полей с биообъектами. Использование излучений в биологии и медицине. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 374 с.

УДК 621.38

РАЗРАБОТКА БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ МЕЖПОЗВОНОЧНОЙ ГРЫЖИ

Ятчений О. С., магистрант

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

olenonok3@mail.ru

В течение своей жизни от 60 % до 80% людей испытывают боли в спине. Зачастую причиной этих болей бывает грыжа межпозвоночного диска. Грыжа межпозвоночного диска – это состояние, которое характеризуется разрывом фиброзного кольца межпозвоночного диска, через который выпячивается часть студенистого пульпозного ядра диска. Она обычно возникает в поясничном отделе позвоночника, но может встречаться и в других отделах. Эта патология, как правило, лежит в основе болей в пояснице и ишиаса. Если вовремя не обнаружить и не вылечить это опасное заболевание, можно серьезно усугубить ситуацию вплоть до инвалидности [1].

Диагностика грыжи диска включает в себя неврологический осмотр и методы визуализации, такие как рентгенография, компьютерная и магнитно-резонансная томография. Кроме того, врач собирает жалобы пациента и анамнез. Простая рентгенография имеет малую ценность в диагностике грыж межпозвоночных дисков, так как она не позволяет увидеть мягкие ткани, в т. ч. диск и нервные корешки. Основным же методами диагностики служат компьютерная и магнитно-резонансная томография. Однако они имеют недостатки, такие как: энергозатратность, массогабаритные характеристики, стационарность и высокая стоимость оборудования. Электроимпедансная диагностика, являясь аналогом томографии, учитывает вышеперечисленные недостатки [2].

Обзор имеющихся на рынке аппаратов для электроимпедансных измерений тканей и органов человека показал отсутствие портативных реографов, питающихся от аккумулятора и позволяющих проводить диагностику межпозвоночной грыжи [3].

С целью изучения реографического сигнала и последующего его анализа для разработки более упрощенной электроимпедансной биотехнической системы был проведен эксперимент с помощью многоканальной импедансной системой картирования деятельности сердца и головного мозга «РЕО-32», в основе которого лежит синхронное снятие сигналов электрокардиограммы и реограммы. Результаты проведенного эксперимента показали, что при диагностике пациента с наличием патологии межпозвоночного диска у него наблюдается резкое возрастание амплитуды реограммы.

На основе экспериментальных характеристик и рекомендаций по биоимпедансометрии, к техническим характеристикам устройства предъявляются следующие требования. Частота зондирующего тока – 100 кГц, т.к. именно вблизи этого значения удельное сопротивление крови значительно отличается от удельных сопротивлений остальных тканей. Амплитуда зондирующего тока должна выбираться из диапазона от 1,5 мА до 5 мА. Для повышения помехозащищенности входное сопротивление устройства также должно быть значительным. Особое внимание уделяется дискретизации сигнала, чтобы допустить потерю события-«скачка».

Таким образом, были исследованы методы диагностики межпозвоночной грыжи, выявлены их преимущества и недостатки; приведены данные эксперимента с реографической системы РЕО-32, изложены и обоснованы основные требования к составляющим блокам. Обозначены перспективы развития данной проблемы.

Список литературы

1. Атлас анатомии человека: учеб. пособие. 2-е изд., стереотипное. В 4 т. Т. 4. М.: Медицина, 1996. 320 с.
2. Научная статья «Грыжи межпозвоночных дисков поясничного отдела позвоночника: современные подходы в диагностике и лечении» Айрапетов Карен Георгиевич, заведующий нейрохирургическим отделением КБ№1 ФГУ ЮОМЦ ФМБА России, нейрохирург высшей категории, нейроонколог, доктор медицинских наук (статья опубликована в специализированном журнале Медицина №3 (13) сентябрь 2012).
3. Полищук В.И., Терехова Л.Г., Техника и методика реографии и реоплетизмографии. М.: Медицина, 1983. 173с.

СЕКЦИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

УДК 338.001.36

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАТРАТ НА ЗАПУСК СОВРЕМЕННЫХ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ С УЧЕТОМ ИНФЛЯЦИИ

С.А. Здоровец, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Аэрокосмические системы»

Ws4415@yandex.ru

А.А. Болотских, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Аэрокосмические системы»

alexb2014x@yandex.ru

Научный руководитель: Г.А. Бадиков, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

grigori.badikov@rambler.ru

В работе рассматривается усовершенствованный способ экономического моделирования затрат на запуск современных ракет носителей, учитывающий влияние инфляции.

Этот способ позволяет проводить экономическое моделирование затрат на запуск еще до стадии изготовления реального образца с учетом изменения инфляции в конкретной стране.

В существующей модели описанный выше фактор не учитывается [1]. Поэтому такая модель имеет ряд недостатков. А именно, модель не учитывает динамику роста цен на различную продукцию, то есть годовую инфляцию, выпуск новых материалов, разработку новых технологий, которые неизбежно приводят к изменению спроса на рынке. В работе [2] предложено дополнение модели [1], учитывающее изменение количества запусков в год и затраты на модификацию ракеты-носителя. Однако, в этих моделях не учитывается влияние инфляции никаким образом.

Новая модель дополняет уже существующую модель [2], а именно, к учету модификации ракеты-носителя и изменению числа запусков добавляется учет изменение инфляции, изменяющейся процентной ставки на затраты на запуск ракеты носителя.

Таким образом, появляется возможность проводить необходимое моделирование затрат, а также получать более точный результат по отношению к уже существующей модели.

Список литературы

1. Джеймс Р. Вертц Экономическая модель многоразовых и расходных ракет-носителей, Конгресс МАФ, Рио-де-Жанейро, Бразилия, Октябрь 2–6, 2000.
2. Бадиков Г.А., Зуев А.Г., Левашов Р.Д. Экономическое моделирование затрат на запуск ракеты-носителя // Труды секции 22 имени академика В.Н. Челомея Академических чтений по космонавтике «Ракетные комплексы и ракетно-космические системы. Проектирование, экспериментальная отработка, летные испытания, эксплуатация». АО «ВПК «НПО машиностроения», 2017. С. 29-36.

УДК 338.001.36; JELM21

СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МОДЕЛЕЙ РАСЧЕТА ЗАТРАТ НА ЗАПУСК КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ (РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ)

О.А. Белая, И.Д. Комаров, А.Н. Плынин, студенты
МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет Аэрокосмический
ocsana95@mail.ru

komar0204@yandex.ru

alexplysha@gmail.com

Научный руководитель: Г.А. Бадиков, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

grigori.badikov@rambler.ru

Увеличение рынка коммерческих запусков требует снижения затрат до 200–400 \$ за выведение килограмма полезного груза на околоземную орбиту. Отсюда необходимость разработки адекватной экономической модели формирования затрат на запуск ракеты-носителя. Существующие модели расчёта делятся на три группы. В первую группу входят математические модели, основанные на параметрических зависимостях от массы, они опираются на статистику расходов на запуски за прошедшие 40 лет. Наиболее используемой среди них является Transcost [1]. Вторую группу составляют модели, использующие бухгалтерскую информацию, например, NAFCOM [2]. Третья группа моделей применяет методы оценки эффективности инвестиционного проекта и представления о кривой обучения [3]. Сравнение получаемых по этим моделям результатов расчёта (на примере ракеты-носителя Falcon 9) показало, что модели первой группы дают величины, завышенные приблизительно в 20 раз. Это объясняется использованием статистических формул, опирающихся на данные прошлых лет и не учитывающих использование новых технологий. Для моделей второй группы необходимы бухгалтерские данные по изготовлению первого и второго экземпляров ракеты-носителя, которые в большинстве случаев доступны только предприятию-изготовителю. Так, общие затраты на Falcon 9 первой версии в 2010 году [2], определенные по традиционному подходу NASA (3 977 млн. \$), оказались почти в 10 раз больше реальных затрат SpaceX (443,4 млн. \$). В SpaceX это объясняют низкой стоимостью трудовых ресурсов, практически полным отсутствием подрядчиков и концентрацией всей деятельности (разработки, изготовления, тестирования, оценки) в одном месте, на одном заводе. Модели третьей группы [3] позволяют не только моделировать снижение затрат по кривой обучения, но и учесть изменение количества запусков в год, модификацию ракеты-носителя (летом SpaceX выпустит уже пятую версию), текущую инфляцию. Расчеты показывают, что затраты на запуск одноразовой ракеты-носителя Falcon 9 составят 31,6 млн.\$. При повторном использовании первой ступени они уменьшатся на 6,3 млн.\$ и будут равны 25,3 млн.\$. Заметим, что это совпадает со скидкой 10% (6,2 млн.\$) от коммерческой цены в 62 млн.\$, которую SpaceX предоставила заказчикам, согласившимся на запуск с использованием первой ступени 2 раза.

Таким образом, модели третьей группы позволяют получать объективные результаты расчетов при относительно небольшом количестве исходных данных.

Список литературы

1. Launch Vehicle Business. Workshop. Режим доступа: <http://slideplayer.com/slide/4888923/> (дата обращения 20.09.2017)
2. Falcon 9 Launch NAFCOM Cost Estimates. Available at: https://www.nasa.gov/pdf/586023main_8-3-11_NAFCOM.pdf, accessed 20.12.2017.

3. Бадиков Г.А., Зуев А.Г., Левашов Р.Д. Экономическое моделирование затрат на запуск ракеты-носителя // Труды секции 22 имени академика В.Н. Челомея Академических чтений по космонавтике «Ракетные комплексы и ракетно-космические системы.». АО «ВПК «НПО машиностроения», 2017. С.29-36

УДК 338.001.36

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАТРАТ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА МНОГОРАЗОВОЙ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНОГО СТАРТА

Орлов П.С., студент

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

spamone@mail.ru

Кулеш К.В., студент

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

kylesh.kostya@mail.ru

Научный руководитель: Г.А. Бадиков, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

grigori.badikov@rambler.ru

Произведен анализ данных существующих разработок в области систем воздушного старта и составлена экономическая модель затрат на реализацию проекта. Исходные данные: инвестиции на разработку ракеты-носителя (140 млн. долларов) и покупку самолета с последующей модернизацией (260 млн. долларов) составляют 400 млн. долларов. Затраты на изготовление первого экземпляра ракеты-носителя – 20 млн. долларов. [1] Процент страхования полетов самолета составляет 7% при ежегодном страховом взносе и 7% за каждый запуск ракеты-носителя. Затраты на утилизацию приняты 30 тыс. долларов с каждого запуска. Сумма ремонта и проверки самолетного комплекса составляет 500 тыс. долларов ежегодно. Длительность проекта составляет 12 лет (2 года отводится на разработку, 10 лет на осуществление запусков). Планируемое количество запусков – 48 ежегодно.

Экономическая модель затрат на систему воздушного старта (C_3) включает: затраты на покупку, модернизацию самолета и разработку РН (C_p), затраты на изготовление первого экземпляра РН (C_n), затраты на обеспечение полета и запуска (C_n), затраты на ремонт (C_p), затраты на утилизацию (C_y), затраты на страхование (C_c).

$$C_3 = C_p + C_n + C_n + C_p + C_y + C_c$$

В основе модели положен метод расчёта эффективности инвестиционного проекта, кривая обучения [2]. За 12 лет эксплуатации затраты на пуск ракеты уменьшились в 3 раза (с 24 млн. долларов до 8 млн.). Возврат всех инвестиций размером в 400 млн. долларов осуществляется за 4 года с начала запусков.

Организация такого проекта будет целесообразна при обеспечении должного инвестирования. Значительный спрос к запускам и интерес к космическим аппаратам незначительных габаритов и малой массы также делает систему воздушного старта привлекательной для их выведения.

Экономический расчет также показал, что система воздушного старта выгодней традиционного запуска с Земли. Сравнимая 3-ёх ступенчатую РН Pegasus-XL воздушного старта с ее 4-ёх ступенчатым аналогом Minotaur-1 наземного базирования при почти равных полезных нагрузках (450 кг против 570 кг) стоимость первого запуска первой в 1.9 раза ниже стоимости запуска второй (24 млн. долларов против 45 млн. долларов) при прочих равных условиях. Это обусловлено сокращением расходов на производство первой ступени ракеты. РН Pegasus-XL, находясь в воздухе на подвесе самолета, уже имеет начальную скорость и высоту. В связи с этим отпадает необходимость в преодолении 12

км участка атмосферного полета, значительно снижаются потери на топливо и на преодоление аэродинамического сопротивления [3]. Система воздушного старта может использовать существующие аэродромы, не нуждаясь в стартовых сооружениях. Также самолёт имеет значительную дальность полета. Появляется возможность запускать ракету с экваториальной широты для увеличения грузоподъемности или сместиться на нужную широту для задания необходимых параметров орбиты.

Список литературы

1. Roger D. Launius. To Reach the High Frontier: A History of U.S. Launch Vehicles / Roger D. Launius, Dennis R. Jenkins. US: The university press of Kentucky, 2002. P. 214.
2. Бадиков Г.А., Зуев А.Г., Левашов Р.Д. Экономическое моделирование затрат на запуск ракеты-носителя // Труды секции 22 имени академика В.Н. Челомея Академических чтений по космонавтике «Ракетные комплексы и ракетно-космические системы. Проектирование, экспериментальная отработка, летные испытания, эксплуатация». АО «ВПК «НПО машиностроения», 2017. С. 29-36.
3. Pegasus User's Guide, October 2015, Release 8.0. Available at: https://www.orbitalatk.com/flight-systems/space-launch-vehicles/pegasus/docs/Pegasus_UsersGuide.pdf, accessed 04.04.2018.

УДК 338.001.36

ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ-СПОСОБ СОХРАНИТЬ ЛИДЕРСТВО КОМПАНИИ APPLE

А.А. Маремшаова

Студент МГТУ им. Н. Э. Баумана, г. Москва

maremshaowa.nasti@mail.ru

В.М. Швец, студент

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

shvec1995@gmail.com

Научный руководитель: Г.А. Бадиков, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана. факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

grigori.badikov@rambler.ru

Рыночная капитализация компании Apple быстрыми темпами подбирается к невообразимой отметке – 1 триллион долларов! Если до 2015 года рост выручки увеличивался экспоненциальным образом, достигнув 233,7 млрд. \$, то 2016 год преподнес компании весьма неприятный сюрприз, показав результат на 18 млрд. \$ ниже [1]. Чтобы вернуть фантастические темпы роста, характерные для компании с 2008 по 2015 годы, Apple вкладывает огромные средства в исследования и разработки [2].

На презентации в сентябре 2017 года было объявлено, что все устройства с iOS 11 будут поддерживать приложения с дополненной реальностью[3]. Через 5 – 6 лет рынок устройств с дополненной реальностью вырастет на 80% и достигнет 165 млрд. \$. Именно эта прорывная технология обеспечит Apple лидерство в отрасли.

Дополненная реальность (augmented reality (AR)) — среда с прямым или косвенным дополнением физического мира цифровыми данными в режиме реального времени при помощи компьютерных устройств — планшетов, смартфонов и инновационных гаджетов, а также программного обеспечения к ним.

Главное достоинство дополненной реальности состоит в том, что она позволит увеличить денежный поток от рекламы в дополнение к потокам от реализации устройств и сервисов. Ценность дополненной реальности для рекламодателей прежде всего заключается в силе эффекта погружения и возможностях анализа пользовательского

поведения. Взаимодействие между человеком и предметами дополненной реальности можно отследить с идеальной точностью, вычисляя метрики внимания. Например, по направлению и продолжительности нашего взгляда на объект рекламы, показанного на экране смартфона, можно будет узнать степень заинтересованности покупателя, выраженную с помощью метрики «коэффициента взгляда». Чем дольше наш взгляд будет направлен прямо на объект, тем больше будет значение этого коэффициента, а полученные данные по этой метрике смогут помочь, например, в работе менеджеров по продажам, повысив их результативность.

Много полезного можно извлечь из таких AR-приложений, ведь область их применения действительно обширна: это образование, медицина, спорт, журналистика, архитектура, кулинария.

AR приложения один из мощнейших и доступных инструментов для того, чтобы «вдохнуть новую жизнь» в рекламную и торговую деятельность компании.

Список литературы

1. Информационный портал Investing.com. Режим доступа: <https://ru.investing.com> (дата обращения 20.02.2018).
2. Бадиков Г.А., Комаров А.О., Драчев М.А. Инновации, которые привели к наибольшим приростам продаж наиболее прибыльного продукта компании Apple – смартфона iPhone // VI научно-практической конференция по контроллингу: сб. научных трудов / под ред. Фалько С.Г. М.: НП «Объединение контроллеров», 2017. С. 23-35.
3. Сайт компании Apple. Режим доступа: <http://www.apple.com> (дата обращения 20.02.2018).

УДК 338.001.36

СРАВНИТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАТРАТ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ТУРИЗМА

Д.В. Ильин, студент

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

Denis4way@yandex.ru

Д.А. Катасонов, студент,

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

mitay4ik@gmail.com

Научный руководитель: Г.А. Бадиков, к.т.н.,

доцент кафедры ИБМ-2 МГТУ им. Н. Э. Баумана.

grigori.badikov@rambler.ru

Ориентируясь на планы компании «Космокурс» по отправке до 700 туристов в год [1], определено, что количество систем, состоящих из ракеты-носителя и спускаемого аппарата, должно быть не меньше 12 в год. Каждая система способна осуществить до 10 пусков по 6 человек за пуск (720 человек в год). Рассматриваемая длительность проекта составляет 18 лет (3 года отводится на разработку, а 15 лет на осуществление запусков туристов). Затраты на разработку системы приняты \$150 млн, ориентируясь на оценку компании «Космокурс» [1].

Затраты жизненного цикла системы космического туризма определяются, как сумма затрат на разработку, изготовление, выполнение полета, возврат на землю, ремонт, утилизацию и страхование системы, состоящей из суборбитальной РН и СА.

Эффективность инвестиционного проекта оценивается по NPV (чистой приведённой величине дохода). NPV должна быть положительной, и равна

$$NPV_k = -A_0 + \sum_{n=1}^k \frac{\sum_{j=1}^{12} C_{\text{разр}} + 12 \cdot 10 \cdot 6 \cdot Pr_n - \sum_{j=1}^{12} C_{\text{п}}}{(1+i)^n},$$

где k – номер года, для которого считаем NVP , A_0 – стоимость разработки, j – номер комплекта в k -ом году, $C_{\text{разр}}$ – возврат на разработку с одного комплекта, Pr_n – цена билета в n -ый год, $C_{\text{п}}$ – суммарные затраты на изготовление, запуски, ремонт и утилизацию одного комплекта, i – ставка инвестиционного проекта (7%).

Основываясь на кривой обучения, рассчитываются затраты и доходы, определяется динамика их изменения во времени.

Отдельно определяется динамика изменения цены билета. В цену билета закладывается прибыль в 20% от затрат на запуск. Цена билета в n -ый год:

$$Pr_n = \frac{P_n^{\Sigma}}{720} \cdot 1,2,$$

где P_n^{Σ} – суммарные затраты на запуски в n -ый год.

Рассматриваются два случая с различными начальными условиями.

В первом затраты на изготовление первого экземпляра СА оцениваются в \$13млн, а РН в \$7млн. NPV становится положительным и растет, начиная со второго года запусков (2021г.), то есть срок окупаемости инвестиционного проекта – 5 лет. Цена билета снижается с \$280 000 в 2021 году до \$45 000 в 2036 году.

Во втором рассматриваемом случае затраты на изготовление первых экземпляров СА и РН выбраны таким образом, чтобы приблизить их к величинам, актуальным для существующих на данный момент аппаратов. Стоимость СА оценивается в \$40 млн., а РН в \$30 млн. (данные получены сравнением с ценой ракеты Falcon 9, с учётом разницы стартовых масс). NPV становится положительным и растет, начиная со второго года запусков (2021г.), то есть срок окупаемости инвестиционного проекта – 5 лет. Цена билета снижается с \$945 000 в 2021 году до \$190 000 в 2036 году.

В результате получено, что оба рассмотренных случая выгодны и эффективны с точки зрения окупаемости. Значит, использование данной экономической модели для определения начальных инвестиций при различных начальных условиях будет целесообразным.

Список литературы

1. Представитель «Космокурс»: проект по организации турполета в космос стоит \$200 млн // Информационное агентство ТАСС URL: <http://tass.ru/opinions/interviews/5009574> (дата обращения 08.04.2018).
2. Бадиков Г.А., Зуев А.Г., Левашов Р.Д. Экономическое моделирование затрат на запуск ракеты-носителя // Труды секции 22 имени академика В.Н. Челомея Академических чтений по космонавтике «Ракетные комплексы и ракетно-космические системы. Проектирование, экспериментальная отработка, летные испытания, эксплуатация». АО «ВПК «НПО машиностроения», 2017. С.29-36.

УДК 533.6.011.5

РАСЧЕТ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА В ОКРЕСТНОСТИ ТОЧКИ ТОРМОЖЕНИЯ

А.А. Антонов, бакалавр

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

anton-2m@yandex.ru

Н.М. Козырев, бакалавр

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

nikitosik981@gmail.com

Научный руководитель: В.П. Котенев, д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»;

начальник отдела аэродинамики в АО «ВПК «НПО машиностроения»

Результаты расчета теплового потока к поверхности летательного аппарата, как правило, представляются в безразмерном виде [1, 2]. В качестве параметра обезразмеривания, к которому относится тепловой поток, выбирают его значение в точке торможения на поверхности тела, где для рассматриваемого здесь ламинарного режима течения газа в пограничном слое он принимает максимальное значение.

Однако, для определения температурного нагружения летательного аппарата параметры теплопередачи требуется использовать также и в размерном виде. Поэтому вычисление теплового потока в точке торможения имеет большое значение.

В настоящее время тепловой поток в точке торможения представляется с помощью приближенных формул, являющихся эмпирической аппроксимацией строгих численных расчетов и данных экспериментов [2, 3]. Предлагается аналитический подход к вычислению теплового потока вблизи точки торможения. Сравнение с экспериментальными данными дает хорошее согласование с результатами расчета [2].

Список литературы

1. В. П. Котенев, В. Н. Булгаков, Ю. С. Ожгибисова Модификация метода Польгаузена для расчета тепловых потоков на затупленных телах // Математическое моделирование и численные методы. 2016. № 3. С. 33-52.
2. Машиностроение. Энциклопедия / ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. М.: Машиностроение. Теоретическая механика. Термодинамика. Теплообмен. Т. 1-2 / К.С. Колесников, В.В. Румянцев, А.И. Леонтьев, Ю.В. Полежаев и др.; Под общ. Ред. К.С. Колесникова, А.И. Леонтьева, 1999. 600 с., ил.
3. Краснов Н. Ф., Захарченко В. Ф., Кошевой В. Н. Основы аэродинамического расчета. Трение и теплопередача. Управление обтеканием летательных аппаратов / под ред. Н.Ф. Краснова: Учеб. Пособие для студентов втузов. М.: Высш. шк., 1984. 264 с.

УДК 62-503.51

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ОРБИТАЛЬНОГО ГИРОКОМПАСА В АВТОНОМНОМ РЕЖИМЕ С АВТОКОМПЕНСАЦИЕЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ОШИБОК

М.П. Игнатенко, студент

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

max-200895@yandex.ru

И.Н. Абезяев,

главный научный сотрудник ОАО «ВПК «НПО машиностроения»

iabezyaev@yandex.ru

Исследуется работа орбитального гироскопа (ОГК) в автономном режиме (в режиме гироскопа), который характеризуется отключением коррекции ОГК от сигналов

построителя местной вертикали (ПМВ) в каналах крена и тангажа [1]. Исследована и показана возможность автокомпенсации детерминированных ошибок ОГК в каналах крена и курса в режиме коррекции ОГК от ПМВ, при этом рассмотрен метод автокомпенсаций ошибок путем доворотов корпуса КА относительно ОГК на измеренные величины ошибок ориентации [2]. Исследовано поведение ОГК в режиме гиropaмяти и показано, что ошибки ориентации после перевода ОГК в режим гиropaмяти приобретают гармонический характер относительно орбитальной системы координат (ОСК). Показано, что в режиме гиropaмяти, при таком методе автокомпенсации, ошибки ориентации КА относительно ОСК в начальный момент времени автокомпенсируются, а через пол периода орбитального движения наоборот увеличиваются в два раза, что доказано теоретически [2] и подтверждено результатами моделирования. В связи с этим поставлена задача экстраполировать режим коррекции на движение ОГК в режиме гиropaмяти с целью автокомпенсации ошибок системы ориентации на всем периоде времени гиropaмяти. Найдено управление ОГК, которое позволяет в режиме гиropaмяти добиться поставленного результата.

Список литературы

1. Раушенбах Б.В., Токарь Е.Н. Управление ориентацией космических аппаратов. М.: Наука, 1974. 598 с.
2. Абезяев И.Н., Большаков М.В. Задача экстраполяции управления динамических объектов // Механика в авиации и космонавтике: сб. статей. М.: Машиностроение. 1995. С. 10-15.

УДК 620.179.16; 338.001.36

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ 100 ВЕДУЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ, ВОШЕДШИХ В РЕЙТИНГ FORBES GLOBAL 2000

А.А. Болотских, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Аэрокосмические системы»

alexb2014x@yandex.ru

С.А. Здоровец, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Аэрокосмические системы»

Ws4415@yandex.ru

Научный руководитель: Г.А. Бадиков, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

grigori.badikov@rambler.ru

В работе проводится анализ деятельности 100 ведущих публичных предприятий по рейтингу ФОРБС-2000 [1] за 2007 – 2016 годы. Цель работы: определить ключевые финансовые коэффициенты предприятий за 2007 – 2016 годы, построить диаграммы изменения показателей во времени: с 2007 по 2016 год, используя для сравнения двух выборок в смежные годы непараметрический критерий Крамера – Уэлча, а также сравнить полученные результаты с данными 1992 года [2], составленных для 50 ведущих британских компаний.

Рейтинг ФОРБС составляется ежегодно, начиная с 2003 года. Крупнейшие мировые компании оцениваются по четырем показателям – выручке, прибыли, активам и рыночной капитализации. На основе этих показателей определялись ключевые финансовые коэффициенты (доходность совокупных активов, рентабельность реализации и оборачиваемость совокупных активов).

В работе использовались результаты работы [3] в качестве начальных данных. Были добавлены данные о результатах работы на основе рейтинга Forbes Global 2000, опубликованного в 2017 году и содержащего результаты работы за 2016 год.

Полученные результаты указывают на устойчивую тенденцию к снижению доходности ведущих предприятий мирового уровня. Так с 1992 по 2016 год средние значения доходности 50 крупнейших предприятий снизились приблизительно в 3 раза.

Среднее значение доходности совокупных активов упало с 6,14% в 2007 году до 4,89% в 2008 году. Дальнейшие изменения в пределах 4,61% - 5,20% в 2009 – 2014 годах являются статистически не значимыми, что фактически показывает отсутствие выхода из кризиса. Это становится очевидным, если сравнить эти результаты со средним значением доходности совокупных активов ведущих предприятий Великобритании в 1992 году, равным 15% [2].

Изменение среднего значения рентабельности реализации напоминает поведение среднего значения прибыли: падение с 15,10% в 2007 году до 8,57% в 2009 году, подъем до 12,72% в 2011 году и с небольшими колебаниями 12,91% в 2014 году.

Величины среднего арифметического значения оборачиваемости совокупных активов в 2007 – 2014 годах практически статистически не различимы, за исключением изменения с 0,76 в 2008 году до 0,71 в 2009 году. Выборка 1966 предприятий рейтинга 2016 года показывает статистически значимое снижение всех трех ключевых коэффициентов по сравнению с 2014 годом.

Список литературы

1. Рейтинг крупнейших в мире публичных компаний по версии журнала Форбс. Режим доступа: www.forbes.com/global2000 (дата обращения 20.10.2017).
2. Уолш К. Ключевые показатели менеджмента: пер. с англ. М.: Дело, 2001. 360с. [Walsh C. Key Management Ratios, Financial Times Pitman Publishing, 1996]
3. Бадиков Г.А., Рыбнов А.В., Федоренков В.В. Характеристики ведущих мировых публичных предприятий в период кризиса // VII международный конгресс по контроллингу «Контроллинг услуг»: сб. научных трудов / под ред. Фалько С.Г. М.: НП «Объединение контроллеров», 2016. С. 29-38.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.А. Болотских, студент

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

alexb2014x@yandex.ru

Научный руководитель: А.И. Маслов, д.т.н., профессор,

зам. руководителя СМК ОАО «ВПК «НПО машиностроения»

vpk@vpk.npomash.ru

Характерные разрушения изотропных твердых тел были описаны в работах. Многократные теоретические уточнения и экспериментальные подтверждения привели к общепринятому использованию вязкости разрушения в качестве важнейшей константы технических материалов. Обзор теоретических решений и детализации методов контроля могут затруднить, а не выявить соответствующие перспективы разрушения и контроля композитов.

Для большинства случаев неразрушающего контроля используются методы, описанные в [2]. Неметаллические материалы обладают более сильной зависимостью затухания ультразвука от частоты, чем металлы. Поэтому для неразрушающего контроля таких материалов приходится использовать снижение частоты УЗ диапазона.

Для дефектоскопии и оценки прочности конструкций из ПКМ чаще других применяют методы прохождения при сквозном или поверхностном прозвучивании конструкций. Основным измеряемым параметром является время распространения ультразвука. Поэтому базу необходимо знать с возможно большей точностью. Все эти противоречивые требования были удовлетворены в предложенной конструкции пьезопреобразователя [3]. Для отработки методов контроля из гидроскопического МСП-К были выбраны преобразователи S1803-100 кГц (продольная волна) и S1808-300 кГц (продольная и поперечная волна) и низкочастотный ультразвуковой дефектоскоп А1220 «МОНОЛИТ» производства ООО «Акустические Контрольные системы».

Характерными дефектами детали из МСП-К являются: непроклеи, плохая адгезия, неполная полимеризация клея, недоброкачественный клей, пористость.

По результатам контроля велосиметрическим методом [1] с односторонним доступом было выявлено, что метод является малопригодным, так как отсутствует четкий информационный параметр, который однозначно бы изменялся в дефектных участках, а также односторонний доступ имеет интерференциальные помехи.

Поэтому для контроля детали была предложена комбинация классических методов: временной и амплитудный метод прохождения. Временной метод прохождения основан на измерении времени пробега импульса. Путь ультразвукового луча, огибающего дефект, больше, чем прямой путь луча. В отличие от велосиметрического метода здесь предлагается, что тип волны не изменяется, то есть, если вводится продольная, то и принимается продольная. Признаком дефекта при контроле амплитудным методом прохождения служит ослабление амплитуды упругих волн, произошедших через ОК.

По результатам контроля предложенным методом видно, что разница между минимальным и максимальным значением толщины на образцах имеет значения от 0,12 до 0,7 мм. Зависимости между изменением толщины и соответственно изменением времени прихода сигнала нет. Коэффициенты достоверности аппроксимации находятся в пределах 0,03...0,34. То есть, помеха временного метода, связанная со случайным изменением толщины и соответственно скорости, отсутствует.

Таким образом Наиболее оптимальным методом ультразвукового контроля деталей из МСП-К является комбинация двух способов прохождения – временного и амплитудного с двусторонним доступом к изделию и обеспечением точной соосности преобразователей. Оптимальная рабочая частота преобразователей 300 кГц.

Список литературы

1. Ланге Ю.В. Акустические низкочастотные методы и средства неразрушающего контроля многослойных конструкций. М.: Машиностроение, 1991, 272 с.
2. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / под ред. В.В. Клюева. М.: Машиностроение, 1995. 488 с.
3. Самокрутов А.А. Ультразвуковой низкочастотный преобразователь: пат. 2082163 РФ. Бюл. № 17.

УДК 629.78

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ОТОБРАЖЕНИЙ ПУАНКАРЕ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ АВТОКОЛЕБАНИЙ В РЕЛЕЙНОЙ СИСТЕМЕ С АПЕРИОДИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

И.В. Юхновец, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Аэрокосмический факультет

ilia.yukhnovets@bmstu-akf.info

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

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

akf_dekan@mail.ru

Исследуется методика анализа динамики релейной системы угловой стабилизации космического аппарата, в которой отсутствует датчик угловой скорости, а управляющий сигнал формируется за счёт показаний датчика угла x и корректирующего сигнала $-z$ внутренней обратной связи, охватывающей релейный регулятор.

Обычно для упрощения исследований математическую модель движения относительно центра масс редуцируют. При этом ограничиваются рассмотрением движения вокруг одной из трех осей. В частном случае системы с апериодической обратной связью упрощенная математическая модель стабилизации КА по тангажу имеет вид [1]:

$$\frac{dx}{dt} = y, \quad \frac{dy}{dt} = -aF(\sigma), \quad T \frac{dz}{dt} + z = k \cdot F(\sigma), \quad \sigma = x - z \quad (1)$$

$$\begin{cases} F(\sigma) = +1 & \forall \sigma \geq \alpha, \\ F(\sigma) = -1 & \forall \sigma \leq -\alpha, \\ F(\sigma) = 0 & \forall |\sigma| \leq \alpha - h, \\ F(\sigma) = F_o & \forall |\sigma| \in (\alpha, \alpha - h), \end{cases} \quad (2)$$

где $F(\sigma)$ – релейная функция с зоной нечувствительности $\pm\alpha$ и петлей гистерезиса h ; σ – управляющий сигнал; F_o – значение функции F в предыдущий момент времени $F_o(\sigma(t)) = F(\sigma(t-0))$.

Для исследования возникающих в системе (1), (2) динамических процессов наиболее полные и точные результаты могут быть получены применением метода точечных отображений А.Пуанкаре. Однако его применение к рассматриваемой системе 3-го порядка вызывает большие трудности. Чтобы их преодолеть, обычно принимают допущения: 1) при каждом включении функции $F(\sigma)$ релейного регулятора величина z имеет значение $z = 0$; 2) в системе отсутствуют скользящие режимы.

В таком упрощенном виде система, сохраняя основные свойства, может исследоваться на фазовой плоскости $\{x, y\}$. Но при этом функция последования отображения Пуанкаре содержит нелинейное слагаемое, затрудняющее как построение диаграммы Ламерея, так и отыскание на ней неподвижной точки.

Традиционно эту проблему решают путем линеаризации нелинейного слагаемого, которая часто приводит к существенным ошибкам. В настоящей работе предложен иной подход: для отыскания фазовых координат точки-образа в нелинейной постановке применяется промежуточная процедура определения параметра θ , равного длительности управляющего импульса. Эта процедура осуществляется при помощи простых построений на предложенной в [1, 2] Диаграмме совмещений (ДС). По величине найденного параметра θ , элементарно находятся все прочие параметры кусочно-непрерывного динамического процесса.

Алгоритм построения диаграммы Ламерея на основе изложенного выше подхода был реализован автором в компьютерной программе вычислений и графических построений. Для заданных исходных данных системы программа строит функцию последования отображения Пуанкаре. Для любых начальных условий из области допустимых значений программа строит лестницу Ламерея, как образ переходного процесса. Лестница Ламерея стягивается к неподвижной точке – образу автоколебательного состояния.

Список литературы

1. Симоньянц Р. П., Аверьянов П. В. Методы исследования релейной системы стабилизации космического аппарата с внутренней обратной связью // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. Приборостроение. 2013. № 2. С. 113-128.
2. Симоньянц Р.П. Обеспечение качества процессов управления в релейной системе без датчика скорости // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. № 10. С. 152-178.

УДК 629.78

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИЕЙ

В.Н. Булавкин, А.А. Болотских, В.А. Тарасов, студенты
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Аэрокосмический факультет
bulavkin_98@mail.ru

Научные руководители: Р.П. Симоньянц, к.т.н., доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
akf_dekan@mail.ru

В.В. Шевченко, инженер-конструктор 1-й категории,
АО «ВПК «НПО машиностроения»

Стенд физического моделирования динамических процессов ориентации и стабилизации разрабатывается с целью отработки на физической модели принципов совместного проектирования сложной трансформируемой конструкции объекта и его системы управления угловым движением. В числе задач экспериментальных исследований – апробация алгоритмов управления ориентацией и стабилизации маховиком при изменении инерционных характеристик объекта; управление ориентацией и стабилизация по алгоритмам без применения датчика угловой скорости и т.п. Другая задача – использование стенда в учебном процессе.

Подобные задачи актуальны в космической технике [1, 2]. Например, оптимизация режимов угловой стабилизации космического аппарата (КА) маховиками при рациональных алгоритмах трансформации конструкции КА позволит оптимизировать затраты энергии. А применение совершенных алгоритмов, не использующих информации об угловой скорости движения объекта, позволит отказаться от датчиков угловой скорости, что существенно повысит надежность и экономичность системы.

Подобные стенды появились в 1960-х годах на предприятиях ракетно-космической отрасли и применялись для отработки систем ориентации объектов с тремя степенями свободы. Вращение вокруг неподвижной точки в большинстве случаев обеспечивал аэродинамический подвес. Так, например, в Исследовательском центре Лэндли, США (Langley Research Center) на макете спутника отработывалась магнитная система разгрузки маховиков и алгоритмы стабилизации.

Аналогичную систему моделирования КА на сферическом подвесе создали и в Политехническом университете штата Вирджиния США. Углы поворотов у этого стенда ограничены, но он имеет систему балансировки центра масс, что важно для моделирования процессов адаптации к меняющимся в процессе функционирования условиям.

В институте механики МГУ был создан стенд с одной степенью свободы – управляемый маховиком перевернутый маятник. На его основе были выполнены и опубликованы научные работы ряда авторов, в том числе известных отечественных ученых.

Разрабатываемый стенд моделирует управляемое движение объекта относительно одной оси. Его конструкция имеет несколько управляемых поворотных элементов, что позволяет изменять в широком диапазоне устойчивое положение равновесия.

Рассматривается трансформируемая конструкция в виде 2-звенного управляемого маятника с приводами и датчиками угла в узлах сочленений. Маятник размещен на основании, которое позволяет ему совершать повороты на 360° . Основное звено маятника шарнирно закреплено в центре масс на неподвижном основании; второе и компенсирующее звенья шарнирно закреплены на основном звене симметрично относительно его оси вращения; маховик с приводом, закреплены на основном звене; подвижный груз выполняет функцию компенсирующего звена, перемещается с помощью привода в радиальном направлении от оси вращения основного звена. На осях вращения всех маятниковых звеньев установлены приводы. В качестве измерительных устройств используется датчики угла и угловой скорости на основном звене. Управляющие воздействия создаются маховиком, приводами на осях вращения звеньев и перемещением компенсирующего звена. Основное внешнее возмущающее воздействие – момент силы тяжести при несовпадении оси вращения звена и центра его массы. Предусмотрены и другие возможности моделирования управляющих воздействий.

Внешние возмущающие и корректирующие моменты создаются при помощи системы поворотных элементов, позволяющих решать задачи экспериментальной отработки алгоритмов адаптации и самонастройки.

Помимо научных задач создаваемая установка будет использоваться в учебном процессе. Некоторые элементы конструкции стенда выполнены из прозрачных материалов (органическое стекло), что полезно при изучении принципов действия и устройства установки. Стенд может быть использован для демонстрации лекционного материала и при выполнении студентами лабораторных и учебно-исследовательских работ.

Список литературы

1. Колесников А.А. Метод синтеза системы управления колебаниями перевернутого маятника с инерционным маховиком // Вестник ДГТУ. 2013. № 3-4. С.64-71.
2. Лабораторные испытания алгоритмов управления ориентацией микроспутника «Чибиc-M» / Д.С.Иванов [и др.] // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2011. № 40. 29 с.

УДК 629.78

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ТОЧЕЧНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ

ДЛЯ ОТЫСКАНИЯ АТТРАКТОРОВ В РЕЛЕЙНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

В.Н. Булавкин, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Аэрокосмический факультет

bulavkin_98@mail.ru

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

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

akf_dekan@mail.ru

Исследуется динамика стабилизации космического аппарата при релейном управлении с линейной коррекцией по скорости. Подобная система рассматривалась, например, в работе [1, с. 149-177] для частного случая сильных (ударных) управляющих воздействий, что позволило существенно упростить задачу, используя модель разрывных колебаний, но для слабых управляющих воздействий такая модель может дать значительные ошибки.

В настоящей работе выполняется построение отображений Пуанкаре в общем случае силового взаимодействия. Движение задается уравнениями:

$$\frac{dx}{dt} = y, \quad \frac{dy}{dt} = g - a \cdot F(\sigma, \alpha, h), \quad \sigma = x + k \cdot y, \quad (1)$$

где x, y – фазовые координаты; σ – управляющий сигнал; k – коэффициент усиления по скорости; $F(\sigma, \alpha, h)$ – релейная функция управления $F = \{+1, -1, 0\}$ с зоной нечувствительности α и гистерезисом h ; a, g – эффективности управления и возмущения, разбивающая фазовую плоскость на три листа F^+, F^-, F^0 с границами (линиями) переключений: $L_i: x + ky = c_i, i = \overline{1, 4}$. Листы заполнены семействами траекторий $\Gamma^+, \Gamma^-, \Gamma^0$.

Ставится задача: построить отображения Пуанкаре линии без контакта $L_1(x, y)$ в себя фазовыми траекториями 2-импульсного и 1-импульсного незамкнутых циклов динамической системы (1). Найти неподвижные точки отображений, соответствующие возможным в системе простым и сложным аттракторам. Определить области существования отображений.

В системе могут существовать два вида простых предельных циклов (аттракторов) Γ_1^* и Γ_2^* , а также множество сложных аттракторов $\Gamma_n^*, n = 1, 2, 3, 5, 7, 9, \dots, \infty$:

$$\Gamma_n^* = \bigcup_m (\Gamma_2) \bigcup \Gamma_1, \quad m = \frac{n-1}{2} \quad \forall n \geq 3.$$

Простым аттракторам отвечают неподвижные точки отображений:

$$T_1: L_1 \xrightarrow{\Gamma_1} L_1, \quad \Gamma_1 = \Gamma^+ \cup \Gamma^0; \quad T_2: L_1 \xrightarrow{\Gamma_2} L_1, \quad \Gamma_2 = \Gamma^+ \cup \Gamma^0 \cup \Gamma^- \cup \Gamma^0 \cup \Gamma^+.$$

Для построения отображения T_2 используем промежуточные отображения:

$$T_{i,i+1}: L_i \xrightarrow{\Gamma_{i,i+1}} L_{i+1}, \quad \text{где } i = 1, 2, 3. \quad \text{Для } T_1 \text{ используем } T_{12} \text{ и } T_{21}: L_2 \xrightarrow{\Gamma_{21}} L_1.$$

Каждой точке (x_i, y_i) на линии L_i отображение $T_{i,i+1}$ ставит в соответствие такую точку

(x_{i+1}, y_{i+1}) на линии L_{i+1} , в которую (x_i, y_i) перейдет по траектории $\Gamma_{i,i+1}(x, y)$. Аналитические выражения (функции соответствия) $y_{i+1} = f_{i,i+1}(y_i)$ промежуточных отображений $T_{i,i+1}$ находятся из совместного решения уравнений линий $L_i(x, y)$, $L_{i+1}(x, y)$ и фазовых траекторий $\Gamma_{i,i+1}(x, y)$.

$$\begin{aligned} & \text{Отображения } T_1, T_2 \text{ имеют вид } T_1 = T_{12} \cdot T_{21}, \quad T_2 = T_{12} \cdot T_{23} \cdot T_{34} \cdot T_{41}: \\ T_1: \bar{y}_1 = f_1(y_1) = f_{21}(f_{12}(y_1)); \quad T_2: \bar{y}_1 = f_2(y_1) = f_{41}(f_{34}(f_{23}(f_{12}(y_1)))) \end{aligned} \quad (2)$$

Координату y_1^* неподвижной точки находим из уравнений:

$$T_1: \begin{cases} \bar{y}_1 = f_1(y_1), \\ \bar{y}_1 = y_1. \end{cases} \quad T_2: \begin{cases} \bar{y}_1 = f_2(y_1), \\ \bar{y}_1 = y_1. \end{cases} \quad (3)$$

Иррациональные уравнения (3) можно решать численно методом итераций. Геометрическую интерпретацию такого решения дает диаграмма Ламерея. Аналитически полученные уравнения (3) содержат лишние корни, которые легко выявляются геометрическим анализом.

Границы области существования функций последования находим из условия касания фазовой траектории $\Gamma_{21}(x, y) \subset \Gamma^0$ с линией включения $L_3(x, y)$ в точке касания K_3 , применяя операцию обратного отображения $T_{31} = T_{32} \cdot T_{21}$ к точке K_3 , находим значение координаты граничной точки прообраза на линии $L_1(x, y)$.

В соответствии с изложенным алгоритмом построения отображений Пуанкаре была составлена компьютерная программа расчетов в Matcad.

Список и литературы

1. Гаушус Э.В. Исследование динамических систем методом точечных преобразований. М.: Главн. ред. физ.-мат. лит., изд-во «Наука», 1976. 368 с.

СЕКЦИЯ «МОДЕРНИЗАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В РОССИИ»

УДК 930.2

ИСТОРИЯ АКАДЕМИЧЕСКАЯ И «АЛЬТЕРНАТИВНАЯ»: СТИЛЬ И МЕТОД

В.Ю. Тахтина, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

viktoriad11@mail.ru

Основные факты, касающиеся отношений Руси и Орды в XIII- XV вв., были установлены исторической наукой уже в XIX в. Однако в книгах, рассчитанных на популярную аудиторию и в сети интернет, нередко можно встретить «альтернативные теории», авторы которых утверждают, что татаро-монгольское иго — миф, придуманный историками.

Самой влиятельной «альтернативной теорией» отношений Руси и Орды является «Новая хронология», впервые высказанная в одноименной книге А. Т. Фоменко и Г. В. Носовского. Утверждения теории многократно опровергались представителями различных наук, но до сих пор у нее есть последователи.

Главный тезис «Новой хронологии Руси»: «Монголия – это Русь, нашествия не было». По мнению авторов, на Руси существовал особый период военного управления, при котором верховным правителем являлся полководец-хан, а в городах сидели гражданские князья, которые обязаны были собирать дань. «Татарские набеги» – карательные экспедиции в русские области, которые отказывались платить дань[2].

Чтобы понять, чем отличаются работы академических историков от работ авторов «альтернативных теорий» сравним книгу академического ученого А. А. Горского «Москва и Орда» с книгой А. Т. Фоменко и Г. В. Носовского «Новая хронология Руси». Особое внимание обратим на стиль и метод работы.

В книге «Новая хронология Руси», в отличие от монографии А.А. Горского отсутствует слитный рассказ. А. Т. Фоменко и Г. В. Носовский приводят отдельные высказывания, но не могут составить целостное повествование, так как им не хватает последовательного осмысления событий. У авторов этой книги «скачкообразная» манера изложения: от одной темы они сразу переходят к другой, чтобы читатель не успел понять сути рассуждений. А.А. Горский, напротив, последовательно и целостно излагает информацию, чтобы читатель сам смог проследить причинно-следственную связь процессов и явлений [1]. В «Новой хронологии Руси» авторы обычно опираются на неточные материалы, а не на первоисточники (например, на дошедшие до нас летописи), как делает автор книги «Москва и Орда». Для книги А.Т. Фоменко и Г.В. Носовского характерно частое использование манипуляционных предложений и фактов вне контекста, поэтому читатель не может здраво оценить достоверность предлагаемой информации. Если же А.А. Горский вводит в свою книгу новые сведения, то он сопровождает это развернутыми пояснениями.

Таким образом, не только результаты, но методы и стиль академического исторического исследования отличаются от тех методов, которые применяют авторы «альтернативной теории». Во-первых, академический историк опирается на первоисточники и точно передает смысл текстов. Во-вторых, академический историк излагает информацию последовательно, без использования приемов воздействия на читателя. Зная об этом, читатель должен быть внимательным, и не поддаваться на манипуляции авторов «альтернативных теорий».

Список литературы

1. Горский А.А. Москва и Орда. М.: Наука. 2000. 214 с.
2. Носовский Г.В., Фоменко А.Т. Новая хронология Руси. М.: Астрель. 2012. 751 с.

УДК 94(47).084.3

В.И. ГРИНЕВЕЦКИЙ - ИНЖЕНЕР, УЧЕНЫЙ И ГРАЖДАНИН

Р.В. Фонканц, бакалавр

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

rauger474@gmail.com

Большая часть жизни Василия Игнатьевича Гриновецкого (1871-1919) была связана с Императорским Московским Техническим Училищем. Годы профессионального становления В.И. Гриновецкого пришлось на период модернизации страны. В начале XX столетия капиталистический уклад продолжал расширяться. Россия производила двадцатую часть мирового чугуна, нефти, хлопчатобумажных тканей. Появились новые отрасли – тяжелое машиностроение, химическая, нефтедобывающая, электротехническая индустрия, металлургия и металлообработка. Стране требовались инженеры. Специалисты, в свою очередь, были готовы совершенствоваться в профессии, чтобы приносить пользу Отчизне. Гриновецкий успешно совмещал преподавательскую, административную и научную работу. Стал одним из основателей отечественной школы тепловозостроения. Избран первым ректором МВТУ (май 1917 г.). Его окружали творческие люди, единомышленники: теплотехники Н. Р. Брилинг, Е. К. Мазинг, электротехник К. А. Круг, механики Н. Е. Жуковский, П. К. Худяков, И. А. Калинин, химики Н. А. Шилов, А.Е. Чичибабин, гидравлик А. И. Астров и многие другие. Гриновецкий входил в сообщество российской профессуры, которая со второй половины XIX в. проявляла стремление к гражданской идентичности. Преподаватели пытались организовать свою деятельность таким образом, чтобы изменения затронули не только экономическую и социальную сферу, но и привели к созданию гражданского общества [1]. Вот почему готовность коллектива ИМТУ к созданию политехнического вуза, следует рассматривать не только как усовершенствование знаменитого «русского метода» обучения, не только как стремление дать студентам лучшую профессиональную подготовку, но и как желание воспитать их достойными гражданами страны. Ведь именно политехническое образование позволяет осознать закономерности развития природы, техники и общества. Готовит человека к творческому труду, развивает умение мыслить альтернативно и формирует способность выбирать наиболее верные решения. Одним из подвижников политехнизации был В.И. Гриновецкий, под его руководством удалось разработать программу преобразования училища в школу политехнического типа [2]. Но задуманное не удалось. На долю его современников выпали тяжелые испытания. Сначала мирное развитие было нарушено началом Первой мировой войны. Затем произошла Революция, полностью изменившая страну. На всех этих этапах В.И. Гриновецкий проявил себя как человек творческий, способный к действию, обладающий умением объединять людей для совместной, порой весьма тяжелой работы.

Можно утверждать, что период 1917-1918 гг. год стал апогеем в судьбе В.И. Гриновецкого. Весь многогранный опыт ученого сконцентрировался в его последней книге «Послевоенные перспективы русской промышленности». Она стала призывом, направленным к новой власти, требованием обратить внимание на насущные российские проблемы. Фактически труд ученого стал интеллектуальным подвигом патриота и гражданина, конкретным вкладом в дело воссоздания разрушенной российской

экономики, предтечей программно-целевого планирования [3]. Его монография стала интеллектуальной платформой создания «Плана электрификации РСФСР».

Список литературы

1. Волчкевич И. Л. Очерки истории Московского высшего технического училища. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. 326 с.
2. Общие соображения о развитии Императорского Московского Технического училища в школу политехнического типа / сост. Гриневецкий В. И. М.: Типография М. Александровой, 1915. 31 с.
3. Гриневецкий В. И. Послевоенные перспективы русской промышленности [Текст]. Репринтное изд., 1922. М.: ООО НИЦ «Инженер» (Союз НИО), ООО «Оникс-М», 2010. 124 с.

УДК 94(47)

ИСТОРИЯ ОПТИЧЕСКОГО ТЕЛЕСКОПА В РОССИИ

И.А. Нежибицкий, студент

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

nezhbitskiy@yandex.ru

Астрономические наблюдения являются важным методом исследования в экспериментальной физике. Начиная от изучения нашей солнечной системы, заканчивая изучением глубокого космоса. Одним из важнейших изобретений в области астрономии стал оптический телескоп. Поэтому главной темой моей работы является вопрос о направлениях развития данного вида отечественной оптики.

История телескопа начинается с подзорной трубы, изобретенной Хансом Липперсхеем, голландским мастером по изготовлению очков, в конце сентября 1608 г. Через год, в августе 1609, Галилео Галилей представил общественности свой первый телескоп [1]. Телескопы, использующие линзы в качестве объективов стали называть рефракторами. Исаак Ньютон в 1668 г. первым стал использовать зеркала вместо линз, которые были названы рефлекторами. Последующие изменения оптической схемы позволяли уменьшить длину трубы (система Кассегрена), другие же использовали и линзы, и зеркала (система Максудова — Кассегрена) и т.д.

Под влиянием Петра I, в России началось быстрое развитие астрономии. Первая русская обсерватория появилась в 1692 г. в Холмогорах. Первым ученым, строившим телескопы в России, стал Яков Владимирович Брюс [2].

В 1762 г. М.В. Ломоносовым была изобретена новая оптическая система телескопа, которая позволяла избавиться от вторичного зеркала, в следствии чего уменьшить потери света и удешевить производство.

Важным этапом в истории отечественной оптики стало создание Пулковской обсерватории (открыта в 1839 г.), она имела первоклассный астрономический инструмент – телескоп, с диаметром объектива 38 см. Он был самым большим рефрактором в течении 8 лет. Россия снова стала занимать лидирующие позиции в 1885 г., когда в Пулковской обсерватории установили большой рефрактор, объектив которого имел размер в 76 см. В XIX – нач. XX вв. на территории Российской империи было установлено 11 обсерваторий и филиал Пулковской обсерватории – Симеизский (1906) в Крыму; в 1925 г. там был установлен рефлектор, диаметр зеркала - 102 см. [3]

Большинство линз и зеркал для отечественных телескопов заказывали в Англии. Первым крупным русским оптиком стал Александр Андреевич Чикин. Его учениками были Н.Г. Пономарев и Д.Д. Максудов. Полноценное производство отечественного оптического стекла началось в 1916 г.

Зависимость от импорта ликвидировали только в советское время, к 1927 году. В 1918 г. был основан Государственный Оптический Институт (ГОИ) Д. С. Рождественским. В 1926-1932 гг. был изготовлен первый советский рефлектор (D=33см) под руководством Н.Г. Пономарева. С 1941 г. началось производство телескопов с системой Максудова, которая оказалась более технологичной, по сравнению с зарубежным аналогом – системой Шмидта. В начале 1960-х годов в большинстве советских школ имелись компактные учебные телескопы, благодаря которым астрономия была любимым предметом советской молодежи.

Официально о решении Правительства СССР о создании 6-метрового телескопа объявил А. Н. Косыгин на 10-й Генеральной ассамблее Международного астрономического союза, проходившей в 1958 году в Москве. В 1975 г. БТА («Большой телескоп азимутальный»), ныне самый крупный в Евразии, был введен в эксплуатацию близ посёлка Нижний Архыз Карачаево-Черкесии (2070 м над уровнем моря).

В настоящее время новейшие технологии в сфере оптики позволяют создавать зеркала, размеры которых были недостижимы ранее. Из существующих - Большой канарский телескоп (D=10,4 м.), Большой южноафриканский телескоп (11 x 9,8 м.) и другие. Из строящихся - Европейский чрезвычайно большой телескоп (D=39,3 м.), тридцатиметровый телескоп (D=30 м.) и другие. В связи с этим особенно актуальной остается проблема создания аналогичного отечественного телескопа, позволяющего решать новые задачи по дальнейшему освоению космоса.

Список литературы

1. Гуриков В. А. История создания телескопа // Историко-астрономические исследования. Вып. XV. М., Наука, 1980.
2. Мельников О.А., Слюсарев Г.Г., Марков А.В. Современный телескоп// Н.Ф. Купревич. М., Наука, 1968. 321 с.
3. Ключкова В.Г., Панчук В.Е., Якшина Т.А. Оптические телескопы в истории отечественной астрономии // Земля и Вселенная. 2013. № 5. С. 76-89.

УДК 929

СТАНОВЛЕНИЕ ГЕНИЯ ВЛАДИМИРА ГРИГОРЬЕВИЧА ШУХОВА

Т.А. Куликов, студент

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

Kulikov.Timofei1999@gmail.com

Сколько уникален феномен разума в контексте природы, столь же уникален феномен гения в контексте разума. Личность, выделяющаяся на фоне остальных, всегда была и будет объектом дискуссий. И такой личностью можно назвать Владимира Григорьевича Шухова. Этот человек внес неоценимый вклад в развитие науки и техники. Возникает вопрос: «Как, как одному человеку может принадлежать столь объемный список достижений, даже если этот человек – гений?» Но нет ли в этом вопросе подвоха? А именно: был ли он на самом деле один? Что или кто так существенно повлиял на личность В.Г. Шухова? Чтобы разобраться с этим, следует сначала посмотреть на его родителей: Григория Петровича Шухова и Веру Капитоновну Шухову.

Отец – Григорий Петрович, несмотря на свою должность, был человеком утонченным и очень ранимым, и в то же время благовоспитанным и образованным. Известен эпизод из детства Володи, который наглядно показывает также и характер отца. Будучи гимназистом, Владимир Григорьевич придумал свое собственное оригинальное доказательство теоремы Пифагора, и, вызванный к доске, бойко изложил его. Но, за это Володе был снижен балл, на что его отец сказал: «Ты забыл о неценном качестве – скромности, главном признаке культурного человека. Поблагодари учителя за сделанное

замечание от своего и моего имени» [1, с. 18]. Так, можно сделать вывод, что Григорий Петрович активно участвовал в воспитании своего сына. Мать – Вера Капитоновна, ей были присущи ум и решительность, в то же суровый нрав матери болезненно отражался на детях. Но в этой женщине было что-то необъяснимо привлекательное, настолько, что даже Штраус, король вальсов, преподнес один из них Вере Капитоновне в подарок.

Так или иначе, детство Володи и его сестры прошло спокойно - в Пожидаевке, у бабушки – Александры Васильевны Пожидаевой. Впоследствии, Владимир Григорьевич вспоминал: «А сколько было талантов в народе, которые из-за отсутствия образования не смогли по-настоящему раскрыться. Первым моим учителем по геометрии был столяр из крепостных, почти неграмотный ... Он мыслил стереометрически, чувствовал, что имеет дело с 3 плоскостями» [1, с. 16].

В 1860-х годах юный Шухов посетит планетарий Карла Кнорре. Насколько велико было впечатление от посещения, что Володя всерьез решил заниматься астрономией. И, возможно, именно эта наука стала причиной огромной страсти инженера к красоте окружающего мира и математики.

Периодом же, давшим в полной мере раскрыться его талантам, является период учебы в 5-й Петербургской гимназии и Императорском Московском Техническом Училище. На тот момент в гимназии преподавал выдающийся педагог – Константин Дмитриевич Краевич. Важно, что он делился своими сомнениями касательно выводов и истолкований, прививая тем самым здравый научный скептицизм. Константин Дмитриевич участвовал и в нравственном их воспитании.

Время учебы в ИМТУ – то время, в котором восходящей звезде гения инженера Шухова во всей красе дали проявить себя. В 1868 в училище была проведена значительная реформа программы образования. Собирался по-настоящему «звездный» преподавательский состав: Н.Е. Жуковский, А.В. Летников, Ф.Е. Орлов, П.Л. Чебышев – все они блестяще владели материалом, и любили то, что делали. Так, между преподавателями и студентами всегда была теплая, дружеская обстановка и взаимопонимание.

Владимир Григорьевич был очень способным, а главное – любопытным учеником, но гораздо большее значение имеет тот факт, что этому любопытству дали развиваться и тогда окончательно формировался характер гениального исследователя и замечательного инженера.

Список литературы

1. Владимир Григорьевич Шухов. Первый инженер России / Е.М. Шухова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003 (ППП Тип. Наука). – 366 с.

УДК 94

ПОЛЬША В 1944-45 ГГ.: ОСВОБОЖДЕНИЕ ИЛИ ОККУПАЦИЯ?

К.В. Букша, Д.Д. Капитонов, студенты

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

79067752969@yandex.ru

Научный руководитель: Е.Н. Крякин, ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

evgeniyasket@gmail.com

Мы живем во время, когда переосмыслению подвергаются даже самые, казалось бы, однозначные исторические события. В первую очередь это касается событий Великой Отечественной войны. Достаточно часто слышны высказывания, согласно которым освобождение стран восточной Европы войсками Советской армии представляло собой

оккупацию этих территорий с целью установления там прокоммунистических режимов. Такая оценка появилась в последние 30 лет на волне распада СССР и поддерживается сегодня рядом западных историков и общественных деятелей. Исторические документы свидетельствуют об обратном.

Данной проблеме посвящен ряд работ российских историков [1,2] и работа польского журналиста Петра Зыховича. [3]

Причиной нападения фашистской Германии на Польшу стал отказ правительства передавать Германии вольный город Данциг, который давал возможность построить автомагистраль в Восточную Пруссию, что мешало реализации Гитлеровской программы «жизненного пространства». Польша была оккупирована немецкими войсками в 1939 г.

3-4 декабря 1941 года в Москве прошли советско-польские переговоры и была подписана декларация правительств СССР и Польши о дружбе и взаимной помощи. СССР обязалось создать на своей территории Польские военные части, на которые было безвозмездно выделено офицерскому составу этой польской армии в октябре 1941-го – апреле 1942-го около 15,4 млн. руб. в целом. В 1943 году в СССР по обращению «Союз польских патриотов» были сформированы Польские военные части.

Крайне непросто было освобождение столицы Польши. В ходе операции «Багратион» силы правого крыла 1-го Белорусского фронта под командованием маршала Рокоссовского подступили к Варшаве еще в конце июля 1944 года. 14 января начала наступать 61-я армия генерал-полковника П.А. Белова. Она наносила удар южнее города. На следующий день, охватывая Варшаву с севера, пошла в наступление 47-я армия генерал-майора Ф.И. Перхоровича. За день она продвинулась на глубину до 12 км и вышла к р. Висла.

В сложившейся обстановке 61-я армия увеличила темпы преследования отходящего противника до 16–24 км в сутки, а 1-я армия Войска Польского под командованием генерала дивизии С. Г. Поплавского форсировала Вислу и начала наступать на Варшаву. В 3 часа дня Варшава была освобождена. Г.К. Жуков вспоминал: «С ожесточенностью изощренных садистов гитлеровцы разрушали квартал за кварталом. Крупнейшие промышленные предприятия стерты с лица земли. Жилые дома взорваны или сожжены... Город мертв». [2] Во время освобождения Польши советские войска понесли большие потери.

Иной взгляд на это историческое событие имеет польский журналист и историк Петр Зыхович - «Во время Второй Мировой войны у Польши было два врага: Германия и Советский Союз. Оба этих государства в 1939 году напали на Польскую Республику и разделили ее, оба использовали против поляков истребительные методы. Руками Гитлера Сталин избавился от людей, которые могли бы оказать сопротивление реализации его планов. В 1945 году мы сменили одного оккупанта на другого». [3]

Подводя итоги: на всём протяжении оккупации Польши фашистами, СССР пытался всячески содействовать её скорейшему освобождению, жертвуя на это не только огромное количество средств, но и жизни своих солдат. История помнит имена 580 тыс. советских солдат и офицеров Красной армии, которые в 1944–45 гг. отдали свои жизни за право поляков иметь свое государство.

Список литературы

1. Назарян. Е. Освобождение Варшавы. Режим доступа: http://mil.ru/winner_may/history/more.htm?print=true&id=12011004%40cmsArticle
 2. Молчанов Ф.А. Ветюгова И.П. Висло-Одерская операция и ее восприятие в исторической литературе // 70-летие победы в ВОВ: современное осмысление. Международной научно-практической конференции с участием студентов. Нижний Новгород, 2015. С. 51-53.
 3. Zychowicz, P. Pakt Ribbentrop-Beck czyli jak Polacy mogli u boku III Rzeszy pokonać Związek Sowiecki. Poznań: Dom wydawniczy Rebis, 2012. 368 с.
-

СЕКЦИЯ «СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНОЕ МИРОВОЗЗРЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА»

УДК 008

ВЛИЯНИЕ НАУЧНО- ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА НА КУЛЬТУРУ

А.И. Коврижкин, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Машиностроительные технологии»

t739204@yandex.ru

Научный руководитель: Н.С. Кунова, ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Прогрессивная, современная наука и техника открыли великолепие людского интеллекта, разума. Почти все западные философы техники считают, собственно, что цивилизация, культура по собственному существу едина и в основе этой целостности лежит творческая духовная и материальная работа. Не считая духовной культуры, есть, конечно же, доля материальной культуры, к которой относится и техника как работа, и ее средство, воплощающее в себя людские познания. Нынешний образованный человек обязан уметь воспользоваться, почти всеми, техническими средствами и способами.

Техника, являясь продуктом становления культуры, деятельно влияет на нее: 1) она создаёт искусственного происхождения среду обитания человека, являясь как бы «материальным телом» культуры; 2) с поддержкой техники решают общественные трудности и проблемы людей, при этом методами, применимыми с гуманистической точки зрения; 3) потребности культуры вызывают возникновение технических средств передачи информации.

Вследствие этого как метод получения, сбережения, обработки и передачи информации, как познания, цели и смыслы, выраженные в технических устройствах, считается частью культуры и необходимым моментом её становления, продолжения.

Никогда не стоит забывать, собственно, что информационно-технические и научные нововведения выступают как движущая сила, подрывающая сложившуюся ступень культурной жизни. Это случается по грядущим основаниям: 1) научно-технический прогресс кидает вызов власти самому существованию классическо-традиционных, религиозных и эстетических переживаний во всех их формах; 2) он закрепляет в сознании людей условный фетиш науки и техники; 3) он конвертирует повседневные дела меж людьми, изменяя социальные отношения производства, употребления и коммуникации; 4) он ослабляет воздействие культурных обычаев, лишая индивидуума опоры на них [1].

Научно-технический прогресс влиял, поменял тип жизни человека и всего общества, его внутренний мир. Оценку прогресса можно передать словами Карла Ясперса: «Одно, во всяком случае, очевидно: техника — только средство, сама по себе она не является ни хорошей, ни плохой» [2]. Цивилизация общения с механизмами, техникой не обязана отнимать у человека реальность, которую лишь только он способен брать на себя, и которая недоступна «машинному времени». В аспектах научно-технического прогресса от человека потребуются не лишь только образованность, но и высокая цивилизация и культура отношений с техникой. Научно-технический прогресс, является составляющим культурного процесса, практически во всем определяет его сущность. Прогресс общества характеризуется не лишь только покорениями науки и техники, но и выработкой общепризнанных мерок и оценок поведения, отображающих необходимости общественной системы и ее способности усовершенствовать связь личности и общества, развивать культуру. Степень культуры как ценностный факт отображает влечение людей к

вечному освоению-преобразованию реальности [3]. Цивилизация отображает процесс свободы-гуманизации человека в обществе, собственно, что считается высочайшим аспектом прогресса культуры.

Научно – технический прогресс не обязан обгонять прогресс церковный, духовный, высоконравственный. С внедрением современных достижений техники всё большая численность людей вступает на путь увеличения, повышения культурных ценностей, персонального саморазвития и усовершенствования окружающей среды.

Список литературы

1. Коэн Р. Социальные последствия современного технического прогресса // Новая технократическая волна на западе, 1986. С. 219-223.
2. Ясперс К. Истоки истории и ее цель. М., 1978. С. 153.
3. Каландия И.Д. Научно-технический прогресс и некоторые аспекты развития культуры // Перспективы человека в глобализирующемся мире. 2003. С. 41-61.

УДК 81.373.48

МЕМЫ КАК ЭЛЕМЕНТ КУЛЬТУРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Д.Е. Мельников, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Demetron99@mail.ru

Научный руководитель: Н.С. Кунова, ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Впервые понятие «мем» было использовано Ричардом Докинзом в книге «Эгоистичный ген» в 1976 году. Автор утверждает, что по аналогии с геном мем – репликатор, отвечающий за видоизменение и совершенствование культуры. Примерами мемов служат мелодии, идеи и модели поведения [1].

Суть понятия «мем» кроется в попытке экстраполяции многократно подтверждаемой наблюдениями эволюционной теории на культуру человека: мемы подчиняются принципам естественного отбора, многократно воспроизводятся в разных носителях, зачастую при этом видоизменяясь. Таким образом, в центре внимания оказывается не человек, носитель культурной информации, а абстрактная идея, способная воспроизводиться и распространяться между носителями. При этом становится очевидно, что «выживание» мема напрямую зависит от его способности задержаться в памяти носителя на время, достаточное для многократной его передачи. Из этого следует, что мем вовсе не обязан отображать истинную идею или по крайней мере обладать смыслом.

Более 20 лет с момента первого упоминания слово «мем» было известно достаточно узкому кругу людей, непосредственно связанных с наукой и интересующихся ей. С распространением Интернета и совершенствованием средств массовой коммуникации стало широко обсуждаться явление «медиавирусов» – навязчивых идей, фраз, паттернов поведения, значительно влияющих на сознание человека. Позднее за этим феноменом закрепилось название «Интернет-мем».

Характерной чертой современных интернет-мемов является игровая форма подачи: значительная их часть предполагает достижение комического или иронического эффекта, в том числе с помощью экспериментирования над языковыми средствами. Мемы из первой категории преследуют цель вызвать эмоциональный отклик у максимально возможного количества пользователей [2].

Ввиду того, что аудитория пользователей социальных сетей и форумов, основных источников интернет-мемов, представлена людьми различных возрастов, жизненных установок, профессий и увлечений, пространство мемов представлено множеством тематических групп, объединенных самой концепцией мема. Зачастую мемы,

посвященные локальному событию или узкоспециализированному знанию, распространяются среди остальных сообществ, при этом утрачивая свой изначальный смысл, т. е. «мутируя». В этом заключается особенность популярных мемов: это абстрактные идеи, изначальный смысл которых не играет роли в их распространении, а его понимание, следовательно, не обязательно для усвоения и дальнейшей репликации. Иными словами, мемы бессмысленны в отрыве от общекультурного контекста: их восприятие и осмысление напрямую зависят от личных качеств отдельно взятого индивида [3]. Вне зависимости от адекватности концепции мема по Докинзу с научной точки зрения, очевиден тот факт, что в настоящее время мемы, абстрактные идеи произвольной направленности и содержания, являются одним из самых мощных инструментов социокультурного взаимодействия, способными напрямую видоизменять сознание масс.

Список литературы

1. Докинз Р. Эгоистичный ген. Режим доступа: http://transyoga.ru/assets/files/books/okolo_psihologia/dokinz_egoGen.pdf (дата обращения 15.04.2018).
2. Щурина Ю.В. Интернет-мемы как феномен интернет-коммуникации. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/internet-memy-kak-fenomen-internet-kommunikatsii> (дата обращения 10.04.2018).
3. Оптимизация в социальных сетях - Social Media Optimization (SMO). Режим доступа: http://www.adbusiness.ru/content/document_r_412B4B46-50CB-4454-A58D-A60F8F3ED9CC.html (дата обращения 01.04.2018).

УДК 001.11

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС: СУЩНОСТЬ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Р.В. Швец, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Оптико-электронное приборостроение»

romasasha20@yandex.ru

Научно-технический прогресс – единое, взаимообусловленное, поступательное развитие науки и техники, производства и сферы потребления, основа социального прогресса. НТП как социально-экономическое явление общественного развития характеризуется коренными преобразованиями науки, техники и производства, суть которых заключается в систематическом накоплении и совершенствовании знаний и опыта, в создании и внедрении новых прогрессивных элементов производства, в научной организации труда и управления. Экономическим и социальным результатами научно-технического прогресса являются рост экономической эффективности общественного производства, увеличение национального дохода, повышение уровня народного благосостояния, создание лучших условий для высокопроизводительного труда и усиление его творческого характера [1].

Нынешняя технология весьма расточительна в отношении общественного труда, так как вызывает большие отходы обрабатываемого сырья. Так, около 25-30% потребляемых машиностроением черных металлов выбрасывается в отходы в виде стружки, опилок, угара. Таким образом, необходимость в коренных изменениях в технологических принципах обработки предметов труда обусловлена насущными потребностями развития общественного производства.

Механизация и автоматизация производственных процессов – это комплекс мероприятий, предусматривающих широкую замену ручных операций машинами и

механизмами, внедрение автоматических станков, отдельных линий и производств. Химизация – процесс производства и применения химических продуктов в народном хозяйстве и быту, внедрение химических методов, процессов и материалов в народное хозяйство. Химизация как процесс развивается по двум направлениям: применение при производстве различной продукции прогрессивных химических технологий; производство и широкое применение химических материалов в народном хозяйстве и быту[3]. Существуют и другие прогрессивные технологии производства, но для всех упомянутых характерно одно очень важное обстоятельство – более высокая производительность и экономичность. На современном этапе и в будущем вряд ли можно найти такой фактор, который бы так сильно влиял на производство, экономику и социальные процессы в обществе, каким является ускорение НТП [2]. Основой принятия управленческих решений в научно-технической сфере являются прогнозирование и планирование направлений НТП и инновационной деятельности. Прогнозирование развития науки и техники предполагает разработку системы частных прогнозов по важнейшим направлениям НТП и комплексного прогноза научно-технического развития. Они дают обоснованное представление о предполагаемых научных и технических результатах и достижениях, о возможных приложениях этих результатов в производстве и других сферах экономики, о последствиях НТП. Результатом внедрения достижений НТП является повышение эффективности функционирования народного хозяйства.

Перед современным высокоиндустриальным обществом встал ряд новых, зачастую не имеющих прецедента в истории цивилизации научно-технических и социально-экономических задач, которые требуют качественно отличных от распространенных подходов к их решению. В центре всех дискуссий о путях развития общества постоянно находится одна проблема сущности научно-технического прогресса, являющегося одновременно первопричиной и следствием быстрого изменения нашего мира, окружающей среды, структуры общества, экономики, занятости населения [2]. В то же время, несмотря на достаточно полную изученность многих частных проблем, отдельных явлений и процессов, связанных с НТП, остается неисследованным ряд глубинных взаимосвязей и зависимостей, определяющих структуру технико-экономического развития, без понимания которых отдельные разработки частных проблем не складываются в целостное представление о НТП.

Список литературы

1. Коптюг В.А. Роль и задачи Академии наук в развитии производительных сил страны // Российская академия наук. Сибирское отделение: Стратегия лидеров. Новосибирск: Наука, 2007. С.284-289.
2. Осипова Г.В. Российская социологическая энциклопедия. – М.: Норма-Инфра-М, 1998. 672 с.
3. Сергеев И.В. Экономика предприятия. Ростов н /Д: Феникс, 2003. 442 с.

УДК 316.48

СОЦИАЛЬНЫЕ КОНФЛИКТЫ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

А.А. Гайнетдинова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

gaynetdinova.arina@gmail.com

Научный руководитель: Н.С. Кунова, ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Как социальное явление конфликт впервые рассмотрен Адам Смитом в 1776 г. Экономист сформулировал: в основе конфликта лежит соперничество в экономическом плане и деление общества на классы. Родоначальник теории конфликтов - Карл Маркс. По

мнению философа, классовая борьба является движущей силой истории, меняет формации через социальные революции.

Р. Дарендорф в 50х гг. XX в. разработал теорию конфликтной модели общества. Социальные конфликты вырастают из структуры обществ, являющихся союзами господства и имеющих тенденцию к кристаллизуемым столкновениям между сторонами [1]. В современном мире конфликт, порождённый сменной характера власти и социальных отношений, - столкновение индустриального и постиндустриального обществ.

Социальная стратификация - неизбежное явление, существующее с незапамятных времён: Питирим Сорокин, говорил, что общество без расслоения – миф, так никогда и не ставший реальностью. При протекании социально-политического явления актуальным становится взаимодействие социальных групп, становление социальных интересов.

Перед нами иерархически организованное социальное пространство, где социальные слои дифференцированы по степени обладания властью, социальному статусу. Каждый социальный элемент имеет систему взглядов и ценностей, набор ролей. Это связано с глобализацией мирового пространства, интеграцией и регионализацией экономики, политики, информации и порождает социальные противоречия, переходящие в конфликты [2].

Социальный конфликт – высшая стадия развития противоречий в отношениях между людьми, характеризующаяся столкновением интересов. Масштабы конфликта разнообразны: от бытовой ссоры до массовой забастовки, от мятежа до революции и военного конфликта.

В основе социального конфликта лежит противоречие, которое не всегда переходит в открытое столкновение, может быть разрешено мирным путем.

К причинам социального конфликта относят неполную информацию, разлад между ожиданиями и поступками, логические ошибки в понимании. Особое место занимает разный объём прав по отношению к одному объекту.

Поводом для конфликта служит событие, направленное на корректировку поведения другой стороны, и влечёт за собой переход к открытому противостоянию (прения, санкции, изменения в законодательстве и т. п.).

Последствия социального конфликта противоположны. Конфликты разрушают социальные структуры, приводят к значительным затратам ресурсов, но они являются механизмом, который решает многие проблемы, сплачивает группы, меняет историю.

Многие социальные конфликты - дестабилизирующие события. Но также в результате конфликта возможно внедрение нового лидерства и новых норм. Конфликт может оказаться единственным выходом из напряженной ситуации.

Существуют различные способы урегулирования социальных конфликтов, в том числе уклонение, замалчивание проблемы, но они не решают противоречия, а смягчают. Возможно урегулирование ситуации путём привлечения третьих лиц – посредничество.

В современном мире проблемы возникновения конфликтов на фоне различного положения людей в социальной структуре особенно актуальны. Чтобы избежать столкновения интересов, необходимо создать в обществе более разветвлённую систему социальных лифтов. Важно ясно представлять истинные причины конфликта, объективные противоречия, интересы и цели субъекта. Имеет большое значение демонстрация готовности к сотрудничеству и взаимоуважения.

Список литературы

1. Дарендорф Р. Элементы теории социального конфликта // Социологические исследования. 1994. № 5. С.142-147.
2. Голенкова З.Т. Социальная дифференциация и социальное неравенство населения // Вестник ТГУ. 2011. № 8. С. 162.

УДК 316.4

ПРОБЛЕМА КОММУНИКАЦИИ В КОНТЕКСТЕ СОЦИОКУЛЬТУРНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА

Яковлева Е. А., бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

katya-yakovleva-97@mail.ru

В настоящее время проблема коммуникации всё активнее начинает занимать лидирующую позицию в современной картине мира. В историко-культурном развитии общества вплоть до середины XX века отношения между людьми носили в основном межличностный характер. По этой причине социальные механизмы закрепления и воспроизводства исторически сложившихся форм общения преследовали прежде всего цель формирования «типового общения». Формирование и развитие новых отношений со второй половины прошлого века повлекло за собой важнейшие изменения информационно-коммуникативных процессов. Это было обусловлено внедрением в область взаимодействия людей принципиально новых технологий и разработкой новой лексики. Развитие СМИ, интернета, а также новые возможности коммуникации, способствовали хранению, обработке и воспроизводству большого количества информации, что явилось основной причиной появления новых отраслей научно-прикладных знаний, изменения содержания и направленности коммуникационных процессов в их воздействии на человека.

Социальные процессы второй половины XX - начала XXI века, связанные с новыми тенденциями цивилизационного развития, увеличили интерес к различным проблемам коммуникации. На передний план общефилософского осмысления особенностей общения выдвинулась проблема диалога и понимания феноменов, раскрывающих природу современной коммуникации, важнейшим звеном которой в ситуации «Я - Ты» является язык. [3]

Быстротечность и многообразие, как единственный из основных особенностей нового формирующегося общества, порождаемого критериями переходного этапа к постиндустриальной культуры, подразумевают установление принципа культуры диалога как своеобразной чертой коммуникационных процессов в современном обществе. В коммуникационном пространстве современного мира крупномодульный вид коммуникации, временное либо неожиданное общение начинают приобретать всегда наибольшую роль, что увеличивает эмоциональное напряжение, содействует выходу в свет большого количества самостоятельных систем, множественных субкультур, истребляющие общие эталоны языка, ценностных ориентаций, мотивов и норм поведения.

Важность изучения данной проблемы в культурно коммуникативном плане поясняется отличительными чертами изменения этнолингвистической сферы перед воздействием нынешних миграционных процессов. В частности, одним из факторов упадка модификации мульти-культурализма является неосведомленность мигрантами языка принимающей стороны, что формирует не только культурно-коммуникативные, речевые и психологические препятствия полноценного социального и профессионального взаимодействия в правовом поле социума, но и является основанием, с целью сохранения замкнутости этнических групп, попавших в силу объективных факторов в условиях «вынужденного общения» в социуме. [2]

В сфере общения, проблемы в настоящем и ближайшем будущем откроют возможности, которые в принципе существуют, но не имеют большинства населения мира. Производительные секторы общества будут в большей степени зависеть от разумно спланированной организации труда, от понимания и опыта, а также от использования информации там, где и она необходима. [1] Технический прогресс и использование информационно-коммуникационных технологий в настоящее время достаточно

продвинулся вперед, с тем чтобы можно было прогнозировать тенденции и определять перспективы, а также выявлять вероятные риски и препятствия.

Список литературы

1. Коммуникация и общество, сегодня и завтра «Много Голосов Один Мир» ЮНЕСКО 1980 Режим доступа: <http://www.un-documents.net/macbride-report.pdf> (дата обращения 01.11.2017).
2. Чечулина С.Н. Национальная философская энциклопедия. Режим доступа: <http://terme.ru/termin/formalnaja-sociologija.html>(дата обращения 01.11.2017).
3. Молин А.Г. Четыре базовые позиции построения отношений <https://www.all-psy.com/stati/detail/4932> (дата обращения 03.04.2018).

УДК 316.44

РОССИЙСКИЙ ИНЖЕНЕР В СОВРЕМЕННЫХ РЕАЛИЯХ

Е.С. Шароборова, бакалавр

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

lisaenergo@yandex.ru

Роль и значение инженерной деятельности в современном обществе стремительно возрастает. После продолжительного периода снижения статуса инженера наблюдается изменение отношения к этой профессии. Инженер в современном мире – это создатель новой техники и технологии, проектировщик, исследователь, технолог, дизайнер, организатор и руководитель. Выпускник технического вуза одинаково хорошо должен уметь выполнять не только традиционно исполнительские функции (производственно-технологические, эксплуатационно-управленческие), но и творческие (экспериментально-исследовательские, проектно-конструкторские). Высокие требования предъявляются и к личностным качествам: широкий кругозор, гуманитарная культура, эрудиция, критическое мышление, социальная ответственность за результаты и последствия технической деятельности, стремление решить профессиональные задачи такими технологическими средствами, которые максимизировали бы позитивные и минимизировали негативные последствия воздействия техники на природное и социальное окружение.

Почти до самого конца XIX века профессия инженера была очень престижной, высокооплачиваемой и имела высокий социальный статус, инженер, как правило, оказывался на военной или государственной службе, что привлекало в профессию дворянскую молодежь, а для юношей из низших слоев инженерно-техническое образование являлось социальным лифтом в новое сословие. В советский период больше всего инженерно-технических специалистов училось в 1980-1981 учебном году, после чего в отечественной высшей школе началась постепенная тенденция снижения доли студентов инженерно-технического профиля[1]. Падение престижа инженерных профессий, особенно в последнее десятилетие существования СССР, было связано с «переизбытком» инженерных кадров, выполняющих, в основном, исполнительские функции, и низкой оплатой труда. Так, в царской России в 1913 г. среднестатистический оклад инженера на заводе в 10 раз превышал средний заработок малоквалифицированного рабочего и в 2-3 раза – квалифицированного. В то время как в 1985 г. разница в средних окладах в промышленности составляла 10%, а в строительстве оклад рабочих даже превышал оклад ИТР на 2,4%. В 90-х годах престиж инженерного труда продолжает снижаться, технические профессии и систематический труд на производстве, научно-исследовательских институтах и конструкторских бюро на фоне роста интереса к

предпринимательской деятельности, банковскому сектору развития экономики утрачивает какую-либо привлекательность у молодежи.

В настоящее время инженерная профессия вновь востребована на рынке труда. По данным Исследовательского центра рекрутингового портала Superjob.ru, в среднем по России на одну вакансию инженера производственного предприятия приходится порядка девяти резюме, в строительстве - около семи. Диапазон уровня заработной платы на инженерных позициях от 15 тыс. рублей (инженеры-стажеры производственных предприятий) до 100-250 тыс. рублей (главные инженеры заводов с опытом работы и высокими профессиональными навыками). Таким образом, инженеры стабильно входят в первую тройку рейтинга запросов работодателей, однако, требования к инженерно-технической подготовке возросли. В этих условиях для дальнейшего повышения интереса молодежи к инженерной профессии эксперты предлагают расширение целевого набора студентов, присвоение выпускникам инженерных факультетов квалификации «инженер» с соответствующей записью в дипломе, закрепление молодых специалистов на предприятиях благодаря существенному повышению их зарплаты и предоставлению им льготного жилья, улучшение материально-технического обеспечения учебных заведений.

Список литературы

1. Инженерные династии России: монография / под ред. В.А. Мансурова. М.: РОС, 2017. 92 с.

УДК 004

СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Б.Р. Худайбергенов, студент

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

borislav.98@mail.ru

Индустрия современных информационных технологий с каждым днём всё глубже внедряется в нашу повседневную жизнь, распространяясь на все её области. Увеличение информации с использованием новых информационных технологий даёт толчок для развития совершенно нового этапа техногенной цивилизации.

Информационное общество – это концепция постиндустриального общества, абсолютно новая среда развития общества, в котором главными продуктами производства являются информация и знания.

Информационные технологии – это процесс, использующий комплекс средств сбора, обработки и передачи данных для получения информации о состоянии объекта, явления и т.д.

В последнее время термин «информационные технологии» выступает синонимом термина «компьютерные технологии», так как все информационные технологии на сегодняшний день связаны с применением компьютера.

Процесс информатизации общества представляет собой совокупность технико-технологических, экономических и других факторов. Эти факторы обеспечивают получение, обмен и применение информации, в современном, обществе. Данный процесс сказался на творческой и культурной деятельности социума. Цифровые технологии обеспечили возможность синтеза практически всех традиционных видов информации. Это открыло новые возможности для её хранения. В свою очередь, Интернет обеспечивает доступ к этой информации с любого места земного шара и ближнего космоса.

На этой основе возникают новые формы потребления услуг в сфере культуры, а также способы их оказания. Появляются новые виды творчества. С помощью Интернета и мультимедиа человек получает возможность инновативно реализовать свой творческий

потенциал, стать иным, создать и творить свой образ, вступать в новые социокультурные отношения.

Многие музеи, галереи, библиотеки, театры и другие учреждения культуры создают свои сайты в Интернете. Основной целью этих сайтов часто является информирование об их деятельности, экспозициях, мероприятиях и т. п. Некоторые музеи создают на своих страницах виртуальные экспозиции, позволяющие людям насладиться прекрасным, не покидая своего дома. Подобные экспозиции создают и крупные Интернет-порталы. В частности, можно отметить проект «Art Project» [1]. Данный проект позволяет совершить виртуальные туры по таким местам как Музей Ван Гога (Амстердам), Галерея Уффици (Флоренция), Лондонская Национальная галерея и т.д.

Безусловно, процесс информатизации имеет ряд серьезных проблем.

Во-первых, это проблема авторского права, интеллектуальной собственности - обеспечить их в современных условиях гораздо труднее.

Во-вторых, проблема хакерства, электронных вирусов, способных разрушить годами накапливаемые базы данных, а также важные проекты.

В-третьих, преобразование человеческого типа мышления.

Процессы технизации приводят к формированию нового образа человека. Но человек есть образ Бога и не может стать подобием машины, не перестав существовать. Однако мы не можем отказаться от современных технологии так как информатизация является глобальным процессом. [2] Сегодня, принимая во внимание все преимущества и недостатки новых технологии, следует поставить задачу - осмыслить все негативные воздействия, вытекающие из взаимодействия социума, личности и информации, и на основании этого анализа найти наиболее правильное и эффективное решение данной проблемы.

Проблемы, порожденные процессами информатизации, носят практический характер и чрезвычайно актуальны. От их решения зависит судьба каждого из нас, нашей цивилизации и культуры в целом.

Список литературы

1. Google Arts and Culture. Режим доступа: <http://www.googleartproject.com> (дата обращения 12.04.2018).
2. Бердяев Н. Человек и машина // Вопросы философии. 1989. Т.1. № 2. С. 150.

УДК 332 (075.8)

ПРОБЛЕМЫ ПРИВАТНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ И АНОНИМНОСТИ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МЕГАПОЛИСА

С.А. Соловьев, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

sergey.soloviev@inbox.ru

Современные мегаполисы – это передовые мировые информационные центры. Огромные города аккумулируют научные, интеллектуальные ресурсы, таким образом, создавая благодатную почву для технологических инноваций. Далее речь пойдет в основном о городах, занимающих лидирующие позиции в рейтингах информатизации, внедрения технологий электронного правительства, электронной коммерции, охвата и скорости сетей мобильного интернета и Wi-Fi [1].

Большинство жителей крупных мегаполисов имеют персональные мобильные устройства и с высокой регулярностью выходят в сеть. Пользование этими технологиями предполагает сбор, передачу и хранение определённых данных о пользователях, что актуализирует вопрос безопасности этих данных.

В качестве одной из важнейших ценностей современного общества декларируется приватность персональных данных, под которыми данными в разных ситуациях подразумеваются разные понятия: во-первых, это информация, позволяющая идентифицировать человека (его фамилия, имя, номер паспорта); во-вторых, вообще любая информация, касающаяся личности человека (информация о его перемещениях, покупках, действиях в сети интернет). Мы будем пользоваться вторым, более широким определением. В настоящее время существует множество проблем и угроз приватности личных данных, причём особенно сильно этим рискам подвержены горожане как наиболее активные акторы интенсивной информационной городской среды и сети интернет.

Всё больший оборот набирают технологии отслеживания поведения в интернете (например, clickstream analysis). Большинство крупных компаний борются сегодня именно за возможность наладить сбор электронных «слепок» пользователей сети, поэтому главное для них – это привычки и пристрастия – то, что можно монетизировать, используя в целях маркетинга. В этом случае человек может сохранять свою анонимность, то есть наблюдателю не будет известно, какая конкретная личность стоит за тем или иным набором сетевых транзакций, что при этом не умаляет финансовой ценности данных о его поведении в Интернете [2].

Ещё один канал сбора данных о человеке – это открытые источники. Пользуясь только лишь данными, размещёнными человеком в открытом доступе, можно составить приблизительный сценарий его последних 5 – 10 лет жизни. Особенно к бездумному распространению персональных данных склонны представители поколения Y, то есть молодые люди, для которых интернет – это скорее данность, обыденное средство коммуникации и естественная органичная часть окружающего мира, нежели инновационная технология. [3]

Ещё одно уязвимое место – перемещения. Существует множество способов определить траекторию движения человека в городе: сигнал SIM, подключения к Wi-Fi роутерам, GPS. Помимо этого большая часть городского пространства оснащена видеокамерами, которые позволяют не просто наблюдать за перемещениями человека, но отслеживать его жесты и мимику.

Важным аспектом проблемы контроля пользователями своих данных является непрозрачность механизмов их использования. Для интернет-пользователей решением проблемы контроля частных данных должно стать повышение уровня цифровой грамотности, выработка ответственного отношения к попыткам скрытого контроля над их действиями и манипуляциям, совершаемым с целью получения их персональных данных.

В современном мире существует множество противоречий в вопросах неприкосновенности частной жизни, сохранения конфиденциальности личных данных, особенно остро эта проблема касается жителей передовых мегаполисов, в которых анонимность человека исчезает как явление. Существует множество противоречий, и поиск компромисса между всеми заинтересованными сторонами ещё только предстоит человечеству.

Список литературы

1. Середина М.И. Тенденции развития современных мегаполисов мира // Сервис в России и за рубежом. 2011. №4. С. 247-251.
 2. Прончев Г.Б., Монахов Д. Н., Лонцов В. В. Безопасность виртуальных социальных сред в информационном обществе // Пространство и Время. 2013. №4 (14). С. 231-236.
 3. Турканова В.И. Приватность в Интернете и распространение личных данных подростками // Научные ведомости БелГУ. Серия: Философия. Социология. Право. 2010. №20 (91). С.292-295.
-

УДК 316

ОБРАЗОВАНИЕ В ИНДУСТРИАЛЬНОМ И ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОМ ОБЩЕСТВЕ: ТЕНДЕНЦИИ ТРАНСФОРМАЦИИ

Д.А. Саркисян, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Автоматизация технологических процессов и производств»

s.david99@mail.ru

Концепции индустриального и постиндустриального общества представлены в работах А. Тоффлера и Д. Белла [1, 2]. Индустриальное общество – стадия развития общества, в котором преобладающей отраслью экономики является промышленность. Индустриальное общество характеризуется механизацией и автоматизацией производства, ростом уровня жизни населения, урбанизацией. На этом этапе сформировалась традиционная система образования, цель которой – вооружить ребенка навыками и умениями для применения их в будущем. Педагог должен был передать ученику определенный объем знаний. Считалось, что выпускник вуза, получивший диплом, обладает запасом профессиональных знаний на всю жизнь и этих знаний достаточно, чтобы решать стоящие перед ним профессиональные задачи.

Постиндустриальное общество – это стадия развития общества, начавшаяся в 20 веке в результате научно-технической революции, характеризующаяся развитием науки и техники, повышением уровня образования, медицины, качества жизни людей. Ведущая роль в обществе нового типа принадлежит знаниям и информации. Важнейшим сектором экономики становятся технологии и инновации. В результате научно-технических достижений поменялся тип коммуникации в социуме. Появились новые требования к человеческому труду – высококвалифицированный студент должен уметь самостоятельно ориентироваться во всевозрастающем море информации, принимать решения, быть способным к творческому труду. Преимуществом на рынке труда обладает студент, получивший адекватное новым требованиям образование. Образование должно стать непрерывным процессом. Вместе с тем, исследования показывают, что современное образование этим требованиям не отвечает.

Британский педагог К. Робинсон видит основную проблему современного образования в том, что оно способствует снижению дивергентного мышления ребенка. Дивергентное мышление – способность человека творчески решить задачу или проблему, выдав большое количество разнообразных решений. Это важнейшее интеллектуальное качество человека, которое должно развиваться у ребенка с детства и в течение образовательного процесса. Однако уровень дивергентного мышления падает у детей со временем: 1500 детей из детсадов прошли одинаковое тестирование на уровень дивергентности мышления. Оказалось, что 98% из них – гении дивергентного мышления. Через 5 лет эти же дети показали более низкий уровень дивергентности мышления. Этот показатель снизился еще через 5 лет [3]. Несложно сделать вывод, что современная система образования не способствует развитию творческого мышления у учащихся. Это негативное влияние образования было присуще и индустриальной эпохе, поскольку детей готовили лишь к определенному, «рутинному» труду.

По моему мнению, причиной данной проблемы является то, что система образования перестроиться в соответствии с новыми требованиями не успела. Образование до сих пор отвечает интересам индустриальной эпохи, носит стандартизированный характер, направленно на среднестатистического ученика и не учитывает необходимость развития творческих качеств личности на основе индивидуального подхода. Только радикальное изменение парадигмы образования

сможет привести новые уникальные методы и методики, способные развить творческое мышление и индивидуальность каждого ребенка.

Список литературы

1. Тоффлер Э. Шок будущего. М.: ООО «Издательство АСТ», 2002. 557 с.
2. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования. М.: Academia, 2004. 788 с.
3. Робинсон К. О смене парадигмы образования. 2011. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=Ps4hp7LS568> (дата обращения: 28.03.2018).

УДК 130.2

КУЛЬТУРА И АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО

А.С. Петруничева, студент

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

alexandrapetrunicheva@gmail.com

На сегодняшний день понятие культуры охватывает все стороны деятельности человека и общества. Технологическая культура является фундаментальным компонентом общей культуры. Под ней понимают уровень развития деятельности человека, выражающийся в совокупности достигнутых технологий материального и духовного производства, позволяющего эффективно участвовать в современных технологических процессах на основе взаимодействия с природой, обществом и технологической средой [1].

Космическое пространство и на сегодняшний день остается недостаточно освоенным. Объясняется это, с одной стороны, дороговизной проектов, огромными финансовыми затратами, с другой – не изученностью проблем, связанных с длительным пребыванием в космосе будущих астронавтов и переносимостью ими нагрузок. Тем не менее ряд стран и различных компаний разрабатывают технологии, которые кардинально могут изменить нынешнее положение в деле освоения космоса.

Одна из технологий связана с использованием космического лифта. Подобная гипотетическая конструкция основана на применении троса, протянутого от поверхности планеты к орбитальной станции. По тросу поднимается подъемник, несущий полезный груз. Данная конструкция должна эффективно снизить стоимость выводов грузов в космос, однако на сегодняшний день не существует достаточно прочного материала для воплощения этой идеи в жизнь. Необходим материал, который будет в 100 раз прочнее стали. Сегодня многие ученые делают ставку на углеродные нанотрубки, но технологии их получения в промышленных количествах и сплетениях в кабель только начинают разрабатываться. [2].

К технологиям будущего можно отнести перспективный проект: магнитный космический поезд Startram, который теоретически можно реализовать уже в наши дни на существующих технологиях. Он способен уменьшить стоимость вывода грузов в космос с 11000 долларов до 40 долларов. Суть заключается в построении навесного вакуумного тоннеля длиной 130 км, внутри которого будет разгоняться аппарат на магнитной подушке. Из-за отсутствия сопротивления воздуха, скорость можно увеличить до 32000 км/ч. Край тоннеля необходимо будет поднять на 20 км над уровнем моря для разрядки воздуха, вследствие чего вылетевший из трубы поезд не сгорит от столкновения с атмосферой Земли и продолжит полет со скоростью 9 км/сек. Воплощение в жизнь подобного проекта станет огромным прорывом для всего человечества [3].

В NASA разработан проект NAVOC, предполагающий отправку пилотируемых дирижаблей на Венеру, на которой средняя температура составляет 462 °С, атмосферное давление в 92 раза выше, чем на Земле, часто бывают кислотные осадки. Учёные

предлагают создать облачные города на высоте 50 км, чтобы температура воздуха опустилась до 75 °С, давление стало сравнимо с земным, а радиационный фон сильно ослаб.

Агентство NASA выделило финансы на создание «ловца астероидов», который обезопасит Землю и позволит добывать полезные ресурсы на них на космической базе. Астероиды представляют собой очень ценные космические объекты. Например, 19 июля 2015 году рядом с Землёй пролетел астероид стоимостью в 5 трлн. долларов, полностью состоящий из платины. Также на Луне содержится огромное количество ценного гелия-3, необходимого для нужд термоядерной энергетики, которого хватило бы всему человечеству еще на пять тысячелетий.

Выводы: даже если часть данных проектов осуществится, то это будет большой прорыв человечества и новый этап в развитии его культуры. Люди просто обязаны мечтать и искать пути воплощения своих идей – это единственный путь прогресса человечества.

Список литературы

1. Сущность технологической культуры / Основы технологической культуры / 2001-2005 / Режим доступа: <http://otk.wmsite.ru/lekcija-2/vopros-1/> (дата обращения 4.04. 2018).
2. Аршинова А. Космический лифт и космические сложности // Компьютерра. Режим доступа: <http://old.computerra.ru/vision/605022/> (дата обращения: 7.04. 2018).
3. Анатолий А. Startram – поезд в космос Режим доступа: <https://xakep.ru/2012/03/21/58450/> (дата обращения 5.04.2018).

УДК 130.2

ВЛИЯНИЕ ИНТЕРНЕТА НА МОЛОДЁЖЬ

А.М. Горбунова, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

gorbunova98@bk.ru

В настоящее время невозможно представить жизнь без Интернета. Темпы развития информационных технологий удивляют, ведь именно они стали причиной побуждений для нововведений в различные сферы жизни: экономическую, политическую, социальную, духовную. Изначально Сеть была создана для связи между исследователями и учеными, но сейчас Интернет приобрел глобальный характер. Взглянув на нынешнее поколение, с легкостью можно увидеть в руках каждого гаджет. Сейчас у многих есть выход в Интернет, что, конечно же, существенно облегчает жизнь.

Целью работы является исследование положительного и отрицательного влияния Интернета и информационных технологий на молодое поколение, а также выявление значимости Интернета в жизни молодежи. Задачи: выявить интенсивность использования и значимость социальных сетей в жизни молодежи; изучить преимущества и недостатки влияния Интернета; провести социологический опрос и понять, чем для молодежи является Интернет; предложить некоторые профилактические рекомендации.

Несомненно, развитие компьютерных технологий вызывает множество проблем в обществе, и среди них проблемы свободы, влияния и безопасности. Именно поэтому виртуализация культуры и сознания – один из источников мировоззренческих проблем, а, значит, один из источников значимых вопросов современной науки.

К сожалению, помимо преимуществ, Интернет принес в жизнь современных людей и много отрицательных моментов. Одним из ключевых вопросов, стоящих в мире, это Интернет-зависимость. Некоторые люди теряют интерес к жизни, если у них отсутствует соединение с Интернетом. Наряду с отечественными учеными этими проблемами

занимаются зарубежные исследователи. Например, в Китае для борьбы с этой распространенной проблемой, правительство открыло восемь специализированных диспансеров для лечения интернет-зависимости. Такого же мнения придерживаются и японцы. В последние несколько месяцев Южная Корея, Таиланд и Вьетнам тоже предприняли меры, чтобы оградить своих граждан от излишнего увлечения виртуальной реальностью. В рамках этих мер ограничен допуск детей в интернет-порталы и внедрены системы «родительского контроля», которые автоматически прекращают сеанс связи через каждые пять часов.

Еще одной проблемой является давление на людей, особенно на подростков, так как они очень уязвимы к различным агитациям. В Интернете можно попасть на различные сайты, которые могут пропагандировать насилие, убийство, войны, склонять к различным мнениям, которыми могут быть ложными.

В рамках исследования был проведен опрос студентов. Единицей наблюдения стали молодые люди в возрасте от 17 до 23 лет (113 опрошенных). Подведя итог, можно сделать вывод, что новые технологии оказали огромное влияние на повседневный образ жизни. Опрошенные каждый день посещают Интернет-страницы (90%). Можно заметить, что молодые люди тратят огромное количество времени на общение (52%) и поиск различной информации (37%), отказываясь от посещений театров, библиотек. Многие из проанкетированных чаще всего находятся в сети больше, чем предполагали, также они пытались ограничить своё посещение Интернета (75%). Молодежь видит вред в долгом пользовании Интернетом. В заключение хотелось бы предложить несколько профилактических рекомендаций, чтобы хоть как-то снизить давление и влияние Интернета на молодёжь:

- пытаться ограничивать часы нахождения в сети;
- увеличить время общения с друзьями, родными и близкими;
- без необходимости не засиживаться в Интернете;
- сократить просмотры видеороликов во время потребления пищи;
- в свободное время не сидеть в Интернете и, к примеру, уделить время родственникам, здоровью, пешим прогулкам, занятию спорта, чтению, вышиванию и другим различным занятиям.

Список литературы

1. Романченко Н. В. Влияние интернет-технологий на развитие России в целом // Молодой ученый. 2016. № 4. С. 162-164. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/108/26071/> (дата обращения 14.04.2018).
 2. Habrahabr. Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/5083/> (дата обращения 13.04.2018).
 3. Interfax. Режим доступа: <http://www.interfax.ru/russia/608461> (дата обращения 13.04.2018).
-

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННАЯ АНАЛИТИКА И ПОЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

УДК 319

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РОССИИ: СОСТОЯНИЕ, УСЛОВИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

В.Н. Балинец, бакалавр

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

vbalinec@gmail.com

Научный руководитель: А.В. Ореховский, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

orehovskiy46@yandex.ru

Проблемы окружающей среды и экологии являются неотъемлемыми компонентами национальной безопасности и благополучия страны. Развитие экологической безопасности выступает как совокупность необходимых условий в научно-технологической сфере, воздействующих в различных направлениях на экономическую сферу. В России сложная экологическая обстановка, так как вместо утилизации мусора и доставки его на перерабатывающее предприятие, подрядчики, большинства управляющих компаний, вывозят несортированные отходы на полигоны, которые располагаются вблизи населенных пунктов, что неблагоприятно сказывается на экологической обстановке и здоровье проживающего там населения.

Размещение отходов на свалках ведет к выделению метана - одного из парниковых газов и опасных химических веществ, которые оказывают вредное воздействие на окружающую среду. Сжигание отходов ведет к выбросу газов из труб сжигающих их заводов. Эти газы содержат опасные химические вещества для человеческого организма, такие как кадмий, ртуть и свинец. Помимо этого, на природную среду оказывает влияние выделение биогаза - метана, кислорода, углекислого газа, содержание которых может составлять десятки процентов. Эти величины превышают санитарные нормы и могут вызвать удушье человека. Биохимическое разложение и химическое окисление материала свалки может сопровождаться образованием очагов выделения тепла с повышением температур до 75°C, т.е. возможно самовозгорание отходов. Гниение материала ТБО сопровождается распространением запаха на расстояние более 1 км.

На момент написания статьи, широкий резонанс вызвал скандал вокруг мусорного полигона «Ядрово» в Волоколамском районе Московской области, выброс ядовитого газа из которого, предположительно, стал причиной госпитализации десятков детей 21 марта 2018 года. Отправной точкой для этих событий можно считать прямую линию с В. Путиным, после которой были закрыты несколько полигонов в Подмоскowie (например, полигон «Кулаковский» в Чеховском районе, свалка в Балашихе и др.). Но ситуация лучше не стала, мусор стали свозить на другие полигоны, что еще раз подтверждает, что логистика управления в стране налажена плохо.

В России государственная экологическая политика определяется рядом законов, международных соглашений, постановлений Правительства РФ, указами Президента РФ. Существенную роль призвано сыграть осуществление государственного регулирования в области экологического сотрудничества и трансфера технологий между предприятиями. В первую очередь открытие новых заводов, где может происходить не только переработка, но и сортировка мусора. На сегодняшний день в России функционирует 243 мусороперерабатывающих завода, 50 мусоросортировочных комплексов и 10 мусоросжигательных заводов. При этом свалками заняты семь миллионов гектаров земли.

Ежегодно на них вывозят свыше 250 кубометров только твёрдых коммунальных отходов[1].

По статистике, за 2015 год из жилых зон вывезли 282,3 млн кубометров твёрдых бытовых отходов. На мусоросжигательные заводы было направлено только 2,4%, на перерабатывающие объекты — 7% , остальные 90,6%, или 255,2 млн тонн, отходов захоронили на свалках и полигонах[2]. Предприятия в состоянии переработать большее количество отходов, но не в состоянии отсортировать его от пищевых отходов. Тогда есть два пути решения проблемы – это либо сортировка мусора уже жильцами дома (что маловероятно так как большинство россиян к этому могут быть не готовы), либо такие предприятия, которые будут заниматься исключительно сортировкой отходов и отвозом их на перерабатывающие заводы. В этой связи нужно просвещать население об экологической безопасности, необходимости сортировке мусора. Включить эту информацию в содержание реклам, тематических передач в медиа структурах. Необходима подготовка специалистов в этой области, регулирующие и управляющие деятельностью каждой ступени по пути утилизации мусора. В. Путин поручил правительству до 1 июля 2018 года в рамках госпрограммы "Охрана окружающей среды" на 2012-2020 годы подготовить подпрограмму по созданию отрасли обращения с твердыми коммунальными отходами замкнутого цикла (раздельный сбор, транспортирование, обработка, утилизация и размещение).

Необходимо менять систему управления, внедрять новые подходы, следить за режимом и исключать коррупцию, которая сейчас так широко распространена в стране. Необходимы кардинальные изменения в этой сфере, которые, как считает автор, могут привести только молодые специалисты, необходимо использовать опыт развития охраны окружающей среды у европейских стран, где уже давно применяются передовые технологии по сортировке и переработки мусора.

Список литературы

1. Ратай Т.В. Наука, технология, инновации. Режим доступа: [https://issek.hse.ru/data/2017/09/07/1172519569/NTI N 64 0709 2017](https://issek.hse.ru/data/2017/09/07/1172519569/NTI_N_64_0709_2017) (дата обращения 03.04.2018).
2. Экологические законы РФ. Режим доступа: <https://210fz.ru/zakon-ob-ekologii/> (дата обращения 03.04.2018).

УДК 285 /032

ГИПЕРБОЛОИД БАУМАНСКОГО КОНСТРУКТОРА ШУХОВА

Е.А. Доронина, бакалавр

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

doroninaliz@gmail.com

Научный руководитель: А.В. Ореховский, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

orehovskiy46@yandex.ru

Среди великих имён - выпускников ИМТУ, МВТУ и МГТУ им. Н.Э. Баумана, таких как С.П. Королёв, Н.Е. Жуковский, А.Н. Туполев, П.О. Сухой, С.А. Лавочкин, В.М. Петляков, В.М. Мясищев особенно выделяется имя выдающегося инженера, изобретателя и ученого Владимира Григорьевича Шухова. Родился Шухов 26 августа 1853 в городе Грайвороне Курской губернии (ныне Белгородская область) в дворянской семье. С детства он проявлял способности к конструированию. В 1871 году после окончания гимназии в Санкт-Петербурге с отличием блестяще сдал вступительные экзамены в ИМТУ. Ещё будучи студентом, Шухов сделал своё первое изобретение – форсунку для сжигания жидкого топлива.

В 1876 Шухов закончил Училище с золотой медалью. Он отклонил предложения остаться в ИМТУ для подготовки к профессорскому званию и избрал практическую деятельность инженера-проектировщика.

В конце 1870-х в России интенсивно развивались многие отрасли производства: металлургия, машиностроение, горное и нефтяное дело. Это открывало широкие возможности для деятельности отечественных инженеров. И инженер Шухов не остался в стороне. Он взялся за решение комплекса сложных научно-технических проблем нефтяной промышленности – от проектирования технических средств добычи нефти до создания нефтепроводов и первого в мире мазутопровода с подогревом. Он создал конструкцию шнурового насоса непрерывного действия и ряд других конструкций насосов для подъёма и перекачки нефтепродуктов, предложил метод подъёма нефти с помощью сжатого воздуха – эрлифт. Этот способ лёг в основу принципиально новой технологии добычи нефти.

Важный вклад внёс Шухов и в развитие нефтяной гидравлики, создав классическую теорию нефтепроводов. Этим исследованиям предшествовала его деятельность в области гидравлики воды. По проектам Шухова были построены водопроводы в Тамбове (1883), в Москве (1911), Воронеже, Киеве, Николаеве (1907), Харькове и других городах и на многих железнодорожных станциях.

Шухов, разработал конструкции металлических стропил для зданий различного назначения. Все конструкции отличались геометрической формой, двоякой кривизны в виде паруса, надутого ветром или фрагмент гиперболического параболоида. Здания нового типа были построены Шуховым в Москве, Петербурге, Выксе, Майкопе, в Севастопольском и Кронштадском портах. Особенно ярко проявление инженерного творчества видно в московских зданиях с великолепными формами светопрозрачных перекрытий: Верхние торговые ряды (ГУМ) (1889-1894), дебаркадер Киевского (1912-1917) и покрытие Казанского вокзалов, Петровский пассаж (1903-1906), Московский почтамт (1911-1912) и многие другие.

По проектам В.Г. Шухова изготавливались паровые насосы, строились мосты Средне-Сибирской железной дороги, мостовые электрические краны, доменные, мартеновские и прокатные цехи металлургических заводов. В 1903 году Политехническое общество в составе 42 человек во главе с Н.Е. Жуковским единогласно избрало Шухова своим почётным членом.

В годы первой мировой войны инженер внёс весомый вклад в развитие военной техники. Он конструировал ботопроводы и плавучие мины, боны для швартовки кораблей и платформы для осадных орудий... Отношение Шухова к новой власти после 1917 года было неоднозначным, но, будучи истинным патриотом, он отверг множество лестных предложений уехать в Европу и США. Все права на свои изобретения и все гонорары он передал государству.

В послереволюционные годы широко развернулась творческая деятельность Шухова как учёного и инженера. Он создал принципиально новую конструкцию, которая получила название «башня Шухова» - сетчатая башенная конструкция, образованная пересекающимися прямолинейными стержнями, расположенными по поверхности однополостного гиперболоида. Первая такая башня была построена для вышеупомянутой Всероссийской промышленной выставки, а позже было возведено более 200 стальных сооружений. Самая высокая башня Шухова была построена по заданию В.И. Ленина в 1919 – 1922 годах в Москве. В 1921 году с неё впервые в СССР началось массовое радиовещание, а в 1945 – телевещание. В.Г. Шухов был человеком широкого интеллектуального кругозора. Наряду с инженерной деятельностью у него было немало и других увлечений. По словам его дочери Веры Шуховой-Лапшиной, он очень любил

музыку, литературу, искусство. Был предан спорту, для занятий которым всегда находил время. Но самыми большими его увлечениями были шахматы и фотография.

Советское правительство высоко оценило знания, труд и опыт инженера. Шухов был избран членом ВЦИК. В 1927 и 1928 годах был избран членом Московского Совета депутата трудящихся, в 1928 ему было присвоено звание Героя Труда, а в 1929 одному из первых – звание заслуженного деятеля науки и техники, лауреата премии В.И. Ленина.

Владимир Григорьевич Шухов умер 2 февраля 1939 года. Он был похоронен на Новодевичьем кладбище. На доме 5 по улице Орджоникидзе, где он жил установлена мемориальная доска.

Владимир Григорьевич Шухов, один из замечательных конструкторов конца XIX – начала XX столетия, входит в число выдающихся инженеров России. Наряду с Г. Эйфелем, Р. Мелартом и Э. Фрейсине Владимир Григорьевич Шухов является основоположником современных строительных конструкций. Это учёный и инженер с разносторонним талантом, колоссальной энергией и огромной работоспособностью. За 63 года инженерного труда – почти 700 осуществлённых проектов. Им опубликовано 25 работ и получено 11 патентов. Научно-техническое творчество В.Г. Шухова является живым примером для формирования инженерных кадров нашей Родины.

Список литературы

1. Энциклопедия «Кругосвет». Режим доступа: <http://www.krugosvet.ru> (дата обращения 05.04.2018).
2. Энциклопедия. Т. «Техника». М.: Аванта+, 2000.
3. Новый политехнический словарь. М.: Большая Российская Энциклопедия, 2000.

УДК 285 /032

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЦЕННОСТНЫХ ОРИЕНТАЦИЙ СОВРЕМЕННОЙ РОССИЙСКОЙ МОЛОДЕЖИ

А.А. Кудря, бакалавр

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

Anton.Kudrya@gmail.com

Научный руководитель: А.В. Ореховский, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

orehovskiy46@yandex.ru

Ценностные ориентации молодежи — очень важный и чрезмерно значимый предмет исследований социально-гуманитарных наук. Целиком осознать важность этой темы можно, только определив, какую роль играет молодежь в современном обществе. В молодых отражается накопленный опыт и культурные традиции, через них проектируется и прогнозируется будущее. Молодежь, по сути, задает социальный смысл современности. И важным аспектом всего этого являются ценностные ориентации, так как они выражают основные жизненные цели людей.

Автор в данной работе делает попытку проследить тенденцию в изменениях ценностей у молодежи и выявить основные факторы, влияющие на их формирование. Прежде всего, следует отметить, что процесс трансформации ориентаций может происходить как в позитивном, так и в негативном ключе.

Но прежде чем анализировать изменения, касающиеся ценностных ориентаций и норм морали в современном обществе, необходимо ответить на вопрос: «Какие сферы жизнедеятельности и факторы влияют на формирование и развитие ценностей у молодежи?».

В научной литературе выделяют четыре базовые важнейшие сферы:

а)социальная , б)общественно-политическая, в)экономическая и г)духовная. Все эти сферы оказывают воздействие на развитие и становление личности. Особо велико это влияние в детском и юношеском возрасте. Главными факторами ценностных ориентаций молодежи, по мнению экспертов, являются семья, здоровый образ жизни, здоровье, образование и материальное состояние. Примечательно, что стремление к благополучному финансовому состоянию ориентирует и стимулирует молодежь сильнее, чем интерес к той или иной деятельности. И это не удивительно, ведь мы живем в условиях рыночных отношений. В мире , где отношения строятся на денежной основе , и где зачастую без денег нельзя достичь желаемого результата и поставленных целей . Именно поэтому ценности стали меняться, что в свою очередь привело к падению престижа многих значимых профессий и к росту страстного желания «сколотить бабки». Последствия таких ценностных ориентаций имеют печальные, а то и трагичные результаты.

В любой ситуации, словно у монеты, есть 2 стороны. Посмотрев с каждой из них, можно сделать различные выводы, порой даже диаметрально противоположенные. Рассматривая данную проблему нельзя отрицать тот факт, что у молодежи сегодня в целом сохраняются ценности, сформированные исторически и делающие человека — позитивным типом личности. Так например по данным исследования среди молодежи 43 % процента респондентов на вопрос о важнейшей ценности высказались в пользу здоровья , 33% самой важной ценностью назвали возможность получения образования , а 28% - материальное благополучие.[2] Как видно из результатов исследования такие важнейшие ценности как здоровье и образование сохраняются и до сих пор. Другое дело, что на практике данные ценности не всегда получается реализовать, а зачастую происходит так, что материальное положение становится на первое место. Но это жизнь, и не всегда наши желания совпадают с нашими возможностями, не всегда получается следовать классическим ценностям, иногда приходится жертвовать чем-то по тем или иным причинам. Но суть остается неизменной — в большинстве своем современная молодежь, хоть и на словах, но все же правильно расставляет жизненные ценности.

Отсюда и противоречия в сложившейся ситуации, но это совершенно не означает, что молодежь утратила базовые моральные ценности.

Отягощающими факторами сегодня выступают, как показывают, исследования алкоголизм, наркомания, суицид, девиантное поведение и т.д. В этой связи в государстве должны быть созданы условия, формирующие тенденции здорового образа жизни, а это целый комплекс мероприятий, вовлекающих в орбиту жизненных интересов молодых людей разных социальных слоев – это такие как научно-техническое творчество ,образование, спорт, культура , искусство, где каждый может себя реализовать. При таких условиях ценностные ориентации, если и будут трансформироваться, то только в позитивном направлении, усиливая национальный код российских граждан.

Список литературы

1. Вебер М. Основные социологические понятия М., 2014.
2. Российский статистический ежегодник М.:2017.
3. Ценностные трансформации современной российской молодежи // Межвузовская студенческая научная конференция: сб. научных статей. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014.

УДК 252/015

ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ИСТОРИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ

Д.В. Маяков, бакалавр

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

danil.mayakov@yandex.ru

Научный руководитель: А.В. Ореховский, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

orehovskiy46@yandex.ru

Мы живем на прекрасной большой стране, которая омывается 2-мя океанами, 13-ю морями, а территория от северных широт до субтропиков, от Чукотки до Калининграда, на 11 часовых поясах, имеет несметные полезные ископаемые, здесь чудеса природы могут скрываться практически в каждом уголке. Памятники природы - это отдельные объекты или участки территории, имеющие определенную ценность - историческую, эстетическую, географическую, научную и культурную, которые влияют на формирование сознания человека, его ментальность. В этой связи сегодня остро встает вопрос о бережном отношении к природе как богатству “Богом данное“. При этом природным памятником может выступать и отдельно стоящее дерево или скала, и целый лесной массив и другие природные феномены. Порой они занимают огромные площади. В современной классификации природными памятниками бывают: гидрологические, геологические, ботанические, зоологические, гидрогеологические, комплексные природные памятники.

К гидрологическим относятся реки, озёра, системы озёр, лиманы, водохранилища, водопады или же отдельные участки водных объектов, отличающиеся уникальными особенностями. Геологические памятники природы - это всевозможные обнажения или выходы горных пород и редких минералов на поверхность земли. К гидрогеологическим относят различные источники и гидротермальные комплексы. Широко и разнообразно представлены ботанические памятники природы. Это могут быть целые лесные массивы или же отдельно расположенные уникальные представители флоры. К зоологическим памятникам природы могут относиться места гнездования птиц или ареалы обитания редких видов животных. Также существуют и комплексные памятники, объединяющие в себе сразу несколько компонентов природного ландшафта.

Такие объекты, как правило, охраняются государством. Причем правовой режим памятников природы в каждой из стран свой, индивидуальный. В целом ценность этих объектов довольно высока и приравнивается по строгости к заповедникам.

Большой проблемой в нашей стране является тот факт, что многие природные объекты не внесены в соответствующие списки и не имеют охранного статуса. Порой местные жители даже не подозревают, что они проживают в уникальном природном окружении. Более того, многие памятники природы существуют только «на бумаге»: никаких реальных мероприятий по их охране, к сожалению, не ведется.

В 2001 году на конференции ЮНЕСКО было сформулировано понятие «Памятники природы» - это нерукотворное культурное наследие, а также особые процессы в человеческой деятельности и творчестве, способствующие возникновению чувства преемственности и поддержанию самобытности культур. В настоящее время признанными памятниками природы международного уровня на территории РФ: Озеро-Байкал, вулканы Камчатки, золотые Алтайские горы, Убсунурская котловина, Западный Кавказ(Адыгея), Приокско-террасный заповедник и др.

В изменчивой повседневности современный человек все яростнее ощущает потребность в причастности к чему-то непреходящему. Идентифицировать себя с чем-то извечным, изначальным – значит обрести чувство стабильности, определенности,

уверенности. Таким целям служит культивация исторического сознания – особого комплексного образования, позволяющего личности приобщиться к генетической памяти своего народа и других культур, а также перерабатывать и транслировать историческую событийно-национальную информацию. Формирование исторического сознания возможно только в опоре на историческую и генетическую память.

Способы и варианты возможного использования таких объектов строго регламентированы и прописаны. При этом очень часто присутствуют сезонные или какие-либо иные ограничения по их эксплуатации. Существует несколько возможных вариантов использования памятников природы. Среди них:

- научно-исследовательское (изучение и мониторинг состояния геосистем, а также их отдельных компонентов);
- рекреационно-туристическое (прокладка прогулочных дорожек, троп, организация экскурсий);
- охранное (защита редких или исчезающих видов, сохранение природных экосистем и ландшафтов);
- производственное (лишь в том случае, если оно не противоречит установленному правовому режиму охраны конкретного объекта).

Памятники природы России очень многочисленны, о них можно рассказывать часами. В каждом регионе нашей Родины есть свои уникальные и неповторимые природные творения. Все они, без всякого сомнения, заслуживают внимания и бережного отношения к себе. Не стоит забывать, что Природа - это наш общепланетарный дом!

Список литературы

1. Бусыгина И.М. Политическая география. Формирование политической карты мира: учебник для студентов вузов. М.: Аспект пресс.
2. Памятники природы. Режим доступа: https://www.syl.ru/article/167257/new_pamyatniki-prirodyi-ohrana-i-pravovoy-rejim-pamyatniki-prirodyi-rossii (дата обращения 18.04.2018).

УДК 318:02/5

ЭКОЛОГИЯ КАК ПОЛИТИЧЕСКИЙ ФАКТОР ВЗАИМОСВЯЗИ ПРИРОДЫ И ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА: СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Е.А. Миронова, бакалавр

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

lizabet.mir@gmail.com

Научный руководитель: А.В. Ореховский, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

orehovskiy46@yandex.ru

Экологическая тематика прочно вошла в нашу жизнь с семидесятых годов прошлого века. Хозяйственная деятельность человека и ее воздействие на природу признаются избыточными, ведущими к глобальным изменениям. А в России изменяющаяся экономическая ситуация, дефолты и кризисы конца двадцатого – начало нынешнего века еще более остро обостряют экологические проблемы. Потому что в кризисных условиях мало кто беспокоится о предотвращении вредных выбросов в атмосферу. Наоборот, экономят на природоохранных затратах, нарушая законы.

В связи с изношенностью основных фондов участились залповые и аварийные выбросы вредных ингредиентов. Состояние воздушного бассейна городов и промышленных центров ухудшается. В список городов с наибольшим уровнем

загрязнения (41 город) вошли: Архангельск, Братск, Грозный, Кемерово, Красноярск, Москва, Новосибирск, Норильск и др.

Недавние события в Волоколамске, районном центре Московской области, говорят нам о том, что сегодня экологические проблемы жестко требуют решения на уровне законодательной и исполнительной власти.

Административный контроль и государственное регулирование использования природных ресурсов оказываются вершиной айсберга столкновения различных интересов, латентных конфликтов, лидерства, политического контроля. И теоретически и практически происходит формирование такого термина как политическая экология.

За годы перестройки и перехода к рыночным отношениям в России были созданы специальные органы экологической политики.

В 2002 году в России был принят Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и Экологическая доктрина РФ, в 2009 году была подписана Президентом РФ В.В. Путиным Концепция национальной безопасности РФ до 2020, в которой в том числе были намечены основные направления решения проблем в сфере экологии.

Уже на государственном уровне приходит понимание, что необходимо системное осмысление политических аспектов экологических проблем. Этот процесс проходит тяжело, часто через митинги и акции протеста. На сайте Общественной палаты, к примеру, существует неполная, плохо систематизированная, но все же примечательная «летопись» борьбы россиян за чистоту экологии. Одно из самых впечатляющих успехов экологов и граждан - в 2010 году в Хакасии, где экологи и общественные активисты выступили против строительства кремниевого завода в Абакане, вынудив республиканские власти поставить крест на проекте.

Подобные акции экологов проходили не только в Абакане, но и Красноярске, Новокузнецке и Новохоперске и других местах. Эти акции имеют целый ряд схожих черт.

Политическая активность населения по вопросам экологии позволяет заключить, что категория «политическая экология» стабильно вошла в научный оборот. Но системного понимания его в масштабе государственной политики пока не появилось, есть только общие слова: «экологический кризис» и «надо этим заниматься». Анализ социологических опросов граждан Европы и России, что европейские респонденты выражают более заботливое отношение к природе, нежели россияне, которые не видят конфликта между экономическим ростом и экологическими ценностями.³

Автор для себя сделала вывод, что выстраивание экологической политики на случайных основаниях и локальных конфликтах делает ее как минимум неэффективной, как максимум задерживающей развитие технического прогресса. Исторически мы боремся или за противопоставление природы и человека, максимально ее эксплуатирующего; или за единство человека и природы и отказ от технологий. Возможно, ли свести эти понятия? Политическая экология и активное развитие ее, надеюсь, сможет ответить на этот вопрос. Специализация автора неразрывна, связана с космосом, его освоением и космическими технологиями.

Освоение космоса — это поворот во взаимоотношениях общества и природы. Существующие в земной природе ограничения на деятельность общества в принципе, возможно преодолеть путем выхода за пределы планеты: вовлечение в сферу человеческой деятельности новых видов вещества и источников энергии, носящих в своей основе космический характер, вовлечение их в сферу материального производства.

В целом, практический интерес представляет использование космического пространства для создания сети солнечных электростанций (в космосе процесс преобразования солнечной энергии в электрическую гораздо эффективнее) и передачи их энергии на Землю, вынос в космос энергоемких и опасных для биосферы производств.

В связи с практическим освоением космоса важно отметить нереальность двух крайних позиций: одна из них - предотвращение экологической угрозы только земными

средствами (точка зрения противников освоения космоса); вторая - освоение космоса в качестве реальной возможности для человечества покинуть Землю в преддверии экологической катастрофы.

Думаю, что развивая космические технологии, мы отсрочим приближение экологического кризиса. Но космос – это не панацея от наших проблем с экологией Земли. Кто знает, может через 100 лет мы будем бороться за экологию космоса, превратив и его во вселенскую помойку?

Мы столько лет, развивая технический прогресс, загрязняли планету. И теперь нужно повернуть процесс обратно: развивая технологии, помочь природе. Без активного участия государства и общества это невозможно.

Список литературы

1. Экологические проблемы России. Режим доступа: http://studbooks.net/980907/ekologiya/ekologicheskie_problemy_rossii (дата обращения 03.04.2018).
2. Экологическое сознание россиян. Режим доступа: <https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=3702> (дата обращения 03.04.2018).
3. Матвеева Е.В. Экологическая политика современной России // Известия Алтайского государственного университета. 2010. № 4–1. С. 303–308.

УДК 332 (075.8)

ФЕЙКОВЫЕ НОВОСТИ И ФЕНОМЕН ПОСТПРАВДЫ КАК ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОБЩЕСТВЕННОЕ МНЕНИЕ

Д.В. Годорожа, студент

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

sweettwister23@gmail.com

В 2016 году словом года, по версии издательства «Oxford University Press», стало – post-truth (постправда). Как отмечают составители Оксфордского словаря английского языка, понятие «описывает обстоятельства, в которых объективные факты менее важны для формирования общественного мнения, чем обращение к эмоциям и личным убеждениям». Причем, когда, по прошествии времени, раскрывается настоящая правда, она становится для общественности уже неинтересной [2].

В 2017 году составители словаря Collins Dictionary назвали словом года fakenews. Частота использования этого словосочетания с 2016 года возросла на 365%, говорится в сообщении. Словарь дает следующее определение «фейковых новостей»: «Ложная, часто сенсационная информация, распространяемая под видом новостного сообщения» [1].

Официальное признание понятий «фейковые новости» и «пост-правда» говорит не только об их эффективности, но и об их востребованности людьми, которые давно живут в мире «фейка».

Фейковые новости становятся политически значимыми, когда в политической борьбе активно задействуются социальные сети, когда предвыборная повестка дня или внешнеполитическая стратегия государства распространяется не только посредством классических медиа-ресурсов (газет и телевидения), но и через реальные и подставные аккаунты в сети. Причем объём и частота такого информационного потока значительно превышает возможности классических СМИ.

Важной отличительной особенностью фейковых новостей является разрушение «монополии на новости сверху», т.е. когда новость из частного аккаунта тиражируется, зачастую без должной проверки, известными СМИ. При этом создается эффект внушения, когда одна и та же ложь, транслируемая разными источниками, передается от

пользователя к пользователю, удостоверяя себя на этом пути. Непосредственная вера фейковым новостям возникает ещё и потому, что интернет считается свободным информационным пространством, не связанным цензурой. Эти факторы способствуют тому, чтобы пользователи верили, а ньюсмейкеры манипулировали.

Таким образом, идея ответственности за новостной контент стала основным требованием, предъявляемым и частными лицами и государствами, находящимися в состоянии информационной войны.

Группы учёных, исследующих феномен фейковых новостей и постправды в американских и британских университетах, приходят к неутешительному выводу. Как считает В. Рубан люди не готовы поразмыслить над фактами, которые противоречат их точке зрения. Аналогичной точки зрения придерживается и У. Мой, директор независимой британской организации FullFact. По его словам, впадая в ленивый цинизм по поводу того, что нам говорят, мы позволяем тем, кто нам лжет, уйти от ответственности за эту ложь [3].

Все это свидетельствует о том, что эффективная борьба с фейковыми новостями и постправдой невозможна без совместных усилий государственных структур, крупных социальных сетей и новостных платформ, общественных организаций и, конечно же, главных потребителей информации – самих людей.

Список литературы

1. Гатинский А. В Великобритании словом года стали полюбившиеся Трампу «фейковые новости». Режим доступа: <https://www.rbc.ru/society/02/11/2017/59faf31b9a7947fcb324b717> (дата обращения 23.03.2018 г.).
2. Оксфордский словарь признал словом года «постправду». Режим доступа: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/582c02509a7947f4e8c6bdc9> (дата обращения 23.03.2018 г.).
3. Грэй Р. Почему нам нравится читать фейковые новости. Режим доступа: <http://www.bbc.com/russian/vert-fut-39792764> (дата обращения 23.03.2018 г.).

УДК 32.019.51

ТЕЛЕВИДЕНИЕ КАК ТЕХНОЛОГИЯ МАНИПУЛИРОВАНИЯ

К.В. Ким, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

kim.kirill.2014@mail.ru

Телевидение – это и источник СМИ, и предмет досуга, и обучающий фактор, и многое другое. Сегодня наша страна столкнулась с проблемой отсутствия или недостаточным контролем за телевидением.

В развитых странах телевидение является мощным средством образования. Создаются специальные телеканалы, как общеобразовательные, так и тематические (о науке, технике, природе и т.д.), что нельзя сказать о российском телевидении. Наше телевидение перенасыщено программами развлекательного, криминального характера. Засилье на телеэкране низкопробных сериалов, юмора «ниже пояса», угождение из-за погони за рейтингом – все это вошло в практику современного ТВ. Все информационные программы у нас на 80-90% одинаковы. Кроме этого существует и еще ряд проблем, таких как: навязчивость рекламы и недостаток информации о происходящих событиях в стране и регионах.

Можно перечислять множество минусов нынешнего регулирования телевидения. Как же решить данную проблему?

Телевидение должно показывать человека, который умеет бороться, умеет постоять за себя, может подсказать власти, что и как надо делать в сложившихся обстоятельствах. Это необходимо для формирования образа нации.

Обратимся к зарубежному опыту. В США, где телевидение коммерческое, как, по сути, так и по содержанию. Однако, именно в США, регулирует и контролирует телевидение специальная Федеральная комиссия связи (ФКС). По мнению ФКС радио и телеканалы должны нести общественно-полезный и образовательный характер. Например, у нас до недавнего времени на телеканалах РЕН ТВ и ТНТ показывали «фильмы для взрослых» вечером. В США за нарушение данного правила наложен штраф.

Другая не менее развитая страна Япония подошла к этому вопросу с другой стороны. Главной особенностью телевидения в этой стране является национальный характер телевидения. Программы иностранного происхождения составляют 4-5% эфирного времени.

Пожалуй, самый высокий уровень информационной культуры достигла Великобритания. Ведь именно в ней самая крупная корпорация «Британская вещательная компания» ВВС. Главными принципами, которым следует ВВС являются информативность. В Британии стараются решить задачу наиболее полного информирования общества о положении в стране. С другой стороны, лицензия предписывает компании ВВС воздержаться от выражения собственного мнения в программах, не выражать поддержку определенной политической линии и по возможности представлять максимальное число точек зрения на рассматриваемые проблемы[1]. Хотя ВВС является крупным лидером в своем деле, она все равно подчиняется государству. Главным аргументом такого опыта является то, что именно государство способно найти баланс между развлекательными, информационными и культурными программами.

Особенностью телевидения во Франции является полное подчинение государству. Законодательство Франции о телерадиовещании состоит из Закона о свободном вещании. Закон требует объективности передачи информации, высокого качества и разнообразия программ, сохранения и пропаганды французского языка и французской культуры.

Как показывает мировая практика, проблема, раскрытая в этой статье, является решаемой. И главную роль в регулировании телевидения играет государство.

Список литературы

1. Бочарников И.В. Зарубежный опыт правового регулирования телевизионного вещания // Безопасность Евразии. 2009. № 4. С. 440.
2. Бережная М.А. Проблемы социальной сферы в алгоритмах телевизионной журналистики. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2009. 330с.
3. Ольшанский Д.В. Психология масс. СПб.: Питер, 2002. 368с.

УДК 332 (075.8)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

И.Д. Журавлев, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

zhuravlicki@mail.ru

Современная Россия должна гордиться своими традициями инженерного образования и инженерной мысли. Ушедший XX век можно с полным правом назвать и «временем инженерии», и «веком инженеров». Ценой усилий многих поколений

человечество по крохам добывало знания, накапливало технические умения, готовя почву для ростков инженерной мысли. В Советском Союзе было много талантливых изобретателей, непревзойдённых инженеров, гениев конструкторской мысли, которые подарили миру не только полезные вещи, но и множество прорывных технологий, способствующих прогрессивному развитию человечества.[1]

Однако традиция искусственно была пресечена посредством насаждения «офисных» специальностей, а также различных форм подготовки огромного числа юристов и экономистов в конце 1990-х– начале 2000-х гг. В связи с этим из России число людей с высшим техническим образованием, эмигрирующих за границу достигло 200 тысяч человек.

В соответствии со стремлением популяризировать инженерные профессии, 5 марта 2015 года был утвержден план мероприятий, направленных на популяризацию рабочих и инженерных профессий. В план включены такие мероприятия, как национальный чемпионат WorldSkillsRussia, Всероссийский форум рабочей молодёжи. Планируется, что реализация плана охватит около 600 тысяч человек.

Методы популяризационной деятельности делятся на пассивные и активные. К пассивным методам относятся:

- приглашение профессионалов на тематические вечера;
- организация лекториев;
- посещения предполагаемыми абитуриентами образовательных учреждений;
- организация «Дня открытых дверей»;
- выступление ученых вуза в СМИ.

Активные методы популяризационной деятельности требуют более тщательной подготовки и направлены на косвенное вовлечение предполагаемых абитуриентов в мир науки и студенчества.

В качестве активных методов профориентации отмечается:

- организуемые в вузах различные лагеря (спортивные, научные);
- организация научных исследований по актуальным вопросам
- организация олимпиад для школьников.
- Работа в интернете, а именно создание роликов, указывающих на актуальность и важность технической специальности
- Создание инженерных порталов, где можно подробнее познакомиться с интересующими техническими специальностями.[2]

К молодому поколению на данный момент крайне необходим современный подход, поэтому акцент нужно сделать на эффективные методы профориентационной работы, которые позволяют вовлекать выпускников в активные действия по начальному знакомству с профессией, формировать их заинтересованность.

Подводя итоги можно оценить статистические данные. Конкурс на инженерно-технические направления вырос до 7 заявлений на место. Средний показатель по стране – восемь заявлений на место. Если прежде более 60% студентов шли в гуманитарные вузы, то сейчас более 60% и даже 70% выбирают инженерные специальности, направления, связанные с точными науками.[3]

Список литературы

1. Морозов В.В., Николаенко В.И. История инженерной деятельности. Введение. Харьков: НТУ ХПИ, 2007. С. 3.
 2. Паскарь В. С. Современные формы профориентационной работы в ВУЗах // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. Т. 27. С. 64–68. Режим доступа: <https://e-koncept.ru/2017/574011.htm>(дата обращения 07.04.18)
 3. Коваленко А. Кому корочки инженера. Режим доступа: <http://expert.ru/ural/2016/37/komu-korochki-inzhenera/>(дата обращения 07.04.18)
-

УДК 323.3

ПРОБЛЕМА ЭФФЕКТИВНОГО СТАНОВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Далечин А.С., Мухин К.С., Филин М.А., студенты

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Машиностроительные технологии»

Alexultrax@ya.ru

Maxim.Filin.2009@yandex.ru

В настоящее время проблема «утечки мозгов» для нашей страны, как никогда актуальна, поскольку последние годы усилился отток молодых специалистов из России. Инженеры, учёные покидают пределы нашей страны с целью найти более выгодные условия для своей жизни и работы. Несмотря на то, что поток «научных мигрантов» несколько снизился, по сравнению с 1990-ыми годами, количество уехавших за границу специалистов по-прежнему велико [1].

Для решения данной проблемы, необходима реализация комплекса мер на государственном уровне.

Прежде всего, необходимо кардинально пересмотреть распределение бюджета, которого выделяется несоизмеримо мало на развитие российских наукоемких областей и на обеспечение достойных условий труда для научной элиты страны. У нас принято вкладываться в то, что будет давать результат непосредственно «здесь и сейчас», что является совершенно неуместным, когда речь идет о научных разработках.

Из вышесказанного вытекает, что необходимо предусмотреть выработку такой национальной политики, которая будет направлена на преимущественное финансирование именно тех направлений научных разработок, которые отвечают задачам, стоящим перед страной.

Стоит также отметить чрезмерную бюрократизацию, отталкивающую научных кадров с огромным потенциалом от развития своих идей в нашей стране. Ведь даже для оформления элементарного патента, например, нужно не просто выдать гениальную идею, не имеющую каких-либо аналогов, но и собрать груды документов, для получения которых необходимо буквально целыми днями бегать из одного конца города в другой [2].

Также назрела огромная нужда в разработке принципиально нового подхода работы программы по обмену опытом, которая будет предусматривать заключение контрактов не только со странами, принимающими наших ученых, но и договоров с самими учеными, которые будут стимулировать возвращение ученых на родину для продолжения работы по-прежнему на благо государства.

Еще одним из важнейших пунктов по работе с интеллектуальной элитой является подключение к этому процессу (помимо создания комфортных условий для взрослого поколения ученых) молодого поколения и даже детей, необходимо с самого раннего детства вырабатывать в умах детей идеи и подтверждать непосредственными наглядными примерами: что быть умным и развивать свои идеи поощряется государством, а не пускается на самотек.

Разработка программ для совместной работы отечественных инженеров и инженеров за рубежом, причем как для обмена опытом, так и для укрепления связей между странами. При этом данная разработка должна предусматривать такой момент как командировки и создание условий для возвращения специалистов на родину [3].

И, наконец, мы считаем, что необходимо кардинально поменять отношение к инженерно-техническим специалистам. Ведь сегодня они не считаются в большинстве своем своеобразной элитой, а это должно быть так, ведь именно эти люди двигают нашу

страну вперед по пути развития, что не должно оставаться незамеченным, а наоборот - должно быть почитаемым.

Список литературы

1. Демографический ежегодник России. 2017: Стат. сб. М.: Росстат, 2017. 263 с.
2. Условия получения патента на изобретение. Режим доступа: <https://www.pravda.ru/navigator/patent-na-izobretenie.html> (дата обращения 04.04.2018)
3. Shuval J. T. World Economic and Social Survey 2005. Financing for Development / Development Policy and Analysis Division (DPAP). – Department of Economic and Social affairs. UNO. N.Y., 2005. 96 p.

СЕКЦИЯ «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ОТ ПРОШЛОГО К БУДУЩЕМУ (ФИЛОСОФСКИЙ АСПЕКТ)»

УДК 007

ФИЛОСОФИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ СОВРЕМЕННОЙ ИНФОРМАТИКИ

Н.А. Хандрамай, бакалавр

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

bagamawa@gmail.com

Научный руководитель: В.П. Седякин, д.ф.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Понятие информатики возникло очень давно, ещё до появления первых компьютеров. Известно, что задолго до появления письменности первобытные люди обменивались информацией с помощью мимики, жестов, речи и изображений. Философия информации в нашей стране начала развиваться относительно недавно, каких-то 40 лет назад [2]. Своим становлением она обязана активизации интереса к новым направлениям информатики: таким, как квантовая и биоинформатика.

Информатика, как наука, зародилась и начала развиваться благодаря следующим дисциплинам: математика, логика, теория связи, электроника. Например, концепции формального языка, алгоритмов были выработаны в математической логике. А булевские функции и машина Тьюринга оказали непосредственное влияние на общую структуру компьютеров. Взаимодействие информатики, логики и теории алгоритмов остается крайне тесным до сих пор.

Как ни странно, но информатика продолжает вызывать неподдельный интерес у учёных. До сих пор в разных источниках появляются определения понятия «информатика» и главного объекта ее исследования – информации. Это происходит постоянно. А с появлением в мире большого числа различных Академий в области информатики и информатизации данная деятельность активизировалась. Диапазон подходов и предложений весьма широк. Например, предлагаются новые наименования обсуждаемого научного направления. Лидирующие позиции занимают термины: «информатика» и «computer science» (в англоязычных странах).

Проанализировав различные дефиниции понятия, можно сформировать некое «усреднённое» определение информатики. Итак, информатика – это наука о методах и средствах сбора, хранения, передачи, представления, обработки и защиты информации [1].

Такие теории, как теория информации, алгоритмов, формальных языков и др., являются методами, формирующими теоретические основы информатики [2]. К средствам информатики можно отнести, прежде всего, вычислительную технику и информационные системы, а также системы связи и передачи данных, информационные технологии.

Не трудно догадаться, что объектом информатики выступает информация.

В настоящее время основные дискуссии о сущности и роли информации сосредоточены вокруг двух концепций – функциональной и атрибутивной. Основным предметом спора сторонников этих концепций является вопрос о наличии информации в неживой природе. В чём же различия этих двух концепций? Если первая рассматривает информацию в качестве атрибута, который присущ всем уровням материи, то вторая связывает информацию с самоуправляемыми и самоорганизуемыми системами [1] (иными словами, как связанную с жизнедеятельностью человека).

Подходы к определению количества информации тоже весьма разнообразны: энтропийный, алгоритмический, комбинаторный, структурный и ряд других.

В заключении хочется отметить, что все выше изложенное говорит о необходимости дальнейшего философского осмысления феномена информации, ее взаимосвязи с материей и энергией.

Список литературы

1. История информатики и философия информационной реальности: учебное пособие. Под ред. Р.М. Юсупова, В.П. Котенко. М.: Академический проект, 2007. 431 с.
2. Колин К.К. Философия информации: структура реальности и феномен информации // Метафизика. 2013. № 4 (10). С. 61–84.
3. Седакин В.П. Вопросы изучения философии и методологии информатики // Прикладная информатика. 2016. Том 11. № 4 (64). С. 135 – 136.

УДК 008

ПРОБЛЕМА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕХНОСФЕРЫ В «ЭКОТЕХНОСФЕРУ»

Н.Н. Литвинов, бакалавр

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

nikoliton@gmail.com

Научный руководитель: И.П. Кавинова, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Техносфера, по мнению В.И. Вернадского, – часть естественной природной среды (биосферы), преобразованной человеком с помощью прямого или косвенного технического воздействия с целью удовлетворения своих материальных, социальных и культурных потребностей [1]. Из этого определения следует, что техносфера – это не только сама техника, т.е. дороги, здания и сооружения, городская и промышленная застройка, но и всё, что было создано человеком при помощи техники или появилось вследствие использования техники.

Искусственная среда обитания оказалась несовместимой с естественной средой (биосферой) ни по вектору эволюционного развития, ни по принципам построения, ни по характеру протекающих в ней процессов.

В статьях Ю.Л. Ткаченко описаны основные характеристики технологий «экотехносферного строительства» (ТЭТС) и «природовосстанавливающих» технологий (ПВТ) в качестве одного из вариантов решения проблемы техносферной безопасности [2, 3]. Автор данных статей настаивает на том, что три основных принципа должны быть положены в основу «природоподобных» технологий: синтез биомассы, поддержание балансов круговорота вещества, средообразование [3].

Первым и одним из наиболее важных и удавшихся экспериментов по воплощению в жизнь «природоподобных технологий», стало осуществление отечественной программы «Биос». В опытах удалось достичь полной замкнутости по газообмену и 95% замкнутости по водообороту. К сожалению, в конце 1980-х годов финансирование программы

практически прекратилось, и проект был заморожен. Для восстановления и сохранения этого проекта в 1992 г. создан Международный центр замкнутых экологических систем [2].

Вторая попытка создать замкнутую экосистему – программа «Биосфера-2», построенная под влиянием идей Дж. Лавлока, представлявшего биосферу разумным организмом по имени «Гея». Авторы рассчитывали на проявление внутри экспериментальной установки телеологии (целесолагание) у экосистемы. Но эксперимент сознательно прекращен в конце 1993 г., так как дальнейшее пребывание бионавтов внутри комплекса могло представлять опасность для их здоровья. Эксперимент был признан неудачным, так как произошла «мини экологическая катастрофа», которая, однако, помогла собрать большое количество информации о возможных последствиях для человека различных экологических проблем.

Третьей замкнутой системой жизнеобеспечения является комплекс моделирования закрытой экологической системы обеспечения жизни на лунной базе «ЮЭгун-1» в Пекине. Главная задача китайского комплекса – создание замкнутой биорегенеративной системы, а основным направлением исследований, продолженных в рамках данной программы в Красноярске стало изучение работоспособности испытателей-операторов в условиях длительной изоляции [2, 3].

Подводя итоги, можно сказать, что интеграция «природоподобных» технологий в существующую техносферу поможет решить экологические проблемы не в ущерб развитию человечеству. В этом и заключается важность создания замкнутых экосистем.

Список литературы

1. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. М.: Айрис-пресс, 2007. 576 с.
2. Ткаченко Ю.Л. О дисциплине «Экология техносферы» // Безопасность жизнедеятельности. 2013. № 4. С. 42-46.
3. Ткаченко Ю.Л. «Какие технологии являются природоподобными? // Международный научно-исследовательский журнал Успехи современной науки. 2016. № 3 (1). С. 101-108.

УДК 130.2

ИСТОРИКО-ФИЛОСОФСКИЕ СМЫСЛЫ СТАНОВЛЕНИЯ ТРАНСПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ

С.С. Гончаров, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
stts11@bk.ru

Научный руководитель: И.Г. Тихая-Тищенко, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Одна из важных задач современной философии науки – решение проблем в области разработки искусственного интеллекта, что напрямую связано с нейронными сетями и нейрокompьютерами, их аппаратной реализацией. Если смотреть на процесс в исторической ретроспективе, то среди создателей транспьютерных систем с использованием моделей, аналоговых тем, что в дальнейшем получили название «мемристоры», фигурируют имена американских, китайских, индийских учёных и специалистов ряда других стран. Вместе с тем, известно, что проблемами нейрокompьютинга у нас активно занималась группа специалистов во главе с А.И. Галушкиным. В 1992 году руководимый им коллектив создал первый российский нейрокompьютер на отечественных комплектующих, в разработке которого принимали участие студенты и аспиранты ведущих технических вузов страны – МВТУ, МАТИ, МГУ, МФТИ [1]. Названные достижения еще недостаточно освещены в историко-научных

трудах, хотя, вне сомнения, представляют немаловажный интерес для специалистов. Ведь информационное общество предполагает формирование новых человеческих качеств, на которые еще в 1970-х гг. одними из первых указали: основоположник инженерной психологии в России В.П. Зинченко, создатель московского Института человека И.Т. Фролов, организатор Римского клуба А. Печчеи. Эти качества прорабатываются научно-технической элитой через профессиональный труд, и яркий пример такого подвижничества даёт нам основоположник нейрокомпьютинга в России, выпускник МВТУ им. Баумана А.И. Галушкин, создатель и первый главный редактор научного журнала «Нейрокомпьютеры».

Разрабатываемые Галушкиным и его коллективом системы на базе транспьютеров («транзистор» + «компьютер») позволили оптимизировать нейросети за счет компактности и высокой степени распределенности информации. Технология мемристоров становится сегодня своеобразным научным брендом, поскольку сходным образом (запоминание сопротивления после прохождения тока) ведут себя и нейроны мозга [2]. На основании мемристоров создаются приближенные к реальности модели–работы человеческого мозга, которые используются не только для хранения кратных объемов данных, но и для создания аналогов человеческой памяти и сознания. В этой связи возникают философские вопросы, которые ещё только предстоит разрешить, а именно: о природе творчества, неподвластного имитации с помощью ИИ (искусственного интеллекта); о возможностях использования ИИ в целях развития способностей творческого мышления; о влиянии оптимизируемых программ ИИ на способности философской рефлексии; о возможных рисках подмены творческой мысли самообучаемыми транспьютерными комплексами. Названные проблемы настойчиво обсуждаются в области философии науки и техники, нейрофилософии и нейронауки, где отмечается противоречивый характер возможных решений. Служат ли современные информационные технологии объективации идей человеческого разума или способствуют также развитию самосознания и становлению нового уровня его субъективации? Оптимистичную точку зрения по данному вопросу обосновывает в своих трудах М. Хайдеггер, утверждая, что высокие технологии следует использовать как в изучении человеческой природы, так и в управлении процессами ее совершенствования. Возникающие на этом пути риски могут быть преодолены укреплением моральной ответственности инженера-профессионала и всего общества в целом – ценностями настоящего и программируемыми возможностями будущего.

Список литературы

1. Галушкин А.И. Физтех и Российское агентство по системам управления – развитию нейрокомпьютеров // Физтех: взгляд в будущее. М.: АСТ, 2001. С. 425-458.
2. Аведьян Э.Д., Галушкин А.И., Пантюхин Д.В. Реализация элементов супернейрокомпьютеров с использованием мемристоров // Информатизация и связь. 2014. № 4. С. 12-20.

УДК 008

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ С ПОЗИЦИИ УТОПИИ И АНТИУТОПИИ

А.А. Климкин, студент

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

klimaa96@yandex.ru

Научный руководитель: В.А. Нехамкин, д.ф.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В современном обществе наблюдается стремительное развитие технологий. Сегодняшняя новинка, завтра становится обыденностью, а послезавтра – не нужной, бесполезной. Но некоторые инновационные идеи, несмотря на свою гениальность, так и не увидев свет, уходят в небытие, и лишь через долгое время находят применение на каком-то более позднем этапе развития человечества. Так было и с понятием «виртуальная реальность».

Истоки данной категории можно проследить в объективном идеализме Платона (IV в. до н.э.). Он полагал, что помимо видимого нами мира вещей, есть еще один: мир идей. Без скрытой от глаз людей идеи не может возникнуть ни одной вещи. Отсюда возникает главная проблема виртуальной реальности: «виртуальные объекты существуют актуально; с окончанием процесса порождения исчезают» [2. С. 157].

Первоначально виртуальная реальность могла существовать только ирреально в жанре утопии, возникшем в начале XVI в. благодаря появлению одноименного труда Т. Мора. Его идеи развил Т. Кампанелла в трактате «Город-солнца». Здесь подчеркивалась мысль о создании общества людей, имеющих равное имущество, обязанных трудиться и т.д. Особняком от данных моделей стоит проект Ф. Бэкона («Новая Атлантида»), где за людей физически трудную работу начинает выполнять техника, которая излечивает человека от многих болезней, дает ему возможность досуга (свободного времени для занятий наукой, искусством, творчеством) и т.д.

В начале XX в. появляется иное направление социальной мысли – антиутопия. Здесь разоблачалась прежде всего идея социального равенства как панацея от разделения людей на богатых и бедных, декларируемая утопистами. Одновременно критика антиутопистов коснулась и тех сциентистски ориентированных вариантов утопии, сторонники которых считали, что наука принесет человечеству исключительно блага. В книге Е.Замятина «Мы» государство использует науку для подчинения себе человека, его свободы.

Однако со второй половины XX в. одна из технологий, призрачные намеки на которую можно найти в техноутопии Ф. Бэкона, шагнула в нашу жизнь. «Виртуальная реальность» стала элементом социальной действительности, да таким сильным, что некоторые исследователи говорят о «виртуализации общества» как его свершившейся тенденции [1].

Ныне технологии VR затрагивают самые различные области: видеоигры, кино, онлайн мероприятия, продажи, образование, здравоохранение, военная промышленность, проектирование, контрфактическое моделирование прошлого [3]. Такая ситуация порождает угрозы, о многих из которых предупреждали антиутописты. Перечислим их: стирание грани между действительностью и ее виртуальным порождением, разрушающее психику людей; вопросы безопасности личных данных (доверенных на хранение VR системам); усиление контроля над человеком со стороны государственных и транснациональных структур. Подобным перспективам VR-технологий посвящено уже множество не только книг, но и кинофильмов.

Подведем итог. Утопия обозначала некоторые позитивные возможности будущих VR-технологий (улучшение качества образования, здоровья людей и т.д.). Антиутопия – предупреждала об их потенциальных опасностях, некоторые из которых реализовались на рубеже XX и XXI вв. На мой взгляд, в восприятии виртуальной реальности нужен взвешенный подход, избегающий крайних суждений как сторонников утопии, так и антиутопии.

Список литературы

1. Иванов Д.В. Виртуализация общества. Версия 2.0 СПб: Петербургское востоковедение, 2002. 217 с.
 2. Нехамкин В.А. Контрфактические исторические исследования // Историческая психология и социология истории. 2011. Т. 4. № 1. С. 102–120.
-

3. Носов Н.А. Виртуальная реальность // Вопросы философии. 1999. № 10. С. 155-165.

УДК 008

ФИЛОСОФИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК (ТЕХНИКОЛОГИЯ ПО В. А. КАНКЕ)

Соколова Е. И., бакалавр

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

teoremae@mail.ru

Научный руководитель: В.П. Седякин, д.ф.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Термин «информатика» используется для ссылки на область, включающую как научные аспекты теории информации, так и прикладные направления, связанные с передачей и обработкой информации посредством использования ЭВМ. Данный термин не вполне удачен – за ним не стоит конкретная научная область с общепринятым объемом знаний. Такое осмысление происходит в рамках дисциплины, которую принято именовать философией техники. Философия техники включает предположение о возможности рассуждений по поводу техники, минуя технические науки. При таком подходе, по сравнению с философией техники, более эффективна философия технических наук. Технику можно определить, как совокупность артефактов. Для обозначения всей совокупности технических наук хорошо, по-моему, подходит термин «техникология». Две дюжины отраслей наук В.А. Канке разбил на 4 типа различными способами: 1) теоретические науки vs практических дисциплин; 2) фундаментальные науки vs прикладных дисциплин; 3) естественные науки vs общественных дисциплин; 4) формальные науки vs семантических vs прагматических дисциплин. Он отдал предпочтение четвертой классификации, так как она соответствует статусу семиотики, науки о знаках [2]. В семиотике различают синтактику, семантику и прагматику. В синтактике рассматривается соотношение между знаками, которые не интерпретируются на области природы или общества. В семантике описываются природные объекты и процессы. В прагматике изучаются поступки людей. Technikология попадает в число прагматических дисциплин. Предметом техникологии являются не технические артефакты, а опосредуемые ими отношения людей. Здесь различают *элементарные* и *сложные* концепты. Элементарными концептами являются признаки, менталии и предикаты. Их взаимосвязанные комплексы (вещи) называются соответственно объектами, эйдосами и именами. Итак, *сложные концепты*:

Закон, принципы, концепт внутритеоретической модели.

В теории изучаемый объект должен быть воспроизведен концептуально, что делается посредством дедукции в качестве подготовки к эксперименту. Модель – это в концептуальном отношении канун эксперимента. В научной теории модель – дедуктивный образец изучаемого явления, а мерой выступают законы и условия, характеризующие ситуацию. Манипуляции с моделью – экспериментом. В эксперименте получают факты, статистическая обработка которых позволяет судить об эмпирических признаках. Только после этого изучаемый объект считается воспроизведенным концептуально. Таким образом, можно предложить понимание техникологии как науки, управляющей понятиями, принципами, законами, переменными. Отсюда латинское слово «дедукция» обозначает следующую логическую цепочку выведения. *Дедукция*: принципы -> законы -> переменные. Также на слуху и термин «индукция». *Индукция*: переменные -> законы -> принципы. В.А. Канке предлагает термин «*аддукция*», который в буквальном переводе с латинского языка означает «прикрепление» [3, с. 58]. Разумеется, должна быть

и логическая операция, противоположная абдукции. Ее называют «*абдукцией*», т.е. отведением.

Суммируя указанные методы, можно предложить формулу цикла познания: *дедукция + абдукция + индукция + абдукция = трансдукция*. В философии науки одни исследователи превозносили дедукцию, другие – индукцию, третьи – абдукцию. Полагаю, нельзя установить между ними первенство. Дедукция, абдукция, индукция и абдукция являются актуальнейшими методами развития теории, именно они выражают существо теории как управления понятиями.

Список литературы

1. Хлебников Г.В. Философия информации Лучано Флориди // Метафизика. 2013. № 4 (10). С. 35–58.
2. Канке В.А. История, философия и методология техники и информатики. М: Изд-во «Юрайт», 2014. 416 с.
3. Канке В.А. Основы Философии. М.: Изд-во Логос, 2008. 288 с.

УДК 004.81

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ПРОБЛЕМА НЕЙРОФИЛОСОФИИ

А.С. Семенов, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
semenov.antony97@gmail.com

Научный руководитель: И.Р. Назарова, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Понятие искусственного интеллекта длительное время является предметом научных изысканий – математические модели, во многом основанные на принципах работы мозга человека, уже несколько десятилетий изучаются и находят применение в различных прикладных задачах, а сформулированный в 1950 г. тест Тьюринга породил множество вопросов, окончательный ответ на которые не дан до сих пор. Является ли поведение, аналогичное человеческому, признаком разума? Чем определяются сознание и интеллект? Что можно считать искусственным интеллектом и возможно ли его существование вообще? Решением подобных вопросов занимается сегодня нейрофилософия – одно из направлений в современной философии науки.

Корнями нейрофилософия уходит во вторую половину XIX столетия – именно тогда ученые-прагматисты приступили к изучению принципов работы головного мозга. Их эксперименты стали основой для методов познания нейрофилософии: наблюдение за процессами головного мозга, проведение химических, стимуляционных и поведенческих опытов.

Основной мотивацией создания данной научной дисциплины является отсутствие объединяющей фундаментальной базы для значительной части данных, накапливаемых другими нейронауками. Главная задача нейрофилософии – систематизация этих данных и последующее построение единого теоретического основания, то есть переход к метатеоретическому знанию [1].

При рассмотрении человеческого интеллекта его искусственный аналог традиционно понимают в контексте машины, способной решать сложные аналитические или прогностические задачи. На данный момент существуют только узкоспециализированные программы, не обладающие сознанием, творческими способностями и свободой мысли. Тем не менее, наибольший интерес для нейрофилософии представляют именно эти качества – основной целью становится определение понятий, стоящих за ними.

В процессе поиска источника сознания, американский ученый Пол Черчленд определил состояние сознания как когнитивное, вовлеченное в процессы переключения внимания в зависимости от рецепторных сигналов, интерпретации этих сигналов и сохранения результатов интерпретации, что позволяет обрабатывать совокупность сигналов во времени. Приведенное определение играет ключевую роль в процессе создания интеллектуальных систем – на его основе была доказана возможность создания рекуррентных нейронных сетей, отвечающих заданным свойствам. Реализация подобных сетей, сопоставимых с человеческим интеллектом, на практике в настоящий момент невозможна [2].

Сегодня наиболее масштабной когнитивной системой является IBM Watson – набор аналитических программных пакетов. На примере Watson прослеживается тенденция к созданию инструментов, использующих преимущества нейронной структуры, а не разработку электронного аналога человеческого сознания.

К сожалению, накопленного научного знания и вычислительных мощностей явно недостаточно для создания систем, сравнимых с человеческим интеллектом. Важную роль в преодолении этого барьера играет нейрофилософия. Используя одновременно философский и научный подходы, нейрофилософы приближаются к ответам на вопросы, касающиеся человеческого сознания и интеллекта. Это делает оптимистичным прогноз о возможности создания искусственного интеллекта, пусть даже в далеком будущем.

Список литературы

1. Дубровский Д. И. Нейрофилософия и проблема сознания // Философские науки. 2015. № 11. С. 9-22.
2. Velmans M., Schneider S. The Blackwell Companion to Consciousness. L.: Blackwell Publishing Ltd, 2007. 744 p.

УДК 008

КОРПОРАТИВНАЯ КУЛЬТУРА КАК ФИЛОСОФИЯ БИЗНЕСА

Курышев Р.Э., бакалавр

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

Roman.160297@yandex.ru

Научный руководитель: В.А. Иноземцев, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Россия входит в число наиболее динамично развивающихся стран, что означает большие темпы роста бизнеса. Это обстоятельство в свою очередь является маркером для появления новых и новых учреждений, фирм и стартапов каждый день.

Однако, исходя из практически десятка проведённых с коммерсантами интервью, можно сделать неутешительный вывод о том, что в большинстве случаев корпоративной этике в России не придают большого значения, особенно если мы имеем ввиду малые и средние компании, а это уже является весьма печальным показателем. Почему же корпкультура столь важна для бизнеса, что я, де-факто, поставил её в один ряд с его философией, то есть с самой его сутью?

Исходя из определения: «Корпоративная культура – это формализованное изложение деловых норм и морально - этических принципов, которыми руководствуется компания в своей деятельности» [2].

Ну а деятельность компании – это все процессы в ней, а также её политика: взаимодействия с клиентами, в отношении денежных бонусов для своих сотрудников, при принятии решений о повышении или увольнении, и это далеко не полный список... Деятельность компании – это сама её сущность, поэтому если она плохо стандартизована,

то в лучшем случае можно смело говорить о том, что компания работает не так эффективно, как могла бы, в случае хорошо разработанной корпоративной культуры.

Именно поэтому многие компании считают полезным активно формировать свою культуру, с тем чтобы именно она, а не менеджеры, определяла все то, что происходит в организации. Таким образом исключается один из опаснейших во многих сферах недостаток нашего времени - человеческий фактор.

Что случается, когда на корпкультуру закрывают глаза? История индустриального и постиндустриального общества просто изобилует примерами гибели даже гигантов рынка, которые так или иначе связаны с корпоративной этикой, ее игнорированием.

Например, хорошо известен итог противостояния компаний Netflix и Blockbuster, приведший в конечном счёте к банкротству последней, несмотря на многомиллиардные доходы. Сказалась не гибкость корпкультуры Blockbuster, а именно не эффективная регуляция внешнего и внутреннего её уровней, а также нерешительность и «маргинальное мышление» руководства компании – человеческий фактор. Обе компании зарабатывали на видеопрокате, однако используя разные модели бизнеса, и Netflix ежегодно доказывала эффективность своего подхода, но, несмотря на исследования относительно нового типа бизнеса, в Blockbuster ничего не предпринимали.

Согласно одному из пресс-релизов компании [1]:

«Мы не видим модели бизнеса, которая на этом поприще может оказаться финансово жизнеспособной в долгосрочной перспективе. Онлайн-сервисы видеопроката обслуживают нишевой рынок».

На самом же деле руководство Blockbuster просто многократно находило себе оправдания, не решаясь выйти на новый рынок, так как опасалось, что такой ход нанесёт ущерб текущему бизнесу, тем самым нарушая один из базовых этических принципов [см: 2], который говорит о том, что управленческие решения – отражение долгосрочного планирования, даже с учётом сулящих убытков в краткосрочной перспективе.

Резюмируя я рассчитываю, что мне удалось обосновать тезис: корпоративная культура – один из наиболее эффективных инструментов управления организацией и всеми бизнес - процессами в целом. Именно она является ключевым фактором, определяющим стабильность и успех компании.

Список литературы

1. Кристенсен К., Оллворт Дж. Стратегия жизни. М.: Альпина-паблишер, 2013. 240 с.
2. Лайкер К. Дао Toyota. 14 принципов менеджмента ведущей компании мира». М.: Альпина-паблишер, 2013. 400 с.

УДК 123.1

ОКНА ОВЕРТОНА

К.А. Крюкова, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лазерные и оптико-электронные приборы и системы»

ksenya.kryukova1994@yandex.ru

Научный руководитель: И.Р. Назарова, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Окно Овертона (также используется синонимичный термин «окно дискурса») – концепция наличия рамок допустимого спектра мнений в публичных высказываниях с точки зрения общественной морали [1]. Цель применения данной теории – манипуляция общественным сознанием для постепенного принятия им ранее чуждых ему идей.

Концепция окна дискурса была предложена Джозефом Овертоном в середине 1990-х годов. Данная концепция состоит из шестиступенчатой оценочной шкалы для

классификации идей по степени их допустимости в открытом обсуждении. Так, по мере приближения к центру окна, идея проходит стадии: 1) немыслимо; 2) радикально; 3) приемлемо; 4) разумно; 5) популярно; 6) является нормой.

Среди способов сдвига общественного мнения к границе окна – имитация беспристрастного научного исследования; приведение прецедентов принятия чуждых идей; создание эвфемистических названий немыслимых идей [2].

Эффективность «окон Овертона» можно продемонстрировать на примере индекса добропорядочности в Китае. 14 июня 2014 года Государственный совет КНР опубликовал «Проект плана по созданию социальной кредитной системы» (СКС).

В данном примере прослеживаются все стадии окна Овертона.

1. *Немыслимо.* В Конституции КНР прописаны свободы слова, права выбора и др., которые имеют социалистическую направленность и дифференцируются по социально-классовому признаку. Нарушение прав и свободы человека немыслимо.

2. *Радикально.* Государство КНР уделяет огромное внимание информационной безопасности, блокирует популярные сайты, например, YouTube, Google и т.д. Эти радикальные действия – нарушение свобода слова.

3. *Приемлемо.* При правлении Мао Цзэдуна в КНР была налажена система «Данг - ань». В каждой папке этой гигантской картотеки указаны послужной список, характеристики от работодателей и товарищей, отчеты об успеваемости и правонарушениях и т.д. Эта система действует на протяжении 50 лет, поэтому введение СКС, находящееся в русле прежней государственной традиции, не считается нынешними китайцами не приемлемым.

4. *Разумно.* Папки «Данг - ань» в 1960-1970-е гг. хранились в бумажном виде. Теперь же все содержимое папок перенесли в электронный формат. После этого в нескольких десятках городов Китая запущены отдельные элементы пробных версий СКС – Sesame Credit и др.

5. *Популярно.* Добровольное участие в пробных версиях вознаграждается различного рода бонусами: больше размер кредита и меньше его ставка, регистрация на авиарейс вне очереди и т.д. Конечно, такие бонусы не могут оставить людей равнодушными, поэтому пробные версии становятся очень популярными.

6. *Норма.* К 2020 году СКС должна стать нормой. Сейчас используются ее пробные версии, а количество участников возрастает с каждым днем.

Чтобы избежать превращения неприемлемых идей в реальность, необходимо каждую идею исследовать и изучать, ставя вопросы, выходящие за рамки зоны комфорта.

Список литературы

1. Википедия. Окно Овертона. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Окно_Овертона(дата обращения 10.04.2018).
2. Леман Дж. Краткое объяснение окон Овертона. Режим доступа: <http://mackinac.org/12887> (дата обращения 13.04.2018).
3. Дробышева Е.Э. Культура vs цивилизация: взгляд через «окно Овертона» // Вестник МГУКИ. 2015. №5. С. 58–64.

УДК304.2

ИНТЕРФЕЙСЫ В КОММУНИКАЦИИ ЧЕЛОВЕКА И ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

С.А. Соловьев, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

sergey.soloviev@inbox.ru

Научный руководитель: И.Г. Тихая-Тищенко, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Сущность города в современной социологической и философской науке реконцептуализирована как совокупность множества необходимых составляющих: географического места, зданий, самих горожан и многого другого [1]. Суть города, его онтологический статус состоит в мощной аттракции всего многообразия ресурсов: людей, зданий, технологий, идей. Понятие города как особого, уникального предмета исследования, образ горожанина, принципы их взаимодействия отчётливо прослеживаются в дискурсе социологии и социальной философии уже с середины XIX века. Значительный вклад в эту сферу исследований внесла социология, проработав такие концептуальные подходы, как теория практик, теория фреймов, социальная топология и т.д. Каждый из них формирует особое видение изучаемого предмета, его структурные связи, позволяет в ином ракурсе видения описать социальную реальность, переосмыслить проблему влияния городской среды на формирование личности.

Современные горожане и особенно жители мегаполисов являются участниками интенсивно нарастающего урбанистического процесса, субъектами глобального информационного пространства, что формирует принципиально новые качества личности XXI века в планетарных масштабах. Информационное взаимодействие можно смело рассматривать сегодня в качестве возможной основы концептуализации взаимоотношений «человек – город». Непрерывно осуществляемая коммуникация становится определяющим фактором формирования культуры человека и города [2] и может быть концептуально осмыслена через понятие интерфейса.

Интерфейс – производное информатики, успешно экспортируемое в другие области научного знания, – имеет различные дефиниции спецификации, но в широком смысле слова определяется как общая граница между функциональными объектами. Здесь имеется ввиду не столько сам факт наличия общей границы между объектами, сколько правила, по которым они связаны, то есть конкретная форма, структура коммуникации.

В качестве интерфейса, вообще говоря, может быть рассмотрен любой канал информационного обмена, однако концептуальное понимание интерфейса более тонко и чувствительно к специфике и формату передаваемой информации, нежели «канал». Можно выделить, к примеру, такие интерфейсы как «глаз человека – фасад здания», «ухо человека – автодорога» и т.д. Означенный подход позволяет дискретизировать обширный коммуникативный поток между человеком и городом, выделить в нем удобные для исследования относительно законченные и самостоятельные единицы взаимодействия.

Для удобства оперирования возможна и необходима классификация интерфейсов по различным основаниям. В качестве таковых могут быть приняты задействованные в перцепции органы чувств: визуальные интерфейсы, аудиальные, тактильные и т.д., или их комбинации, – к примеру, интерфейс «горожанин – городской транспорт» подразумевает трансферы визуальной, аудиальной и тактильной информации. Возможна классификация по преобладающей направленности – «на человека», «на город», а также – по научной дисциплине, к предмету которой относится описываемое интерфейсом взаимодействие: социальное, физическое, биологическое и т.д.

Понятие интерфейса позволяет рационализировать проблему изучения коммуникации человека и городской среды, построить многомерную матрицу коммуникационной среды мегаполиса, а соответствующая операционализация интерфейсных модели в конкретных исследованиях будет способствовать достижению значимых научно-практических результатов.

Список литературы

1. Вахштайн В.С. Пересборка города: между языком и пространством // Социология власти. 2014. № 2. С. 9-38.
 3. Мурылёв В. А. Параметры создания визуальной культуры в архитектуре города // Аналитика культурологии. 2005. № 4. С. 101–109.
-

СЕКЦИЯ ФАКУЛЬТЕТА «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ»

УДК 004.056.55

СИСТЕМА АУТЕНТИФИКАЦИИ НА JSON WEB TOKEN

Е.А. Григорьев, Д.М. Петропавлов, В.Е. Попков, бакалавры

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

egrigorew0@yandex.ru

wonder1224@yandex.ru

ise3201@yahoo.com

Токен – устройство, которое предназначено для обеспечения информационной безопасности пользователя, используется для идентификации его владельца.

JSON Web Token – открытый стандарт для создания токенов доступа, основанный на JSON формате, и используется для передачи данных в клиент-серверных приложениях. Токен создается сервером, подписывается секретным ключом и передается клиенту, который использует данный токен для подтверждения своей личности.

JWT состоит из трех частей: header (заголовок), payload (полезная нагрузка) и Signature (данные шифрования). Header и payload – JSON объекты определенной структуры. Третий элемент вычисляется на основании первых и зависит от выбранного алгоритма. Токен может быть перекодирован в компактное представление.

Header

Состоит из двух полей: типа токена и алгоритма хэширования подписи: официальный сайт jwt.io предлагает два алгоритма хэширования. Но можно использовать любой алгоритм с приватным ключом.

Payload

Данные, которые вы хотите передать в токене, но стандарт предусматривает несколько зарезервированных полей. Payload не шифруется при использовании токена, поэтому в нем нельзя передавать данные, которые не должны попасть в открытый доступ.

Signature

Подпись вычисляется на основе заголовка и нагрузки. Следовательно, если попытаться изменить данные в токене, то невозможно изменить подпись, не зная приватного ключа.

Возможные атаки и решение проблем.

Удаление подписи

JSON токен состоит из трех частей, которые кодируются независимо друг от друга. Таким образом, становится возможным удалить подпись из токена и изменить заголовок, сделав JWT не подписанным. Если на сервере не стоит проверка на наличие подписи у токена, то злоумышленник может указывать собственные значения в полезной нагрузке. Проблема решается простым отбрасыванием не подписанных объектов.

CSRF (Межсайтовая подделка запросов)

Вид атак на посетителей веб-сайтов, использующих недостатки протокола HTTP. Одним из методов борьбы с CSRF является добавление специальных заголовков с зашифрованной информацией, подтверждающей отправку запроса с доверенного сервера. Таким образом. Если JWT используется не в качестве куки, CSRF атака становится невозможной.

XSS (Межсайтовый скриптинг)

Тип атаки на веб-системы, заключающийся во внедрении в выдаваемую веб-системой страницу вредоносного кода и взаимодействии этого кода с веб-сервером злоумышленника.

JSON токены могут храниться в браузере двумя способами: в DON-хранилище или в куки. В первом случае система может быть подвержена XSS атаке, так как JavaScript имеет доступ к DOM-хранилищу, и злоумышленник может извлечь оттуда токен для дальнейшего использования от имени пользователя. При использовании куки можно выставить HttpOnly флаг, который предотвращает JavaScript доступ к хранилищу. Таким образом, злоумышленник не сможет извлечь токен и приложение становится защищенным от XSS.

Программа. Принцип и схема работы

Произвели разработку мобильного приложения, которое позволяет заниматься редактированием постов, отправляемых в группу в социальной сети «ВКонтакте».

Принцип работы данного приложения:

- 1) Проверяется поле токен, происходит проверка подписи, если все хорошо, то разрешается доступ к БД
- 2) Из базы данных мы получаем все невыложенные посты, доступные вошедшему пользователю для редактирования
- 3) Пользователь может изменить, удалить и произвести другие действия с постом
- 4) Возврат всех изменений к API сервера
(происходит цикличное действие: запрос – аутентификация – действие – ответ)

Формат пейлоада токена тривиален - используются стандартные поля:

```
claims := &jwt.StandardClaims{
    ExpiresAt: expiresat,      //время жизни токена
    Issuer:    login,          //логин пользователя
    Id:       strconv.Itoa(vkid), //его VKID
}
```

Подпись формируется на основе записи Spice из БД. Для только авторизовавшихся пользователей генерируется новая 15-значная сточка. Для усложнения подбора используется как нижний так и верхний регистр.

Помимо мобильного приложения есть бот, который выкладывает посты. Принцип работы бота:

- 1) Авторизация бота
- 2) С определенной периодичностью «простукивает» сообщения
- 3) Проходит по сообщениям, ищет команду
- 4) Отправляет на обработку, происходит выполнение команд в отдельных потоках
- 5) Один раз в определенное время (сейчас 1 раз в 4 часа) достает из БД невыложенный пост, проверяет на целостность и выкладывает его в группу

Список литературы

1. Bradley, John, Sakimura, Nat, Jones, Michael: JSON Web Token (JWT)., 2015
 2. Sevilleja, Chris: The Anatomy of a JSON Web Token., 2015.
 3. Mickey Stecky-Efantis. 5 Easy Steps to Understanding JSON Web Tokens (JWT). 2016.
URL: <https://medium.com/vandium-software/5-easy-steps-to-understanding-json-web-tokens-jwt-1164c0adfcec> (дата обращения 22.03.2018).
-

УДК 621.37

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ СОПРОВОЖДЕНИЯ ДЛЯ МНОГОПОЗИЦИОННОЙ РЛС ОБЗОРА ЛЕТНОГО ПОЛЯ

А.В. Монахов, студент

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

tolik0812@bk.ru

РЛС ОЛП занимают особое место среди радиотехнических средств обеспечения полетов. Они осуществляют наблюдение за самолетами, идущими на посадку, за движением самолетов и автотранспорта по взлетно-посадочным полосам и рулежным дорожкам; контроль за взлетающими самолетами [1].

Среди современных РЛС ОЛП, используемых в аэропортах Российской Федерации, можно выделить две системы [2]: 1) «Атлантика» (Шереметьево), производства РФ; 2) «Skanter-2001» (Внуково), производства Дании. Обе системы имеют ряд недостатков: 1) падение эффективности работы при наличии метеообразований в виде тумана, дождя, снега; 2) неэкологичность - высокая мощность облучения; 3) большие масса-габаритные параметры.

Одним из перспективных направлений по улучшению тактико-технических характеристик радиолокационных станций обзора летного поля является создание многопозиционного радиолокационного комплекса. К основным преимуществам МП РЛС относятся: 1) отсутствие зон затенения; 2) повышение надежности функционирования системы; 3) разрешающая способность системы практически не зависит от положения объекта; 4) повышение точности измерения координат; 5) возможность применения маломощных твердотельных приеме-передающих модулей.

С каждой позиции МПРЛС ОЛП радиолокационная информация (РЛИ) поступает в единый центр обработки (ЕЦО). Объединение РЛИ проводится на уровне траекторий – каждая позиция осуществляет как первичную, так и вторичную обработку и выдает в ЕЦО собственные отфильтрованные траектории.

Обработка РЛИ для одиночной РЛС состоит из следующих этапов: отождествление, обнаружение и уничтожение треков, стробирование и фильтрация [3]. Для каждого этапа были выбраны следующие алгоритмы и модели: вероятностное отождествление измерений и траекторий (Probabilistic Data Association, PDA), интерактивная многорежимная модель движения цели (Interactive Multiple Model, IMM), эллиптическое стробирование, сигм-точечная нелинейная фильтрация (Uncented Kalman Filtering, UKF).

С использованием вышеупомянутых алгоритмов и моделей разработан программный модуль объединения траекторной информации, который: 1) позволяет задавать группу целей и их траектории движения; 2) обеспечивает получение потока отметок от радиолокационного датчика; 3) осуществляет траекторную обработку радиолокационной информации; 4) осуществляет формирование оценки потребителю на основе совместной обработки траекторий от группы радиолокаторов.

Список литературы

1. Перевезенцев Л.Т., Огарков В.Н. Радиолокационные системы аэропортов. Москва: Изд-во «Транспорт», 1991. С. 4-21.
2. Семенов А.Н. и др. Обоснование приоритетных направлений создания перспективных радиолокационных комплексов обзора летного поля // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2017. Т. 10. С. 53–63.
3. Киселев В.Ю. Оценка качества траекторной обработки в радиолокационных системах управления воздушным движением. Санкт-Петербург, 2017. С 15-25.

СЕКЦИЯ СТУДЕНЧЕСКОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ФИЗИКИ

УДК 537.855

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ТОКОВ ПРОВОДИМОСТИ И ТОКОВ СМЕЩЕНИЯ

О.В. Князькина, М.А. Лойко, И.А. Нежибицкий, студенты
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
oliu121987@gmail.com
simon1317@mail.ru
nezhbitskiy@yandex.ru

Рассмотрим магнитные поля токов проводимости и смещения на примере прямого провода с включенным в него конденсатором. Для определения магнитной индукции этих полей используем два уравнения Максвелла о циркуляциях магнитного и электрического полей и материальные уравнения [1]:

$$\oint_L \bar{H} d\bar{l} = I + \iint_S \frac{\partial \bar{D}}{\partial t} d\bar{S}, \quad (1)$$

$$\varepsilon = \oint_{L'} \bar{E} d\bar{l}' = - \frac{\partial}{\partial t} \iint_{S_0} \bar{B} d\bar{S}_0 \quad (2)$$

Сравним ЭДС, создаваемые магнитными полями токов проводимости и токов смещения, как функцию частоты:

$$\varepsilon_{np.} = \frac{C}{4} \mu_0 \sigma E_0 r_{np.}^2 \omega \cos(\omega t), \quad (5)$$

$$\varepsilon_{см.} = \frac{C}{2} \mu_0 \varepsilon_0 E_0 \pi R^2 \omega^2 \sin(\omega t), \quad (6)$$

где R – радиус пластин конденсатора, $r_{np.}$ – радиус поперечного сечения провода, σ – удельная проводимость меди, C – константа, зависящая от интегрирования по выбранной геометрии.

Измеряемая датчиком ЭДС создается магнитными полями токов проводимости и токов смещения [2]. Для выбранных параметров установки $\varepsilon_{np.}$ (5) и $\varepsilon_{см.}$ (6) будут сравнимы только на частотах порядка:

$$\nu^* = \frac{\sigma r_{np.}^2}{2 \varepsilon_0 \pi R^2} \approx 4 \cdot 10^{12} \text{ Гц} \quad (7)$$

Для экспериментального изучения магнитных полей, создаваемых токами проводимости и токами смещения, была создана установка, представляющая собой цепь из конденсатора с пластинами большого радиуса (250 мм), подключенного к модулю-генератору NI-PXI. Диапазон частот генератора диапазоне от 0 до 20 МГц, напряжение на выходе до 12 В. В качестве детектора выбран пояс Роговского. Измерение ЭДС осуществлялось с помощью осциллографа.

Анализ зависимостей (5) и (6) показывает, что в области частот от 1 кГц до 20 МГц

$$\frac{\varepsilon_{см.}}{\varepsilon_{np.}} = 10^{-8} \div 10^{-4}, \text{ то есть в данном диапазоне ЭДС, создаваемая магнитными полями}$$

токов смещения существенно меньше ЭДС, создаваемой магнитными полями токами проводимости.

Чтобы увеличить чувствительность установки для измерения токов смещения предполагается поместить в конденсатор диэлектрик с диэлектрической проницаемостью существенно большей, чем у воздуха.

Список литературы

1. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. М.: Высшая школа, 1983. 463 с.
2. Станишевский Г.Ю., Рязанов Р.С., Сумнительный Н.В. Гетерогенность электромагнитных полей в межпластинном объеме пространства плоского конденсатора при переменном токе в диэлектрике // Всероссийский форум научной молодежи «Богатство России»: сборник докладов / Министерство образования и науки Российской Федерации, Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. С. 188-191.

УДК 535.4

СОЗДАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТА «КВАНТОВЫЙ ЛАСТИК» В ДВУХКОНТУРНОМ ИНТЕРФЕРОМЕТРЕ ЦАНДЕРА-МАХА

Е.М. Конькеев, Д.С. Коньшин, В.Э. Третьякова, студенты
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»
evgeniikonkeev@gmail.com

konmitya@yandex.ru

aurdemi@gmail.com

Работа выполнена в Студенческой Экспериментальной Лаборатории Физики (СЭЛФ) МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Одним из основных явлений в квантовой физике является корпускулярно-волновой дуализм, проявляющийся также в зависимости от наличия информации о пути частиц (так называемый эксперимент «который путь»). Интересно пронаблюдать за поведением квантов в случае «стирания» полученной информации. На принципе «стирания информации» и построен эксперимент «квантовый ластик» [1], рассматриваемый в нашей работе.

В качестве основы установки был взят интерферометр Маха-Цандера, в который были внесены некоторые модификации. Первая из них добавляет в систему 3 поляризатора, два из которых поляризуют разделенные светоделительным кубом лучи ортогонально друг другу, а третий стоит непосредственно перед экраном. Тогда первые два поляризатора предоставляют возможность получения информации о пути фотонов, а третий, расположенный под углом 45° к первым двум, производит «стирание» информации. Таким образом, внутренний контур нашей установки представляет собой классический эксперимент «квантовый ластик». Вторая модификация добавляет внешний контур, появляющийся путём замены двух зеркал на светоделительные кубы, создающие два дополнительных луча, сводящиеся системой зеркал на дополнительный экран. В дальнейшем с помощью внешнего контура планируется исследовать возможность восстановления редуцированной волновой функции [2].

На столешнице располагаются все элементы установки: юстировочные устройства с оптическими элементами, поляризаторы, лазер и экраны. В качестве юстировочных устройств были использованы сборные модели, разработанные и собранные нами. Их можно поделить на 4 основных части: внешний корпус, внутренний корпус, крепление и дополнительные элементы. Все пластмассовые детали печатались на дельта принтере

Prism Mini от фирмы 3D Quality.

Было выбрано оптимальное решение конструкций юстировочных устройств, которое даёт возможность их использования для различных оптических элементов. В этом семестре планируется полностью собрать установку, наладить её работу и довести до оптимального варианта, удобного для работы студентам.

Как итог мы имеем перспективную лабораторную установку, которая поможет студентам лучше понимать законы классической оптики и квантовой физики. Установку довольно просто изготовить, она достаточно универсальна и имеет множество вариантов компоновки для выполнения различных исследований и лабораторных работ. Предполагается предложить её для мелкосерийного производства.

В завершение выражаем благодарность компании 3D Quality и лично И.А. Лаптеву за оборудование, предоставленное СЭЛФ.

Список литературы

1. Физическое образование в ВУЗах. 2017. Т. 23, № 4 «О возможности обсуждения эксперимента по стиранию квантовой информации в лабораторной работе по классической оптике».
2. К. Ма, Й.Кэри, А. Цайлингер Мысленные эксперименты с отложенным выбором и их реализации». 2016 г.

УДК 537.213

РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ И ИЗУЧЕНИЯ ЗАКОНОВ ЭЛЕКТРОСТАТИКИ

А.А. Тербиж, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

ATerebizh@live.com

Д.В. Шутяк, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

den.shutyak@gmail.com

А.И. Мещеряков, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Alaxme007m@mail.ru

Н. К. Галкин, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

galkin.nk@yandex.ru

Изучение раздела «Электричество и Магнетизм», как правило, начинается со знакомства с понятием электростатического поля. Для более глубокого понимания физических процессов целесообразно закрепление теоретических знаний на практике. Непосредственно измерять характеристики электростатического поля, создаваемого зарядами, достаточно сложно, поэтому используем модель, в которой диэлектрическая среда заменяется слабопроводящей, а заряды — электродами, при этом между электродами подается некоторое напряжение, вследствие чего начинает протекать постоянный ток. Можно показать, что уравнения, которым подчиняется вектор напряжённости электрического поля, идентичны [1].

Существуют лабораторные установки, в которых в качестве слабопроводящей среды используется вода, а в качестве электродов - опущенные в неё проводники. Однако такая установка не отвечает требованиям современного физического эксперимента.

Разработанная лабораторная установка включает в себя напечатанные на 3D принтере корпус и щуп с двумя электродами [2], текстолитовую плату с нанесёнными электродами и графитовым напылением [3], ручку-щуп и датчик,

определяющий положение ручки-щупа. Для работы установки необходимы мультиметр, источник тока, персональный компьютер с установленным специальным программным обеспечением.

Возможно использование лабораторного стенда в двух конфигурациях. Первая позволяет строить картину электростатического поля. При проведении практической части лабораторной работы ручка-щуп помещается в точки на поверхности платы, измеряются значения потенциала в этих точках и их координаты, программное обеспечение обрабатывает полученные данные, затем в графическом виде отображает результаты на экране монитора. После проведения всех измерений программа выполняет построение эквипотенциальных и силовых линий поля.

Второй вариант конфигурации стенда позволяет изучить теорему Гаусса и теорему о циркуляции вектора напряженности для электростатического поля.

Разработанное оборудование обладает рядом технических преимуществ перед используемым. Имеется возможность моделирования сложных конфигураций взаиморасположения проводников, а также быстрой замены исследуемой системы проводников благодаря использованию легкозаменяемых текстолитовых плат. Высокая точность измерений достигается за счёт использования графитового покрытия, которое обеспечивает оптимальную электропроводность, равномерно наносится. Проведенные исследования покрытия на износостойкость показали, что механические повреждения, приобретаемые поверхностью при эксплуатации, являются устранимыми без привлечения специализированного технического оборудования. Разработанное программное обеспечение делает работу с лабораторной установкой удобной, а получаемый результат более наглядным.

Список литературы

1. Баландина Л. И., Васюков В. И., Подгузов Г. В. Изучение электростатического поля с помощью электролитической ванны: учеб. пособие для вузов / под редакцией М. Б. Челнокова. М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана. 1992. 10 с.
2. Зиновьев Д. В. Основы проектирования в AUTODESK INVENTOR: практическое руководство по освоению программы. М.: ДМК-Пресс, 2017. 150 с.
3. Одинцов А.А., Рябоконт М.С., Волокин А.В. Моделирование электростатического поля с помощью стационарных электрических полей // Студенческий научный вестник (21-24 октября 2011г.). С. 160-168.

УДК 519.6

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

М.Д. Есимхан, бакалавр

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

esm99@mail.ru

Не первый год в Студенческой экспериментальной лаборатории физики (сокращенно СЭЛФ) МГТУ им. Н. Э. Баумана идёт работа над созданием лабораторной установки для исследования электростатического поля. Основу установки составляют платы с нанесённым на них слабопроводящим покрытием и электродами, которые моделируют заряженные проводники. Можно показать [1], что электрическое поле в слабопроводящей среде эквивалентно полю, создаваемому вокруг системы зарядов. Для измерения потенциала поля в лабораторной установке используется мультиметр, а для определения координаты точки электронное перо и приемник с usb-контроллером. Криволаповым В. В. разработана компьютерная программа, позволяющая получать данные с контроллера и строить картину эквипотенциального поля [2].

Программа, разработанная В. В. Криволаповым, позволяет фиксировать эквипотенциальные линии на области, имитирующей проводящую плату, интерполировать точки потенциальных линий сразу при добавлении новой точки, сохранять введенные пользователем данные, строить силовые линии данной конфигурации электростатического поля по введенным потенциальным линиям. Однако данное программное решение не лишено недостатков. Так, силовые линии электростатического поля распределены равномерно и не всегда являются ортогональными потенциальным линиям.

Была поставлена цель решить две эти проблемы в новой версии данной программы. Построение силовых линий начиналось с выбора базовой потенциальной линии, которая разбивалась на равные промежутки. Однако силовые линии электростатического поля гуще в той области, где быстрее происходит изменение потенциала электростатического поля. Поэтому, посчитав модуль напряженности в точках базовой линии как производную по направлению, можно рассчитать определенный интеграл модуля напряженности по базовой кривой, а затем распределить силовые линии пропорционально полученному интегралу, что и было реализовано.

Для достижения ортогональности строящихся линий модифицирован алгоритм поиска точек, принадлежащих силовой линии. Ранее выбиралась ближайшая точка на следующей потенциальной линии. Теперь строится вектор, направленный по нормали к базовой линии, находится точка некоторой промежуточной потенциальной линии между двумя соседними, на минимальном расстоянии от которой ищется точка на следующей потенциальной линии. При интерполяции точек, найденных таким способом, получаем кривую, касательные к которой в точках пересечения ортогональны потенциальным линиям.

Список литературы

1. Баландина Л. И., Васюков В. И., Подгузов Г. В. Изучение электростатического поля с помощью электролитической ванны: учеб. пособие для вузов / под ред. М.Б. Челнокова. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 1992. 10 с.

УДК 537.218

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОСНОВНЫХ ТЕОРЕМ ЭЛЕКТРОСТАТИКИ

С. В. Кряжев, студент

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

kryzev@gmail.com

Лабораторная установка представляет собой плоскую прямоугольную плату с графитовым напылением и две контактные площадки, находящиеся в непосредственном контакте с проводящей частью платы, на которые подаётся напряжение. Слабопроводящий графитовый слой является средой распространения потенциального электростатического поля, а контактные площадки — моделями неподвижных зарядов, находящихся в этом поле. В связи тем, что уравнения, описывающие протекание постоянного тока в слабопроводящей среде и электростатическое поля в диэлектрической среде, идентичны [1] можем использовать лабораторную установку для изучения основных теорем электростатики.

Основные теоремы электростатики, а именно теорема Гаусса и теорема о циркуляции, имеют свои интегральные и дифференциальные формулировки [1]. Используя численные методы, можно записать эти формулировки через измеримые величины [2]. Было разработано программное обеспечение, позволяющее проводить

вычисления по расчётным формулам, включающих в себя измеримые величины. Лабораторная установка позволяет моделировать несколько конфигураций зарядов, для каждой из них имеется своя расчётная формула ёмкости эквивалентной системы проводников.

Программное обеспечение разработано с применением кроссплатформенного инструментария разработки ПО на языке программирования C++ Qt [3].

Простой и интуитивно понятный интерфейс программы состоит из трёх вкладок: вкладка для занесения персональной информации студента (ФИО, группа, ФИО преподавателя); вкладка для занесения информации о параметрах и конфигурации схемы и непосредственно самих измерений; вкладка для написания выводов о справедливости основных теорем электростатики по результатам измерений. Под результатами измерений подразумеваются рассчитанные по формулам [2] значения потока и циркуляции вектора напряжённости электрического поля.

Для генерации отчёта используется набор макрорасширений LaTeX системы компьютерной вёрстки TeX. Компиляция отчёта осуществляется следующим образом. Создаётся временная директория, в которую загружается шаблонный файл в формате *.tex и генерируемые программой текстовые *.dat файлы, содержащие всю занесённую в программу и полученную в ходе работы программы информацию и на которые ссылаются соответствующие поля LaTeX-документа. Затем отдаётся команда «pdf_latex», запускающая компиляцию отчёта, в ходе которой получается конечный продукт данного программного обеспечения — отчёт о проделанной работе в формате *.pdf. Полученный файл загружается в папку на компьютере, отведённую под работы студентов с данной установкой, после чего созданная временная директория удаляется в связи со своей дальнейшей ненужностью.

Разработанное программное обеспечение существенно сокращает время выполнения студентом лабораторной работы, а также в среднем снижает погрешность результатов измерений, так как исключает возможность допущения ошибки в расчётах студентом. Более того, такая форма представления результатов проделанной работы как автоматически формируемый по всем правилам оформления отчёт упрощает и ускоряет процесс проверки работы преподавателем.

Список литературы

1. Баландина Л. И., Васюков В. И., Подгузов Г. В. Изучение электростатического поля с помощью электролитической ванны: учеб. пособие для вузов / под ред. М.Б. Челнокова. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 1992. 10 с.
2. Сорокин Д. Л. Применение теоремы Гаусса // X международная научно-практическая конференция «Инженерные, научные и образовательные приложения на базе технологий National Instruments – 2011»: сборник трудов. М.: ДМК-пресс. С. 508–510
3. Qt. Documentation. Available at: <http://doc.qt.io/> , accessed 22.03.2018.

УДК-004.932.2

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЭФФЕКТА ТАЛЬБОТА В ОПТИКЕ

Алейник А.В., бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»,
avandrey.it@gmail.com

Основным языком программирования был выбран Python 3.6, из расчёта, что конечный продукт, не требует сложных расчетов, а также язык предоставляет хороший выбор библиотек для работы с интерфейсом и изображениями.

В разработке приложения были использованы различные библиотеки. Библиотеки `sys`, `io` и `os` обеспечили работу с файлами и операционной системой, `time` для замера времени обработки изображения, `pillow` для работы с изображениями, `piexif` для работы с метаданными изображений, `PyQt5` для разработки пользовательского интерфейса приложения.

Видимость — это зрительное восприятие объектов, обусловленное существованием яркостных и цветовых различий между объектами и фоном, на котором они проецируются.

Программа позволяет загрузить изображение из системы, определить приблизительную видимость и поместить это значение в метаданные изображения.

Для расчёта видимости изображения была получена формула:

$$V = \left(\frac{k}{N \cdot C_g} \sum_i^N C_i \right) \cdot 100\% ,$$

где

V – Видимость изображения.

N – Количество пикселей (не являющихся частью фона).

C_i – Цвет текущего пикселя $\{10..255\}$.

C_g – Максимальная яркость ($C_g = 255$)

k – Коэффициент видимости ($k = 1.633605$)

Коэффициент видимости был подобран приблизительно с помощью исходного изображения щелей.

Для работы с метаданными изображений была использована библиотека `piexif`. Работа с такими данными позволит оптимизировать расчёт видимости. В связи с тем, что время работы программы ~35 секунд, было принято решение использовать метаданные для того, чтобы узнать вычислялась ли видимость для данного изображения в прошлом.

Для разработки приложения были использованы два языка `C++` для создания интерфейса, `Python 3.6` для нанесения масштабной линейки на изображение.

Для работы с файлами и операционной системой, были использованы стандартные библиотеки. Библиотека `pillow` использована для создания масштабной линейки. Приложение разработано в среде `Qt Creator`.

Нанесение масштабной линейки на изображение.

На изображение наносится масштабная линейка из расчёта, что $10 \text{ мкм} = 35 \text{ px}$, определить это получилось из снимков, полученных в ходе экспериментов на лабораторной установке.

Линейка имеет следующие деления:

- 5 мкм
- 10 мкм
- 50 мкм
- 100 мкм

Список источников

1. Официальная документация по библиотеке `QT`. Режим доступа: <http://doc.qt.io/> (дата обращения 04.05.2018).
 2. Официальная документация по библиотеке `pillow`. Режим доступа: <https://pillow.readthedocs.io/en/5.1.x/> (дата обращения 04.05.2018).
 3. Официальная документация по библиотеке `piexif`. Режим доступа: <http://piexif.readthedocs.io/en/latest/> (дата обращения 04.05.2018).
-

УДК 543.4:536.6

ПРИМЕНЕНИЕ КАЛОРИМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА АНАЛИЗА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА ФОТОННОГО КРИСТАЛЛА

Н. К. Галкин, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

galkin.nk@yandex.ru

Одним из крупных направлений развития нанотехнологий можно выделить фотонные кристаллы. Их упорядоченную структуру с высокой монодисперсностью можно использовать в различных отраслях: электронная техника, магнитная память, биосенсоры, аттенуаторы, оптические переключатели, основа для заполнения полупроводниковыми составами [1], как анализаторы, катализаторы и тд.

Фотонный кристалл — это макроструктура, образованная на основании ГЦК решетки сферами наноразмеров, стабильность которых зависит от кинетических и термодинамических факторов, поэтому встает вопрос контроля роста глобул фотонного кристалла, применяя при этом калориметрические методы синтеза.

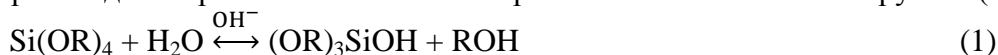
Процесс синтеза ФК включает несколько стадий:

- Приготовление исходных растворов
- Термостатирование и равномерность распределения концентрации компонентов.
- Обеспечение изотермических условий роста глобул ФК
- Осаждение и устранение растворителя и продуктов поликонденсации системы.
- Обеспечение самоорганизации при осаждении глобул.

Приготовление двух фаз: органическая (тетраэтилоксисилан, спирт) и неорганическая (аммиак, вода, спирт). Выдержка в течение 25-30 минут при комнатной температуре, подогрев перед слиянием фаз для устранения теплового эффекта растворения спирта в воде при образовании неорганической фазы. В силу строения молекулы тетраэтилоксисилана тепловой эффект органической фазы можно пренебречь.

Оценка скорости роста глобул производилась миккалориметром, в результате были определены мольные соотношения, при которых получается твердый иризирующий образец: $H_2O/C_2H_5OH/ТЭОС/NH_3 = 2,3/0,84/0,02/0,2$.

Реакция протекает в несколько стадий. Начальная стадия – гидролиз алкилпроизводных кремниевых кислот с образованием силанольных групп – $(\equiv Si-OH)$



и далее процесс поликонденсации с образованием силоксановых связей – $(\equiv Si-O-Si \equiv)$:



Общий тепловой эффект процесса составил – 405,73 кДж

Таким образом, так как на 1 атом кремния в конечном продукте приходится 1 силоксановая связь [2], количество которых равно числу атомов кремния в системе и с учетом 0,02 молей ТЭОС максимальный тепловой эффект составит 6,76 кДж. Это означает что, степень завершенности процесса составляет всего около 6%.

В таком случае мы имеем образования в виде шара, которые представляют собой мицеллу, ядро которой заряжено отрицательно в щелочной среде, благодаря чему не происходит коагуляции системы и не образуется гель.

Сняты спектры отражения [3] при нормальном падении, в результате наблюдается одна стоп-зона, по месту положения которой определим размер частиц.

Используя формулу Вульфа-Брэга $2d \cdot \sin\theta = n\lambda$ получаем, что размер

поглощающих частиц составил 396 нм.

Список литературы

1. Самойлович М.И., Клещева С.М., Белянин А.Ф., Житковский В.Д., Цветков М.Ю. «Трехмерные наноконпозиты на основе упорядоченных упаковок наносфер кремнезема» // Микросистемная техника. 2004. № 6. С. 3-7.
2. Шабанова Н.А., Саркисов П.Д.. «Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезем». Москва.: Бином, 2014, 109 стр.
3. Горелик В.С., Лобойко А.А. Спектроскопия стоп-зон в пористых фотонных кристаллах // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Естественные науки». 2016. № 3. С. 102 – 109.

УДК 53.043

ДЕМОНСТРАЦИЯ ЭФФЕКТА ТАЛЬБОТА НА УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛНАХ

В.И. Нерушев, О.Д. Орлов, Е.С. Тюренок, студенты

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

vasiliy.nerushev@mail.ru

orlov.476@mail.ru

evgenyturenkov@list.ru

Научный руководитель: Б.Г. Скуйбин, к. физ.-мат. н, доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Цель нашего исследования состоит в подтверждении универсальности данного эффекта на примере волн в ультразвуковом диапазоне.

Дробные длины Тальбота находятся на крайне малых расстояниях друг от друга, поэтому, для полноценного исследования эксперимента, необходимо получить как можно более чистую дифракционную картину, избегая отражений волны, и повысить разрешающую способность. Для этого старая пара приемник-передатчик частотой 40 кГц была заменена новой, с частотой 300 кГц и рабочим напряжением 30 В.

Для исследования эффекта Тальбота на новой паре приемник-передатчик была разработана новая дифракционная решетка. Расчет проводился исходя из параметров передатчика, теоретической длины Тальбота.

$$\alpha = 15^\circ$$

$$L_T + L_I = 1$$

$$L_T = \frac{2d^2}{\lambda}$$

$$\nu = 400 \text{ кГц}$$

$$L_D = a \sqrt{2 - 2\cos 15^\circ}$$
$$\frac{1}{2} L_D$$

$$2 + L_I^2$$

$$a = \sqrt{\quad}$$

$$L_I = a \sqrt{1 - \frac{1}{4}(2 - 2\cos 15^\circ)}$$
$$\frac{2d^2}{\lambda} + L_I = 1$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{330}{400 * 10^3} = 8,25 * 10^{-4}$$
$$L_d = \frac{\sqrt{2 - 2\cos 15^\circ}}{\sqrt{1 - \frac{1}{4}(2 - 2\cos 15^\circ)}} L_{и} = \frac{\sqrt{2 - 2\cos 15^\circ}}{\sqrt{1 - \frac{1}{4}(2 - 2\cos 15^\circ)}} * \left(1 - \frac{2d^2\nu}{c}\right) = 0,212\text{м}$$

Для повышения точности эксперимента, были проведены исследования звукопоглощающих материалов с тем, чтобы подобрать покрытие дифракционных решеток, на данный момент сделанных из металла, которое минимизирует отражения, которые нарушают общую картину эксперимента. Наилучшее звукопоглощение обеспечивают пористые материалы. При применении звукопоглощающего покрытия картина выравнивается. В результате данного исследования было выявлено, что лучшим покрытием является клейкая лента на бумажной основе, обработанная специальным составом. При использовании данного покрытия амплитуда отраженной волны уменьшилась на 47%. Это связано с волокнисто-пористой структурой бумаги.

С целью повышения разрешающей способности приемника были разработаны и напечатаны на 3D принтере щелевая диафрагма, повышающая разрешающую способность приемника.

Повышение разрешающей способности установки позволяет в ближайшей перспективе получить 10-ю гармонику эффекта Тальбота.

Список литературы

1. Смирнов Е.В., Скуйбин Б.Г., Мартинсон Л.К.. Физическое образование в вузах. 2014. №20 (2). С. 109.
2. Смирнов Е.В., Скуйбин Б.Г., Мартинсон Л.К. Физическое образование в вузах. 2014. № 20(4). С. 15.

УДК 53.05 (УДК 532.6)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ТАЛЬБОТА НА ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ

Д.А. Никандрова, С.Г. Бочаров, Д.А. Шапкин, И.В. Москвина, студенты МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»

da.nikandrova@gmail.com

savely.bocharov@yandex.ru

www.bred77bred@gmail.com

zorro.j-j@mail.ru

Работа выполнена в Студенческой Экспериментальной Лаборатории Физики (СЭЛФ) МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Эффект Тальбота наблюдается в случае дифракции Френеля, то есть дифракции в ближней зоне. Наблюдение дифракционной картины осуществляется с помощью дифракционной решётки, щели которой есть когерентные источники волн, период данной решетки d должен быть больше или порядка длины волны λ . Самопроизвольное изображение решётки реализуется на расстоянии $Z_T = \frac{2d^2}{\lambda}$ и на кратных значениях величины Z_T (т.е. kZ_T , где $k=2, 3, 4, \dots$). Кроме того, на половине длины Тальбота, также появляется собственное изображение, сдвинутое по фазе на половину периода [1].

Впервые явление самовоспроизведения изображения дифракционной решетки в оптике наблюдал английский физик Генри Фокс Тальбот в 1836г. В конце 19 века Релеем был объяснён эффект Тальбота, причём он предложил формулу, связывающую расстояние самовоспроизведения решётки (длину Тальбота) с периодом решётки и длину волны:

$Z_T = \frac{2d^2}{\lambda}$, где d – период дифракционной решётки, λ – длина волны [2], [3].

Ранее данный эффект наблюдался для ультразвуковых и электромагнитных волн, но на механических волнах данное явление не было зафиксировано.

Для наблюдения картины эффекта Тальбота важно соблюдение условий:

- рассматривается плоская волна;
- период решетки $d > \lambda$ длины волны;
- число щелей велико.

В ходе работы нами собрана экспериментальная установка, состоящая из горизонтальной кюветы $1\text{м} \times 0,5\text{м}$, в которую заливается вода, и помещается дифракционная решетка с периодом $d = 15\text{мм}$. Источником волн является деревянная планка с линейкой. Источником колебаний является электромотор, прикреплённый к деревянной планке, подвешенной на двух пружинах над поверхностью воды. К оси двигателя прикреплён эксцентрик, благодаря которому создаются колебания. При верно выбранной частоте мотора, достигается необходимая длина волны, при которой возможно наблюдение дифракционной картины на поверхности воды за решёткой. Картина дифракции волн фиксировалась с помощью фотокамеры.

При прохождении волны $\lambda=15$ мм через дифракционную решетку с периодом $d=15$ мм и числом щелей равным 8 на расстоянии $Z_T=30$ мм появляется изображение решетки, а на расстоянии $\frac{Z_T}{2} = 15$ мм изображение будет сдвинуто по фазе на половину периода.

Кроме того мы наблюдали воспроизведение изображения решётки на расстоянии $2Z_T$ и сдвиг изображения на полпериода на расстоянии $\frac{3}{2}Z_T$, характерные для картины эффекта Тальбота.

Список литературы

1. Смирнов Е.В., Скуйбин Б.Г., Мартинсон Л.К. Эффект Тальбота I. Дифракция на одномерных решётках // Физическое образование в вузах. Т.20, №2. 2014. С.109-121.
2. Смирнов Е.В., Скуйбин Б.Г., Мартинсон Л.К. Эффект Тальбота II. Самоизображение двумерных периодических решёток. // Физическое образование в вузах. Т .20, № 4. 2014. С.15-28.
3. Patorski K. The self-imaging phenomenon and its applications // Progress in Optics. 1989. V. 27. P. 1-108.

УДК 53.05

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ

А.А. Абрамов, П.В. Гошин, В.А. Мотылев, Р.А. Соколов, Д.В. Ураков, К.А. Царева, студенты

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

sashaabramov1998@gmail.com

goshin1998@gmail.com

vlad.motilev@yandex.ru

falkevsky@ya.ru

urakov.danil@yandex.ru

christinatsareva15@gmail.com

Работа выполнена в Студенческой Экспериментальной Лаборатории Физики (СЭЛФ) МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Цель нашей работы – постановка опыта по регистрации возникновения высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП), при которой сопротивление на

проводнике при критической температуре $T_c > 77$ К (температура кипения жидкого азота) стремится к нулю.

Эксперимент состоял в выборе образца для изучения сверхпроводимости, охлаждения его до критической температуры T_c , снятия и анализа данных об изменении сопротивления и наблюдения эффекта Мейснера.

В качестве первого образца был выбран YBCO-купрат, наиболее известный на данный момент сверхпроводник 2 рода. К нему невозможно припаять металл из-за низкой адгезии обычного припоя к поверхности купрата. Для решения данной проблемы были выдвинуты три идеи: применение технологии «Димет» по напылению металлического порошка для создания контактной площадки [1]; вжигание медного порошка лазером; обмотка купрата медной фольгой.

При использовании технологии «Димет» на поверхность образца наносится тонкое металлическое напыление. Применение технологии себя не оправдало, так как полученное напыление не прикреплялось к образцу достаточно прочно и отслаивалось.

Применение лазерной установки также не оказалось эффективным ввиду недостаточной мощности разработанной системы лазер-линза.

В итоге в нашей работе был применен третий способ, заключающийся в обмотке фольгой концов купрата для создания контактов с зажимами типа «крокодил» для подключения к установке. Данный метод также имеет существенный недостаток: необходимо постоянное обновление намотанной фольги, так как при появлении трещин контакт становится недостаточным, а измерения неточными.

Установка включает в себя исследуемый образец, погруженный в жидкий азот; источник тока; токоограничивающий резистор, подключенный в цепь последовательно; мультиметр. Балластное сопротивление было значительно выше внутреннего сопротивления источника тока и сопротивления образца. [2]

В результате нескольких опытов было зарегистрировано резкое падение сопротивления на купрате, возникающее в среднем через 40 секунд после начала процесса охлаждения.

В качестве второго образца выбрана токонесущая лента 2-го поколения на основе сверхпроводника $GdBa_2Cu_3O_{7-x}$, созданная методом RF/DC напыления сверхпроводящей керамики на никелевую подложку. [3] Такой формат упрощает создание электрического контакта описанной выше цепи с образцом сверхпроводника: чтобы его обеспечить достаточно зацепить ленту зажимами типа «крокодил». ВТСП-лента производится компанией СуперОкс, Россия.

Применен простой метод измерения сопротивления ВТСП ленты при помощи параллельного замера напряжения при известном токе в цепи. Одним из препятствий для точного измерения было возникновение термоЭДС, в местах контакта ВТСП ленты с зажимами, погруженными в жидкий азот. Было решено, установив среднее значение термоЭДС и вычитая его из фиксируемого значения напряжения, вычислить приблизительное значение сопротивления ВТСП ленты. Погрешность вычислений обуславливается лишь погрешностью прибора - мультиметра. Таким образом, получено падение сопротивления в 23 раза при $T=77$ К по сравнению со значением при комнатной температуре. Такой результат соответствует именно переходу GbBCO в сверхпроводящее состояние, так как при этой температуре удельное сопротивление металлов, из которых изготовлена лента, падает только до половины или трети от исходного при комнатной температуре.

Далее был проведен опыт на демонстрацию эффекта Мейснера. Образец был помещен в азот, во время охлаждения над образцом располагали постоянный магнит, который через некоторое время начинал парить над поверхностью купрата.

В дальнейшем планируется реализовать снятие показаний температуры образца

при помощи криогенного терморезистора или термопары; увеличить точность измерений; изготовить стенд для проведения экспериментов в формате лабораторной работы по физике.

Авторы выражают благодарность компании «СуперОкс» за предоставленную ВТСП ленту, кафедре Э4 МГТУ им. Н.Э. Баумана за содействие в постановке экспериментов, Обнинскому центру порошковых напылений за предоставление металлических порошков для применения технологии «Димет».

Список литературы

1. Система аналитической информации. Фактографическая информация о новой технике. № 29-6 (2.7.4)/03.07. Министерство сельского хозяйства РФ. Департамент научно-технологической политики и образования.
2. Изучение высокотемпературной сверхпроводимости: методические указания к лабораторной работе Ф-8 по курсу общей физики. Ю.Ю. Инфимовский / под ред. В.Н. Корчагина. Издательство МГТУ 1992.
3. 2G HTS TAPE PERFORMANCE AND SPECIFICATIONS. Available at: <http://www.superox.ru/products/0001.pdf>, accessed 04.04.2018.

УДК 621.3

РАЗРАБОТКА ТЕРМОСТАТА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ФОТОННЫХ КРИСТАЛЛОВ НА БАЗЕ ПИД-РЕГУЛЯТОРА

Д. В. Ураков, студент,

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

urakov.danil@yandex.ru

Кафедрой химии МГТУ им. Баумана было поставлено следующее техническое задание: разработать термостат, способный поддерживать в камере температуру в 25°C с максимальным допустимым отклонением в 0.1°C.

Был проведен обзор существующих систем стабилизации различных процессов, в результате чего выбор был сделан в пользу применения пропорционально-интегрально-дифференцирующего регулятора (ПИД-регулятора). Нагрев осуществляется при помощи ламп накаливания. Помимо этого, было принято решение использовать сетевой диммер для управления мощностью, подаваемой на нити накала [1]. ПИД-регулятор и диммер разработаны на базе микрокомпьютера Arduino Nano.

Сетевой диммер – устройство, позволяющее регулировать мощность, выделяющуюся на нити накала путем «обрезания» синусоиды переменного тока. В данном случае диммер перекрывает подачу тока на определенное время, называемое временем диммирования, и рассчитывается компьютером. Также, при помощи данного компонента было установлено ограничение на пиковую мощность, выделяющуюся на лампах, которая составила 20% от максимально возможной [1].

Главный компонент диммера, используемого в данном проекте – симистор, подающий и перекрывающий ток в цепи. Для гальванической развязки «горячей» и «холодной» частей схемы использованы две оптопары. В цепь так же включены токоограничивающие и подтягивающие резисторы номиналом от 220 Ом до 51 кОм [1].

Время диммирования рассчитывается микрокомпьютером на основании данных, полученных ПИД-регулятором. Его принцип работы заключается в следующем: сразу после включения системы регулятор переходит в режим калибровки. Во время работы в этом режиме система устанавливает качественную взаимосвязь между входным сигналом (температурой в камере) и выходным сигналом (временем диммирования). После окончания настройки регулятор переходит в штатный режим, в ходе которого он поддерживает постоянную температуру, указанную в техническом задании.

В данном проекте ПИД-регулятор реализован на базе микрокомпьютера Arduino Nano с использованием библиотеки PID_v1.h Данная библиотека позволяет напрямую настраивать работу системы при помощи подбора пропорционального, интегрального и дифференциального коэффициентов регулирования.

Снятие температуры производится двумя термисторами, расположенными на противоположных стенках камеры. Аналоговый сигнал с термисторов фильтруются от шумов программно при помощи фильтра Калмана. За текущую температуру принимается средняя между двумя датчиками, на каждом из которых значения получены как средние из 10 последовательных измерений.

При нагревании воздуха в термостате неизбежно возникает температурный перепад при удалении от ламп к крышке. Для того, чтобы сделать градиент температур менее значительным, в один из углов емкости добавлен вентилятор, обеспечивающий непрерывную циркуляцию воздуха в камере.

В систему был включен LCD-дисплей, отражающий информацию о работе системы в реальном времени. Помимо этого, была добавлена функция записи показаний температуры на внешний носитель информации.

Для настройки регулятора было принято решение использовать метод Циглера-Никольса [3], который заключается в следующем:

1. Обнуление всех коэффициентов;
2. Подбор пропорциональной составляющей путем постепенного ее увеличения до тех пор, пока в системе не возникнут устойчивые периодические колебания вблизи заданной температуры;
3. Найденный коэффициент K фиксируется, замеряется период установившихся колебаний T ;
4. Непосредственный расчет коэффициентов регулятора по формулам:

$$\begin{cases} K_p = K * 0.6 \\ K_i = \frac{2 * K_p}{T} \\ K_d = \frac{2 * K_p * T}{2} \end{cases} \quad (1)$$

В результате выполнения первого пункта, выбор был сделан в пользу $K = 900$. Период колебаний при данном значении составил 2.1 минуты. По формулам системы (1) были рассчитаны коэффициенты регулятора, которые составили: $K_p = 540$, $K_i = 514$, $K_d = 142$.

При данном наборе коэффициентов были получены стабильные гармонические колебания, но воздух в камере перегревался на 0.05°C . Поэтому была добавлена отсечка питания при температуре выше, чем 24.95°C .

Результатом проделанной работы стал работающий прототип термостата. Полученная система достаточно надежна, обладает полным спектром необходимых функций. Среди основных преимуществ системы: простота настройки, высокая точность работы, крайне низкая себестоимость. На следующем этапе работы планируется реализовать функцию активного охлаждения на базе элементов Пельтье, расширить температурный диапазон работы изделия в сторону отрицательных температур, а также сделать возможным мелкосерийное производство на нужды лабораторий МГТУ им. Баумана.

Список литературы

1. Димер переменного тока на Ардуино. Режим доступа: https://github.com/AlexGyver/AC_Dimmer (дата обращения 04.05.2018).
2. Репозиторий библиотеки Arduion-PID-Library. Режим доступа: <https://github.com/br3ttb/Arduino-PID-Library> (дата обращения 04.05.2018).
3. Настройка коэффициентов ПИД-регулятора. Режим доступа:

<http://microtechnics.ru/nastrojka-koefficientov-pid-regulyatora/> (дата обращения 04.05.2018).

УДК 53.06

КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ. РАЗМЕРНАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ. ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПАЛИТРЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ БИОМАРКЕРОВ

Д.М. Самсоненко, бакалавр,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

dima-samsonenko@mail.ru

Д.А. Хрулев, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

hrulew_danil@mail.ru

Квантовые точки (КТ) – полупроводниковые нанокристаллы размеров 2–10 нм. В качестве материалов обычно используют Si, InP, CdSe, покрытые монослоем органического стабилизатора. [1] КТ обладают размерной люминесценцией, что позволяет управлять их энергетическими параметрами, контролируя их размер и состав. Поэтому они могут быть применены для создания биометок, так как дают возможность создать мультицветную разрешимую палитру цветов и обладают химической стабильностью. Привязав к КТ распознающие молекулы, можно получить информативную картинку, так как частицы различных размеров по-разному проникают через разнообразные биологические мембраны, а КТ разного размера окрашены по-разному, что может быть использовано для диагностики и лечения. [2]

Основными параметрами, влияющими на параметры люминесценции КТ являются размер частиц, материал ядра и структура частиц. За ширину пика люминесценции отвечает их дисперсия по размерам. Для использования в качестве биометок необходимо использовать растворы с малой дисперсией. Этого можно попытаться добиться на этапе химического выращивания.

Для выращивания используется два основных подхода: методы молекулярно-лучевой эпитаксии и коллоидный синтез. Был рассмотрен второй, поскольку он не требует сложных технологических условий и позволяет создать КТ с меньшей дисперсией. Выяснено, что наиболее качественные растворы получаются при высоком коэффициенте пресыщения. [1] Градиент температуры на каждом из этапов необходимо свести к минимуму, чтобы контролировать стабильность роста. Кроме того, реакцию следует остановить до окончания и созревания Освальда, в этом случае можно получить частицы с узкой дисперсией по размерам.

Для связи энергии люминесценции с размером КТ используются два основных подхода: аналитический, основанный на модели экситона Ванье, (формула Брюса (1)) и эмпирический (2 - 5).

$$E_{QD} = E_g + \frac{\pi^2 \hbar^2}{2 * R^2} * \left[\frac{1}{m_e} + \frac{1}{m_h} \right] - \frac{1.8e^2}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R}; \quad (1)$$

$$E = 1.7 + \frac{3.73}{d^2}; \quad (2)$$

$$E = 1.7 + \frac{1.5}{d^2}; \quad (3)$$

$$E = 1.7 + \frac{3.73}{d^2} - \frac{0.26}{d}; \quad (4)$$

$$E = 1.7 + \frac{0.82}{d}. \quad (5)$$

При помощи собранной установки были сняты спектры люминесценции КТ CdSe, а затем по формулам (1- 5) были рассчитаны их размеры и на основе полуширины пиков вычислена дисперсия частиц по размерам.

В результате аналитический метод даёт значительно более точные результаты, но сложнее в реализации и его нельзя использовать для описания сложных КТ. В зависимости от варианта эмпирического расчета, КТ с разными размерами дают разные погрешности, что также является существенным минусом. Дисперсия по размерам составила около 15.5%, что является очень хорошим результатом, поскольку такая дисперсия позволяет уместить в диапазоне 380 нм – 780 нм до десяти разрешимых пиков люминесценции. Таким образом, использование КТ в качестве биомаркеров возможно, а используя высококачественные КТ, можно добиться лучшего разрешения.

Список литературы

1. Васильев Р.Б., Дирин Д.Н. Квантовые точки: синтез, свойства применение: методические материалы. М.: МГУ. 2007. 34с.
2. Catherine J. Murphy, Jeffery L. Coffey: QuantumDots: A Primer / applied spectroscopy Volume 56, Number 1, 2002.

УДК 537.9

ШИРОКОДИАПАЗОННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Ю.Н. Хохлов, Д.А. Иванов, А.В. Смирнов, А.Р. Галимов, студенты
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
hohlov1998@inbox.ru
hammers-of-fate@bk.ru
smirnov.anton.98@gmail.com
aidargalimov12@mail.ru

Работа выполнена в Студенческой экспериментальной лаборатории физики «СЭЛФ» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Целью данной работы является создание устройства для измерения энергии электрического сигнала и определение диапазонов значений энергии, измеряемой данным устройством.

Актуальность работы: устройство для измерения энергии электрического сигнала в широком диапазоне представляет интерес для многих приложений, использующих датчики импульсных электрических сигналов.

Для поставленной цели была разработана схема устройства на основе платы Arduino Nano. Основным элементом, позволяющим измерить энергию электрического сигнала, является мало индуктивный керамический конденсатор, подключенный к источнику сигнала через токоограничивающий резистор. С помощью транзисторного ключа, подключенного к цифровому порту, осуществляется разрядка конденсатора через резистор малого сопротивления. Напряжения на обкладках конденсатора считывается аналоговым портом платы и с помощью программы вычисляется значение энергии. Полученный результат выводится на дисплей в эВ. В устройстве предусмотрен разъем для подключения к осциллографу при необходимости ручного измерения энергии электрического сигнала.

Расчет значений энергии производится на основе теоретических сведений о разрядке и зарядке конденсаторов [1], а также на базовых понятиях об энергии заряженного конденсатора. В начальный момент времени напряжение на обкладках конденсатора $U=0$ В. В этом случае используется формула $\Delta W = \frac{C\Delta U^2}{2}$, так как $U \ll \Delta U$, [2] . где ΔU – напряжения на обкладках конденсатора после регистрации сигнала. (Формула реализовалась при написании программы для платы при снятии напряжения на обкладках

конденсатора).

Результаты

1. В схеме устройства используются конденсаторы ёмкостью $C1=2,2$ пФ, $C2=2200$ пФ и $C3=2,2$ мкФ, что дает возможность измерять энергию в диапазоне 10^{-17} Дж $< W < 10^{-6}$ Дж [1].

2. Диапазон длительности измеряемого сигнала $0,1\text{мкс} \leq T_c \leq 10\text{мкс}$.

Вывод

Создан прибор, позволяющий измерять энергию в установленном диапазоне. В перспективе продолжить разработку прибора с изменяемой RC цепочкой. Мелкосерийное производство для лаборатории МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Список литературы

[1]. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: Учебное пособие для студентов вузов, М.: Наука, 1988. 480 с.

[2]. Сидельников И.Д., Бузаев Д.А. О широкодиапазонном измерителе энергии импульсных сигналов. Молодежный научно-технический вестник. 2017. № 2. С. 7.

Выражаем благодарности научным руководителям за предоставленную возможность и оказанное внимание:

- Струков Юрий Алексеевич - канд. техн. наук, доцент кафедры «Физика» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

- Борис Георгиевич Скуйбин — канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Физика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, заведующий студенческой экспериментальной лабораторией физики МГТУ им. Н.Э. Баумана.

УДК 004.942

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ «ОПТИЧЕСКИЙ КОНСТРУКТОР»

И.И. Минченко, студент

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

minchenkoi@mail.ru

А.А. Козий, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

kiborgiii@mail.ru

Р.С. Ларин, бакалавр, СПбГЭТУ «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

факультет «Компьютерных технологий и информатики»

Onyszko03@gmail.com

Настоящая работа была посвящена созданию системы автоматизированного проектирования «Оптический конструктор» для моделирования эффектов волновой оптики. В программе возможно применение только одного лазера для всей установки. Это обусловлено тем, что все волны в схемы должны быть когерентными. Свет, как поперечная волна, рассматривается с точки зрения колебаний вектора напряженности электрического поля [1]:

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = (\vec{i} a_x + \vec{j} a_y) E_0 e^{i(kz - \omega t)},$$

где E_0 - комплексная амплитуда, a_x и a_y – единичные поляризации, $e^{i(kz - \omega t)}$ – отвечает за когерентность всех волн. Мы решили описывать свет как два комплексных числа A_x и A_y :

$$A_x = a_x E_0$$

$$A_y = a_y E_0$$

Каждый оптический элемент конструктора представляет собой матрицу оператор. У элемента может быть несколько входов и несколько выходов. Приходящая/выходящая волна (список волн) на каждом входе/выходе представляется как вектор–столбец. Ниже будет приведен пример реализации такого оптического элемента как поляризатор.

Поляризатор – это элемент, который имеет один вход и один выход. Поляризатор преобразует произвольно–поляризованную волну в плоско–поляризованную с углом θ , который можно задавать в настройках элемента. Матричное уравнение для одной входной и выходной волны выглядит следующим образом [2]:

$$\begin{pmatrix} E_2^x \\ E_2^y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos^2 \theta & \sin \theta \cos \theta \\ \sin \theta \cos \theta & \sin^2 \theta \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} E_1^x \\ E_1^y \end{pmatrix}$$

Если на вход приходит не одна волна, а список волн, тогда подобное матричное произведение применяется для каждой волны в списке, и затем формируется список выходных волн.

Самым сложным элементом является экран. Экран – это элемент, который имеет один вход. На нем происходит сложение приходящего списка волн и расчет (и последующая визуализация в отдельном окне) графика интенсивности. Для наблюдения интерференционной картины необходимо, чтобы приходящие на экран волны были не параллельными, а располагались под малым углом друг к другу. Данная поправка на не идеальность приходящих лучей осуществляется с помощью заложенной внутренней модели. Интенсивность может быть получена следующим образом:

$$I = \frac{\varepsilon_0 c}{8\pi} \left| \sum_{j=1}^n \mathbf{u}_j(\mathbf{r}, t) \right|^2,$$

где $\vec{E}_j(\vec{r}, t)$ – одна волна из приходящего списка, n – общее число приходящих волн, ε_0 – электрическая постоянная, c – скорость света.

Список литературы

1. Мартинсон Л.К., Морозов А.Н., Смирнов Е.В. Электромагнитное поле: учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. 422 с.
2. Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Ч. 6. Электродинамика. М.: Эдиториал УРСС 2004. 339 с.

УДК 530.12

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЭФФЕКТОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

А.А. Гусманова, студент

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

anastasiagusmanova@rambler.ru

А.В. Кашников, бакалавр

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

egkashnikov@gmail.com

Релятивистская механика рассматривает движение тела со скоростью, сравнимой

со скоростью света. Законы движения и пространственно-временные отношения релятивистской механики описывает специальная теория относительности (СТО), созданная Альбертом Эйнштейном в работе [1]. Важное место в СТО занимают преобразования Лоренца [2], которые помогают преобразовывать координаты и собственное время тела при переходе из одной инерциальной системы отсчета к другой.

В рамках нашего проекта мы выводим формулы для вычисления координат и собственного времени движущегося тела, а также координат столбов с часами (находящихся в неподвижной системе отсчета) и времени на них в зависимости от скорости движущегося тела. Кроме этого, создана программа, визуализирующая основные эффекты СТО: замедление времени, уменьшение длины тела и относительность понятия «одновременности». Также разработана лабораторная работа по данной программе и написаны методические указания к ней.

В дальнейшем планируется создать ещё одну программу, которая будет визуализировать движение с ускорением материальной точки на плоскости. Таким образом, мы хотим перейти от одномерного движения к двумерному, вывести все необходимые нам зависимости для этой программы и наглядно объяснить парадокс близнецов.

Одними из целей общего исследования является внедрение в обучающий процесс интерактивных элементов и использование программных продуктов не только в сугубо научной, но и в познавательной деятельности. На наш взгляд применение игровых механик на начальной стадии обучения может как повысить интерес к изучаемому предмету у первокурсников, так и стать одним из побуждающих мотивов к изучению данной науки для учеников средней и старшей школы.

Список литературы

1. Тамм И.Е. К электродинамике движущихся тел: собрание научных трудов. М.: Наука, 1966. Т.1. С. 7.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. 2. Теория поля. М., 2016. 508 с.

УДК 37.013

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОСОБИЙ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ

А.В. Ягудина, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

adragocij@bk.ru

По результатам многочисленных опросов студентов, а также в ходе непосредственного обучения автора, была выявлена проблема низкой усвояемости и запоминаемости материала, представленного в методических пособиях по выполнению лабораторных работ по курсу физики.

Методика обучения на сегодняшний день не эффективна. Студентов не устраивает актуальность материала, преподаваемого наставником их лабораторных работ. Формальности в виде конспекта и расчетов ограничивают их возможности для творчества.

В рамках Студенческой Экспериментальной Лаборатории Физики (СЭЛФ) было предложено пробное методическое пособие. Этот материал был посвящен работе с «квантовым ластиком» [1].

В пособии контрольные вопросы были разбиты на множество простейших задач, которые были размещены на протяжении всей теоретической части. Таким образом, что данный материал напоминал задачник, который включал в себя теорию, помогающую ответить на вопросы. Решая такие задачи, студент мог постепенно освоить материал по заданной теме.

Однако, не все испытуемые смогли справиться с таким методическим пособием самостоятельно, без помощи преподавателя. В результате такого итога было принято решение упростить не только вопросы в методическом пособии, но и внести туда понятные изображения с более подробным описанием.

В настоящий момент ведется работа по составлению экспериментальной части методического пособия. Предполагается, что в будущем нам потребуются студенты-добровольцы, готовые полностью пройти наше методическое пособие и дать конструктивную оценку проделанной работе, а также оставить свои пожелания по улучшению метода усвоения материала.

Список литературы

1. Киктенко Е.О., Афонькина Н.А., Скуйбин Б.Г. О возможности обсуждения эксперимента по стиранию квантовой информации в лабораторной работе по классической оптике // Физическое образование в вузах 2017. Т. 23. № 4. С. 85-94.

СЕКЦИЯ МФ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА

УДК 674.093

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РАЗЛИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Д.В. Усов, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

usov.d.v@mail.ru

Е.Г. Владимирова, доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

vladimirova@mgul.ac.ru

Одним из актуальных вопросов в настоящее время является вопрос о выборе экологически чистых, прочных и долговечных материалов. Древесина относится к самым известным экологичным материалам. Для придания древесине долговечности и прочности, применяют термическую модификацию, без применения каких-либо химических составов [1]. Термическая модификация придает уникальные физико-химические свойства, поэтому из ТМД можно изготавливать изделия как для применения внутри помещения, так и для эксплуатации на открытом воздухе.

В процессе работы с ТМД дуба необходимо больше осторожности и очень хорошо заточенный инструмент. При пилении ТМД размеры искажаются незначительно, это связано с тем, что термическая модификация приводит к стабилизации размеров древесины [3]. Во избежание сколов, необходимо осуществлять строгание вдоль волокон. После термической модификации древесина становится хрупкой, поэтому необходимо предварительно засверливать отверстия для крепежа. После строгания и обработки на станках поверхность ТМД имеет хороший вид и в большинстве случаев не требует дополнительного шлифования. Но, если приходится шлифовать ТМД дуба, это не требует больших усилий, шлифуется легко. Опилки ТМД дуба более мелкие, в сравнении с обычным деревом, необходимо уделить особое внимание системам пылеудаления.

При работе с веществами на водной основе нужно учитывать, что способность ТМД дуба к поглощению ниже, чем у древесины, не прошедшей термическую модификацию. Склеивание ТМД клеями на водной основе требует больше времени. [2] Двухкомпонентные клеи оказались наиболее подходящими. Полиуретановый клей возможен для склеивания ТМД, но необходимо присутствие воды для его затвердевания. Склеивание ТМД дуба с древесиной, не прошедшей термическую модификацию не рекомендуется, так как после термической модификации существенно снижается способность к усушке и набуханию.

С ТМД дуба хорошо работают защитные покрытия, но необходимо больше времени для высыхания и пропитывания древесины. Лакокрасочные покрытия, наряду с маслами и воском, зарекомендовали себя достаточно хорошо.

ТМД дуба имеет высокую устойчивость к влаге, при нагревании не набухает, хорошо сопротивляется пару и теплу. Такие свойства позволяют использовать ТМД для отделки бань и саун, бассейнов. ТМД дуба имеет хорошую сопротивляемость неравномерным нагрузкам, обладает высокими показателями твердости, поэтому хорошо подходит для производства лестниц и мебели. Пониженная теплопроводность ТМД позволяет изготавливать рамы для окон, с которыми тепло зимой и прохладно летом.

ТМД дуба устойчиво к гниению и различным деформациям, поэтому хорошо используется в качестве отделочных материалов для дачи и сада, строительстве и облицовке домов. Являясь экологически чистым материалом, ТМД можно использовать для изготовления детской мебели и игрушек.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, проект № 37.8809.2017/8.9.

Список литературы

1. ГОСТ Р 54577 Древесина модифицированная. М.: Стандартиформ, 2012. 11с.
2. Шарапов Е.С. Королев А.С. Экспериментальные исследования процессов продольного цилиндрического фрезерования и пиления термически модифицированной древесины дуба. Лесной вестник. 2014. № 2.
3. Anonymous, 2003. ThermoWood Handbook. Available at: <https://www.thermowood.fi/esitteet-ja-kirjat/>, accessed 03.05.2018.

УДК 630*812

ГИДРОФОБИЗАЦИЯ ДРЕВЕСИНЫ РАСТВОРАМИ ТЕЛОМЕРОВ ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА ТОРГОВОЙ МАРКИ «ЧЕРФЛОН®»

М.А. Мирахимов, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

ali-mirahimov@mail.ru

А.Ф. Султанова, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

azaliyasultanova6929@gmail.com

Научный руководитель: Г.А. Горбачева, к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

gorbacheva-g@yandex.ru

Разработка новых функциональных покрытий имеет огромное прикладное значение. Растворы теломеров тетрафторэтилена широко используются для создания защитных гидрофобных покрытий на различных материалах [1-3].

Краевой угол смачивания является одной из характеристик свойств и состояния поверхности материалов. Экспериментальное исследование краевого угла смачивания капель воды на поверхности покрытия позволяет оценить эффективность защитных покрытий на древесине. Значения краевых углов смачивания определены на разработанной экспериментальной установке на образцах нативной и обработанной раствором теломеров тетрафторэтилена торговой марки «ЧЕРФЛОН®», разработанного в Институте проблем химической физики РАН. Результаты исследований показали, что для нативной древесины величина краевого угла смачивания составляет 27 – 40°. Нанесение покрытия приводит к значительному увеличению краевых углов смачивания до 76 – 87°.

Экспериментальные исследования гидрофобных свойств покрытий проведены при испытаниях на водо- и влагопоглощение образцов по ГОСТ 16483.20-72, 16483.19-72. Результаты экспериментов показали, что влажность древесины, обработанной растворами теломеров тетрафторэтилена торговой марки «ЧЕРФЛОН®», после двухчасового контакта с водой в 1,3 – 1,6 раза, после 30 суток – в 1,2 – 1,7 раза меньше по сравнению с нативной древесиной. При выдерживании во влажной среде наиболее интенсивно влажность образцов увеличивается в течение первых двух суток, влажность

обработанного образца в 1,15 раза меньше влажности нативной древесины. Для обработанных образцов отмечено значительное увеличение стойкости древесины к грибным поражениям. Таким образом, гидрофобное покрытие на основе раствора теломеров тетрафторэтилена торговой марки «ЧЕРФЛОН®» может быть рекомендовано для защитной обработки строительных конструкций из древесины, работающих во влажной среде.

Исследования выполнены в лаборатории Центра коллективного пользования научным оборудованием «Центр физико-механических испытаний древесины» (ЦКП ЦФМИД) Мытищинского филиала ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет)».

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, проект № 37.8809.2017/БЧ «Исследование строения, свойств и характеристик древесины как природного функционального материала для разработки энергосберегающих и экологичных технологий продукции с заданными механическими, электрическими, химическими и тепловыми характеристиками».

Список литературы

1. Большаков А.И., Кичигина Г.А., Кирюхин Д.П. Радиационный синтез теломеров при постоянной концентрации тетрафторэтилена в ацетоне // Химия высоких энергий. 2009. Т. 43. № 6. С. 512-515.
2. Кирюхин Д.П., Кичигина Г.А., Бузник В.М. Теломеры тетрафторэтилена: радиационно-химический синтез, свойства и перспективы использования // Высокомолекулярные соединения. 2013. Т. 55. № 11. С. 1321-1332.
3. Gorbacheva G.A., Ivankin A.N., Sanaev V.G., Ageev A.K., Kiryukhin D.P., Kichigina G.A., Kushch P.P., Badamshina E.R. Surface modification of cellulose-containing materials with solutions of tetrafluoroethylene telomers // Russian Journal of Applied Chemistry. 2017. Т. 90. № 8. С. 1365-1371.

УДК 674.093

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КЛЕЁНОГО ЩИТА ИЗ БЕРЁЗОВЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

А.А. Каптелкин, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

kartelkin94@mail.ru

Научный руководитель: С.Н. Рыкунин, профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

rikunin@mgul.ac.ru

В европейской части РФ в ближайшие годы доля лиственных пород, берёзы и осины, в расчетной лесосеке будет достигать 80%. Производство клеёного щита могло бы способствовать более широкому использованию берёзовой древесины.

Древесина берёзы содержит заболонную зону и ложное ядро. В настоящее время прослеживается устойчивая тенденция спроса на клееный щит, полученный из заболонной зоны. Поэтому увеличение доли клееных щитов, полученных из заболонной зоны, существенно улучшит технико-экономические показатели производства клееного щита из древесины берёзы.

При производстве клеёного щита целесообразно уменьшить количество кусковых отходов [1]. Как правило, на лесопильно-перерабатывающих предприятиях отходы

перерабатываются в технологическую щепу, используемые в дальнейшем для производства древесностружечных и древесноволокнистых плит или в качестве топлива. Предложение на рынке щепы из древесины берёзы превышает спрос. С целью уменьшения объемов производства щепы предложена технология производства пиломатериалов с обзолом [2,3]. Отходы в обзольную и сбеговую рейки можно определить по формуле:

$$K_n = K_{обз} * K_{сб}, \quad (1)$$

где $K_{обз}$ - коэффициент, учитывающий отходы в обзольную рейку;

$K_{сб}$ - коэффициент, учитывающий отходы в сбеговую рейку;

K_n - коэффициент, учитывающий отходы в обзольные и сбеговые рейки.

$$K_{обз} = F_T / F_H = \frac{b_c(x_2 - x_1)}{2 \int_{x_2}^{x_1} y dx}, \quad (2)$$

где F_T - площадь поперечного сечения обрезной доски трапецидального вида по пласти на середине длины;

F_H - площадь поперечного сечения необрезной доски на середине длины;

b_c - средняя ширина доски трапецидального вида;

r - радиус бревна;

x_1 - расстояние от оси до внутренней пласти доски, мм;

x_2 - расстояние от оси до наружной пласти доски, мм.

$$K_{сб} = 1 - \frac{2 b_b}{2 b_n + S l}, \quad (3)$$

где b_b - ширина наружной пласти доски в верхнем отрезе, мм;

b_n - ширина наружной пласти доски в комле, мм;

S - сбеги, см/м;

L - длина доски, м.

Технология производства берёзовых обрезных пиломатериалов с обзолом позволит с меньшими затратами автоматизировать их сортировку и укладку в сушильные пакеты и, в дальнейшем, раскраивать на ламели, улучшить заполнение сушильных камер, сократить затраты живого труда. Для увеличения объемного выхода ламелей, целесообразно вырабатывать их свободной ширины, что также уменьшит количество отходов и увеличит объемный выход.

Список литературы

1. Рыкунин С.Н. Исследование влияния качественных особенностей березового пиловочного сырья на выход заготовок и технология их выработки: дис. . канд. техн. наук. М.: МЛТИ, 1963. 153 с.
2. Куликова Н. В., Рыкунин С.Н., Кривощёков Н.В. Методика расчета поставок с заданной величиной обзола // Лесотехнический журнал – научный журнал. 2016. Т. 6, № 3 (23). С. 91-99.
3. Владимирова Е.Г., Рыкунин С.Н. Сортирование пиломатериалов на группы качества // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 2012. № 3 (86). С. 89-92.

УДК 674.047

ИМПУЛЬСНАЯ СУШКА ОКОРЕННОГО БРЕВНА

Д.А. Иванов, магистрант

МФ МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

DiOniss@yandex.ru

Научные руководители: Г.Н. Курьшов, к.т.н., доцент

МФ МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

kuryshov@mgul.ac.ru

А.А. Косарин, к.т.н., доцент

ООО «Форсклад», г. Москва

Kosarin2008@yandex.ru

Импульсная сушка пиломатериалов и заготовок проводится повторяющимися циклами. Каждый цикл складывается из двух стадий: «импульс», когда к высушиваемому материалу подводится тепловая энергия, и «пауза», во время которой подача тепловой энергии прекращается [1]. Использование этих режимов позволяет экономить от 30 до 40% электроэнергии, без снижения качества выпускаемой продукции. Процессы, происходящие при сушке древесных материалов, исследовались в работах [2] и [3].

Корпорация «RusDrevProm», г. Серов, Свердловская область, в октябре 2017 года предоставило для проведения исследования возможности использования импульсных режимов для сушки сосновых окоренных бревен в сушильных камерах корпорации объемом 100 м³. Требования к качеству высушенных материалов определяются по как ГОСТ 9463, а также стандартом организации ПАО «РОССЕТИ».

По этим требованиям материал должен быть высушен до конечной влажности не более 28%, и в сроки не более чем 7 дней в летний период, и не более 14 дней в зимний. Также не допускаются боковые трещины длиной более чем 1500 мм, шириной более 5 мм, и глубиной более чем глубина пропитки. Окоренные бревна, используемые как деревянные опоры линий электропередач, пропитываются на глубину заболони, что составляет около 40-50 мм.

Сушка образцов проводилась в опытно-промышленной камере конвективного типа действия на кафедре «Процессов и аппаратов деревообрабатывающих производств» в МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. Режимы сушки отличались друг от друга в зависимости от диаметра образца, и составляли 2 часа в стадии «импульс», и от 4 до 6 часов в стадии «пауза».

Контроль влажности в процессе сушки проводился сушильно-весовым способом по ГОСТ 16 588. От торца бревна на расстоянии 60-70 мм отпиливался образец толщиной 20 мм, затем размечался на 4 сектора – «А», «В», «С» и «D». Каждый сектор в свою очередь разделялся на 4 секции. По полученным секциям определялась послойная влажность образца по толщине. В процессе всех 6 сушек проводилось измерение длины, ширины и глубины, образовавшихся боковых, и торцевых трещин от усушки в соответствии с ГОСТ 9463.

Все данные по распределению влажности и размерам трещин фиксировались, и на их основе были построены графики и гистограммы.

Анализ данных показал, что высушенные образцы удовлетворяют всем требованиям по качеству и могут быть использованы как деревянные опоры линий электропередач, а импульсные режимы сушки могут быть апробированы и внедрены для сушки окоренных бревен в сушильных камерах корпорации «RusDrevProm».

Список литературы

1. Патент России №2637288. «Способ импульсной сушки» опубл. 01.12.2017 год. Бюл. №34
2. Косарин А.А. Технология импульсной сушки пиломатериалов: автореф. дис ... канд. тех. наук. Москва, 2012. 22с.
3. Уголев Б.Н., Горбачева Г.А., Белковский С.Ю. Экспериментальное исследование показателей эффекта памяти древесины // Вестник Московского государственного университета леса. 2014. №2 (101). С. 66-69.

УДК 630*864

ПИРОЛИЗ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА

В.Д. Зайцев, магистрант

МФ МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

kelertak@bk.ru

Лигнин – это второе по распространенности органическое соединением на Земле, являющееся продуктом биосинтеза древесных растений, однако в современных химических технологиях переработки растительной биомассы, он не только не используется как органическое сырьё, но и образует обременительные отходы технологических процессов. Одним из таких отходов является т.н. гидролизный лигнин, общее количество которого на территории Российской Федерации оценивается в 70-90 млн. тонн [1]. Гидролизный лигнин обладает рядом ценных свойств [2], в виду чего, одним из перспективных способов его утилизации является получение на его основе активированного угля. Однако, уголь-сырец, получаемый из гидролизного лигнина при его пиролизе, непригоден для парогазовой активации, так как представляет собой мелкодисперсный порошок, практически полностью выгорающий при высокотемпературной обработке водяным паром.

На основании ранее проведенных исследований [3] можно предположить, что в качестве активного модификатора лигнина при его пиролизе можно использовать микологически разрушенную древесину действием ферментов дереворазрушающих грибов вызывающих т.н. «бурую гниль» как продукта, обогащенного фенольными соединениями, способными вступать во взаимодействие с гидролизным лигнином при повышенных температурах, что может приводить к структурированию и образованию крупных агломератов угля.

В результате компонентного анализа микологически разрушенной древесины было установлено повышенное содержание в ней соединений фенольной природы, большинство из которых экстрагируются спиртом (9 %), горячей водой (15,8 %), и, в особенности, 1 %-ным раствором КОН (49,5 %). Эти соединения могут выступать в роли сшивающих агентов при пиролизе гидролизного лигнина.

Установлено, что при совместном пиролизе смеси гидролизного лигнина и микологически разрушенной древесины со скоростью нагрева 10 °С/мин и температуре пиролиза 450 °С при массовом содержании модификатора 12,5 % выход угля-сырца по сравнению с углем из чистого гидролизного лигнина увеличивается на несколько процентов, а содержание нелетучего углерода заметно возрастает в среднем на 25 %. Но самое главное, полученный уголь структурируется, как и предполагалось ранее, и приобретает форму сосуда, в котором осуществлялся пиролиз. При большем содержании микологически разрушенной древесины в композиции, подвергаемой карбонизации, выход угля-сырца и его качество заметно снижается. Что касается угля-сырца из самой микологически разрушенной древесины, уголь-сырец из которой сильно структурирован,

он имеет низкий выход и содержание нелетучего углерода с тенденцией к снижению при более высоких температурах.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, проект № 37.8809.2017/8.9.

Список литературы

1. Rabinovich M.L. Lignin by-products of soviet hydrolysis industry: resources, characteristics, and utilization as a fuel // Cellulose Chemistry and Technology. 2014. № 48 (7-8). P. 613-631.
2. Леванова В.П. Технология, свойства и применение энтеросорбентов на основе гидролизного лигнина: автореф. дис. ... д-ра. тех. наук. СПб.: ВНИИГидролиза растительных материалов. 1995.
3. Кононов Г.Н., Веревкин А.Н., Сердюкова Ю.В. Физико-химические изменения анатомической структуры микологически разрушенной древесины // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2016. № 6. С. 97-101.

УДК 630*587.3 : 004.9

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ АРХИВНЫХ ДАННЫХ ЛЕСОУСТРОЙСТВА

А.Д. Койнов, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

artemiy.koynov@mail.ru

Национальный парк (НП) «Лосиный остров» представляет собой крупный лесной массив площадью 12,4 тыс. га, расположен в северо-восточной части Москвы и примыкающей части территории Московской области.

В НП «Лосиный остров» имеется ценнейший архивный материал по состоянию лесов, почв, гидрологической сети и др. В архиве национального парка хранится около 220 томов материалов лесоустройства, начиная с конца XIX в., порядка 120 карт, самые старые из которых были выполнены в 1926 г. [2]. Обобщение и анализ архивных данных лесоустройства проводились ранее А.В. Абатуровым [1] для части территории национального парка в виде среднестатистических показателей.

Такой объем архивных материалов представляет уникальную возможность для построения различных динамических моделей, для чего следует перевести данные в электронный формат.

Целью данной работы является создание ГИС-проекта для ретроспективного мониторинга НП «Лосиный остров». Проведен сбор данных лесоустройства за 1934, 1945, 1965, 1998, 2016 гг. (годы, на которые имеется полный набор картографической и таксационной информации). Работа проводилась в несколько этапов: фотофиксация архивных данных лесоустройства; оцифровка архивной картографической информации; создание баз данных таксационных описаний за перечисленные годы.

Привязка данных производилась к слою, который имеет пространственную систему координат. За пространственную основу был взят векторный слой квартальной сети последнего лесоустройства. Таким образом все карты были представлены в едином масштабе и единой пространственной системе координат.

На этапе оцифровки полученных растровых данных (снимков) на привязанном к ним векторном слое создается векторный слой выделительной сети национального парка. Параллельно с отрисовкой выделов проводится заполнение атрибутивной базы данных, в которую вносятся уникальные номера отрисованных объектов. В итоге мы получаем

серию векторных слоев, соответствующих по выделительной сети за разные периоды лесоустройства.

Таксационная информация вводится в виде обычных таблиц в формате программного обеспечения Microsoft Excel, в которой столбцы таблицы соответствуют таксационным характеристикам насаждения, а каждая строка таблицы соответствует строго одному объекту (выделу) на созданном векторном слое. Соединение атрибутивной таксационной информации, находящейся в формате электронных таблиц, с объектами (выделами) векторного слоя производится по индивидуальному номеру каждого объекта (выдела).

В ходе работы с архивными данными возникли некоторые трудности: изменение границ лесопарков и номеров кварталов; поврежденные фрагменты карт, не подлежащие восстановлению; различия в формах предоставления таксационной информации за разные годы. Для решения данных проблем была создана таблица соответствия номеров кварталов за разные годы, утраченные фрагменты восстанавливались по выделительной сети за другие годы, была разработана максимально унифицированная структура базы данных.

Созданный ГИС-проект позволит сохранить архивную информацию на надежных носителях, обеспечит свободный доступ к архивной информации лесоустройства. Проект создает основу для автоматизированного и систематического анализа, для построения и верификации моделей динамики лесной растительности.

Список литературы

1. Абатуров А.В., Кочевая О.В., Янгутов А.И. 150 лет Лосиноостровской лесной даче. М.: «Аслан», 1997. 237 с.
2. Абатуров А.В., Кулешов А.П. К проблеме использования материалов старых пробных площадей для оценки динамики древостоев // Состояние природных комплексов на особо охраняемых природных территориях. Материалы научно-практической конференции. Пушкино, 2008. С. 35-41.

УДК 674

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ СМОЛЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ АНТИСЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

М.А. Армизонова, А.А. Векшина, Н.А. Юрочкин, бакалавры

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

armizonovam@mail.ru

veksh.anna@yandex.ru

yurochkin5@mail.ru

При эксплуатации древесно-стружечные плиты подвергаются негативному воздействию различных микроорганизмов, в том числе грибов.

Поэтому возникает вопрос о решении применения биостойких древесно-стружечных плит – ДСтП-б, чтобы предотвратить воздействие микроорганизмов. Особенность производства таких древесно-стружечных плит заключается в том, что антисептические добавки вводятся в готовую древесную стружку, но при горячем прессовании они негативно сказываются на качестве склеивания древесных частиц.

Для решения описанных проблем предлагается ввести антисептическую добавку в смолу в ходе синтеза и использовать ее в качестве связующего для производства древесно-стружечных плит. Это позволит нам равномерно распределить концентрацию антисептика на весь объем плиты.

В качестве основы была выбрана карбамидоформальдегидная смола марки КФК-СФ, которая является продуктом поликонденсации карбамида с формальдегидом в присутствии щелочного катализатора [3]. Мы предлагаем добавить в нее антисептик тетраборат натрия, который используется при музеефикации сооружений из древесины пораженной множеством микроорганизмов, способствующих ее разрушению. Основной задачей использования буры при производстве древесно-стружечных плит является защита древесины от гниения[1].

При загрузке компонентов для синтеза смолы так же были введены отходы спиртового производства в количестве 30мас.%, в качестве модификатора. Перед началом кислой стадии синтеза вместе с дополнительной порцией карбамида ввели 1 мас.% тетрабората натрия.

Для отверждения карбамидоформальдегидной смолы без добавки требуется 1 мас.% хлористого аммония, в то время как для модифицированной - необходимо увеличить до 3мас.%. Стоит отметить, что дальнейшее увеличение расхода отвердителя не приводит к сокращению времени желатинизации.

В результате исследования были получены характеристики, которые позволяют нам подтвердить соответствие смолы и ее технологических параметров для производства древесно-стружечных плит [2].

Для исследования влияния добавки на свойства плиты были изготовлены два образца плит, с антисептиком и без, размерами 300×130×16 мм.

Режимы прессования составляли: время прессования - 380 с, температура греющих плит пресса – 190 °С.

На основании результатов испытаний плит, можно сделать вывод, что прочностные характеристики плит с добавкой повысились, количество формальдегида осталось в пределах нормы и соответствует классу эмиссии формальдегида – Е-1.

Разбухание по толщине у плиты без добавки соответствует ГОСТ 10632-07 для плит марки П-Б – 31%, а разбухание плиты с добавкой немного превышает норму.

Список литературы

1. М. К. Никитин, Е. П. Мельникова «Химия в реставрации: справочное пособие. Л., 1990.
2. Пасько Ю.В., Екимов В.О., Щеглов М.А. Исследование физико-механических свойств композиционных материалов на основе КФК-СФ. 2017. Красноярск, 2017. С. 152-153.
3. Пасько Ю.В., Цветков В.Е., Романова М.С. Исследование технологических свойств КФК-СФ // Наука без границ. 2017. № 12 (17). С. 46-49.

УДК 004.67

АВТОНОМНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ И ПОЧВЫ В ТЕПЛИЦЕ

А.М. Курмаев, бакалавр

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Космический факультет

warrior-rinn@yandex.ru

Ю.А. Тищенко, бакалавр

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Космический факультет

tishenko.yulya@bk.ru

Представлена разработка компактной автоматизированной робототехнической датчиковой платформы для измерения параметров атмосферы и почвы с возможностью дистанционного доступа к измерительным данным, а также создание сети измерительных платформ, передающих измерительные данные в централизованную базу данных, для мониторинга заданного участка.

Создаваемая платформа (сеть платформ) в первую очередь будет полезна в садовом и огородном (тепличном) хозяйствах. Данная платформа сможет обеспечить регулярное получение точных данных о состоянии почвы и атмосферы, что должно обеспечить повышение эффективности ведения хозяйства. Благодаря накоплению регулярных измерений, появляется возможность отслеживать динамику изменений значений измеряемых параметров.

Платформа реализована в виде герметичного корпуса и выносного шупа. В герметичном корпусе расположены: микроконтроллер ISKRA Neo [1], аккумулятор, часы реального времени, датчик температуры и приёмопередатчик Wi-Fi на базе микроконтроллера ESP8266 [2].

На внешнюю площадку корпуса вынесены: датчик атмосферного давления (барометр), датчик температуры, датчик влажности, датчик освещённости [3].

В выносном шупе расположены: датчик температуры почвы и датчик влажности почвы [3].

Данные, полученные с датчиков, по запросу с внешнего сервера передаются через модуль ESP и записываются в базу данных на сервере. В дальнейшем при наборе определённого количества записей данные усредняются по: часам, дням, неделям, месяцам.

Данные доступны пользователям через Web-сайт, предоставляемый сервером.

На данный момент имеется полнофункциональный макет платформы (без компоновки в герметичный корпус), способный выполнять измерения и передавать данные на сервер.

Разработка корпуса, позволяющего выполнять транспортировку и установку платформы подвижным роботизированным комплексом. Написание удобного пользовательского приложения. Создание вариативных сборок платформ с разным набором датчиков по требованию потребителя.

Список литературы

1. Iskra NEO. Available at: <http://wiki.amperka.ru/продукты:iskra-neo>, accessed 03.03.2018).
2. WiFi (Тройка-модуль). Режим доступа: <http://wiki.amperka.ru/продукты:troyka-wi-fi> (дата обращения: 2018-03-03).
3. Сенсоры. Режим доступа: <http://amperka.ru/collection/sensors> (дата обращения 03.03.2018).

УДК 630.181

СОРТОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЕЛИ НА ПИТОМНИКЕ РАСТЕНИЙ В ДЕРЕВНЕ ОСЕЕВО

К.Е. Мусатов, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

musatov-k@mail.ru

В нашей стране огромное количество питомников. Одна Московская область насчитывает несколько десятков: от гектара и до 50-70 га [1].

На примере питомника растений деревни Осеево дана характеристика разнообразия сортов, которые с успехом выращиваются на территории Московской области.

У ели наблюдается активный годовой прирост. За год, в зависимости от вида и сорта, годовой прирост составляет от 5 до 15-20 см. У ели обыкновенной, ели сербской и ряде других сортов елей большой годовой прирост дает возможность формирования дерева и, в ряде случаев, ограничения роста дерева. Все это придает ему декоративность.

Ель наряду с туей – основные декоративные хвойные породы. Ежегодный объем выемки елей на крупных питомниках составляет 1000 штук. Также выращивание ели и успешная ее интродукция налажена по всей стране [2]. Крупные питомники хвойных культур находятся в Республике Татарстан и в Томске.

Особое внимание при выращивании сортовых растений необходимо уделять интродукции. Ряд сортов выращивается на территории Московской области уже давно, а некоторые виды появились несколько лет назад.

На территории питомника растений в деревне Осеево произрастает самая большая группа сортов принадлежит ели колючей – 20 разных сортов среди которых *Picea pungens* 'Bialobok' и *Picea pungens* 'Lucky Strike'.

Следующая по величине группа – ель обыкновенная. Представлена пятью сортами. Также ель обыкновенная проходит в питомнике формовку для дальнейшего придания ей конусовидной или широкой формы. Вот несколько сортов *Picea abies*, которые произрастают в питомнике: *Picea abies* 'Inversa' и *Picea abies* 'Will's Zwerg'

Ель сербская (*Picea omorika*) также отлично подвержена формировке, что позволяет производить разные формы кроны. Представлена двумя сортами. Один из этих сортов – ель 'Nana'. Также на питомнике произрастает *Picea glauca*.

В современном динамичном мире не стоит делать ставку на что-то одно. Так и современные питомники в нашей стране делают ставки на многие культуры и сорта. Знания по интродукции подтверждают возможность выращивания декоративных культур по всей стране.

И лесопитомники, и учебно-опытные питомники, находящиеся в ведении государства, могут перенять технологию и предоставить растения для городской среды и приусадебных участков.

Зарубежный опыт показывает, что при строительстве городов, новых микрорайонов, домов важно уделять большое внимание лесу, облагораживанию территории.

Список литературы

1. Интерактивная карта питомников – Питомники России. Режим доступа: <https://www.ruspitomniki.ru/pitomniki-rossii/interaktivnaya-karta-pitomnikov.html> (дата обращения 06.04.2018).
2. Балков В.В. Совершенствование технологий выращивания посадочного материала ели обыкновенной в питомниках западного Урала (на примере Пермской области): дис. ... канд. сельскохозяйственных наук. Пушкино, 2004. С. 25-37.

УДК 688.727:531.71

ПРИМЕНЕНИЕ СОНАРА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КАРТЫ ЛОКАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПОДВИЖНОЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

А.А. Колобкова, студент

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Космический факультет

aakolobkova@yandex.ru

И.С. Голошумов, студент

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Космический факультет

ilya.vnezemnoy1998maos@yandex.ru

Разработано локационное устройство, пригодное для установки на подвижную робототехническую платформу; построена карта локационной обстановки.

Локатор реализован с использованием ультразвукового дальномера HC-SR04, сервопривода, платы с микроконтроллером Arduino Uno и ноутбука для выполнения дополнительных программ.

Дальномер закреплён на корпусе платформы на сервоприводе с поворотом 180°. Измерения производятся на тринадцати осях (оси распределены с шагом 15°). Дальность измерения – до 400 см [1].

Плата Arduino устанавливает угол поворота сервопривода. Дальномер производит измерение и передаёт полученное расстояние на плату Arduino. С платы угол и расстояние передаются на СОМ-порт подключенного к ней ноутбука.

На ноутбуке переданные значения считываются программой на языке python и записываются в текстовый файл, который затем обрабатывается программой на языке C++. Программа извлекает значения из файла и преобразовывает в изображение в графическом окне.

Реализовано графическое представление текущего измерения локатора на экране ноутбука. В настоящий момент обрабатывается одновременно одна пара значений «угол + расстояние».

В перспективе предполагается обработка нескольких измерений одновременно для более полного представления локационной обстановки, ведение журнала (т.е. сохранение записей «угол + расстояние + текущие дата и время» в отдельном текстовом файле) и перенос программ с ноутбука на бортовую ЭВМ для обеспечения автономности платформы.

Список литературы

1. HC-SR04 Datasheet. ELECTRO SCHEMATICS. Available at: <https://www.electroschematics.com/8902/hc-sr04-datasheet/>, accessed 06.04.2018.

УДК 688.727-5:681.2-5

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПОДВИЖНАЯ ПЛАТФОРМА НА УСИЛЕННОМ ШАССИ «INSERTIMA»

И.С. Голошумов, студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Космический факультет

ilya.vnezemnoy1998maos@yandex.ru

Проводилась разработка подвижной робототехнической платформы с дистанционным управлением с усиленными шасси для передвижения по грунтовым дорогам, стабилизация движения по прямой.

Подвижная платформа установлена на усиленном шасси, рама корпуса металлическая. Максимальная масса платформы вместе с нагрузкой составит около 6 килограммов. В данный момент общий вес подвижной конструкции составляет чуть больше двух килограммов, в законченном варианте она будет близка к четырем с половиной килограммам.

Аккумулятор 10,8 Ач питает драйвер двигателя (VNH2SP30) [1] и в будущем будет питать пневмостойки и манипулятор. Аккумулятор на 6 Ач питает всю логическую часть платформы.

Стабилизация движения происходит с помощью гироскопа на базе чипа L3G4200D [2] по следующему алгоритму: «Если отклонение от траектории движения больше 5 градусов в секунду, то повернуть колёса на n градусов в противоположную сторону». Величина n изменяется в зависимости от скорости платформы: чем выше скорость, тем меньше угол подруливания [3].

Реализована подвижная платформа в минимальной конфигурации. Платформа свободно передвигается по грунтовым дорогам без потери сигнала связи и без ущерба корпусу. Реализована стабилизация движения по прямой. Обеспечено дистанционное

управление через Wi-Fi, а также резервная система управления с помощью местного радиосигнала.

Доработка алгоритма стабилизации. Разработка, конструирование и отладка системы пневматических стоек. Разработка шестиосевого манипулятора на механических поршнях для захвата и перемещения различных предметов.

Список литературы

1. VNH2SP30-E - AUTOMOTIVE FULLY INTEGRATED H-BRIDGE MOTOR DRIVER Available at: <http://www.st.com/en/automotive-analog-and-power/vnh2sp30-e.html>, accessed 06.04.2018.
2. L3G4200D Gyroscope Manufacturer. Available at: <https://www.parallax.com/downloads/l3g4200d-gyroscope-manufacturer-datasheet/>, accessed 06.04.2018.
3. Фильтр Калмана – Википедия. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%B%D1%8C%D1%82%D1%80_%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B0 (дата обращения 06.04.2018).

УДК 630.160.2

ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛЕСА В БЕЖЕЦКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.А. Бондарев, студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

daniil-bondarev@yandex.ru

В ходе работ в Тверской области в Бежецком лесничестве были исследованы 13 вырубок и 2 гари. На двух площадях создавались лесные культуры и на одной проводилось комбинированное возобновление леса. На остальных площадях осуществлялось содействие естественному возобновлению.

В результате удовлетворительное возобновление леса было обнаружено на 5 участках (2121, 1650, 2091, 3472, 3736, штук/га (подрост приведён к условно-крупному). Участки представлены ситниково-вейниковой вырубкой, вейниково-луговиковой вырубкой, ситниково-луговикой вырубкой и двумя кипрейные вырубками. Слабое возобновление леса обнаружено на 2 участках (2521, 1152 штук/га) долгомошно-паловой гари и 1 луговиковой вырубке. Плохое возобновление леса обнаружено на 4 участках (676, 2010, 1221, 1144 штук/га) вейниково-луговиковой вырубке, ситниково-вейниковой вырубке, долгомошно-паловой гари, малиновой вырубке, местами переходящей в вейниковую. Полное отсутствие возобновления обнаружено на одной кипрейной вырубке вследствие сильного разрастания кипрея и крапивы, полностью подавляющих подрост.

На площадях с искусственным и комбинированным возобновлением леса приживаемость культур 18,8 % 68,2 % и 71 %. Состояние естественного возобновления на площади с комбинированным возобновлением леса - плохое.

Следует понимать, что должные лесоводственные мероприятия способны уменьшить продолжительность периода возобновления древостоя на 20-40 лет [2].

По итогам работ сделаны следующие выводы.

1. Причины плохого и слабого возобновления леса в целом объясняются рубками без сохранения подроста, отсутствием гидролесомелиоративных мероприятий, неудовлетворительной очисткой лесосеки от порубочных остатков. В случае с искусственным возобновлением необоснованными посадками культур с преобладанием ели после рубки ельников, отсутствием должного ухода за ними.

2. Необходимо уточнить положение, выдвигавшееся И.С. Мелеховым и В.Г. Нестеровым о невозможности подавления кипреем подроста. В определённых условиях и на определённых стадиях возобновления леса подрост может быть подавлен кипреем.

3. Отсутствие сохранённого подроста на вырубке влечёт формирование вырубков с преобладанием вейника и щучки, а затем образуются низкобонитетные древостои ели с большой долей осины и берёзы [3].

Список литературы

1. Нестеров В.Г. Общее лесоводство. МЛ.: Гослесбумиздат, 1954. 655 с.
2. Обыденников В.И. Волков С.Н. Актуальные вопросы лесопользования в связи с динамикой типов леса после рубок спелых насаждений // Лесной вестник. 2015. № 6. С. 6-11.
3. Обыденников В.И., Кузнецов М.Е., Разживин В.А. Типологические аспекты исследований динамики леса в связи с рубками главного пользования // Лесной вестник. 2007. № 4. С. 15-21.

УДК 620.424.1

АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ, УСЛОВИЙ ПРИМЕНЕНИЯ И ИЗНОС ЩЕТОК ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПРИВОДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

М.С. Беляков, студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет Космический

maks.belyakoff@yandex.ru

Углерод-углеродный композиционный материал (УУКМ) – это нитки, ткани различных схем плетения, насыщенные углеродом [1]. УУКМ имеет электропроводность такую же, как у металлов. Дефекты щеток: образование бороздок, механическое разрушение, искрение, трещины и отслоения. Интенсивность изнашивания щеток на металлической основе составляет от $3 \cdot 10^{-8}$ до $4 \cdot 10^{-8}$ [2]. Интенсивность изнашивания УУКМ составляет $1 \cdot 10^{-8}$. Из результатов исследования параметров трения УУКМ следует, что с увеличением нагрузки средний коэффициент трения снижается с 0,263 (при нагрузке 1Н) до 0,002 (5Н); износ материала уменьшается с 13,0888 до 0,3565 мкм [3]. Внедрение электротехнической меди М00 в поверхностные слои УУКМ инициирует режим избирательного переноса материалов при трении, что позволяет реализовать в узлах трения эффект безызносности. Применение щеток на основе УУКМ с внедрённым слоем меди по сравнению с наиболее распространёнными угольными щётками существенно увеличит время наработки электродвигателя.

Список литературы

1. Быков В.В., Голубев И.Г., Прохоров В.Ю. Использование новых материалов при модернизации техники // Ремонт, восстановление, модернизация. 2006. № 3. С. 18-20.
2. Беляков М.С., Прохоров В.Ю. Исследование влияния сочетания конструкционных материалов на нагрузочную способность узлов трения навесного оборудования технологических машин // Проблемы и перспективы студенческой науки. 2017. № 2 (2). С. 42-45.
3. Прохоров В.Ю., Быков В.В., Окладников Л.В. Новые материалы и покрытия для узлов трения навесного оборудования // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2. № 2-2 (7-2). С. 21-27.

УДК 712.23

ИЗУЧЕНИЕ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ КИТАЯ

У Янь, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

wuyan@yandex.ru

Китай можно назвать «большой страной биоразнообразия» и «глобальной горячей точкой биоразнообразия». Количество видов в Китае составляет 1/8 от количества видов всего Земного шара. В Китае находится 10% видов высших растений мира или 30000 мировых видов.

Целью нашего исследования явилось изучение сохранения биоразнообразия на особо охраняемых природных территориях Китая. Для достижения цели был изучен опыт исследователей в области охраны редких и исчезающих растений; проанализирован практический опыт сохранения биоразнообразия; выявлены причины утраты биоразнообразия и рассмотрены возможности его защиты. В качестве одного из объектов сохранения видов растений был выбран рода *Paeonia* для которого обобщены методы сохранения и восстановления биоразнообразия на особо охраняемых территориях Китая, а также четыре природных заповедника.

Для этого были изучены особенности построения заповедников в КНР, методы сохранения биоразнообразия на ООПТ за последние 25 лет, применен метод сравнительного анализа.

Китай является одной из стран с особенно богатым биоразнообразием, однако многие виды находятся под угрозой исчезновения из-за обширных разрушений и деградации экосистем. Согласно предварительной статистике, около 398 видов позвоночных животных находятся под угрозой исчезновения, что составляет около 7,7% от общего числа позвоночных в Китае, 4000-5000 видов высших растений находятся под угрозой исчезновения, что составляет от 15% до 20% от общего количества видов, выше, чем в мире (10% до 15%). Среди 640 видов, находящихся под угрозой исчезновения, перечисленных в «Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры», находящимися под угрозой исчезновения, в Китае насчитывается 156 видов, что составляет примерно четверть от общего числа. В девственных лесах нашей страны уже давно существуют такие виды деятельности человека, как обезлесение, мелиорация земель, площадь лесов сокращается в среднем на $0,5 \times 10^4 \text{ км}^2$ в год. В настоящее время уровень лесистости нашей страны составляет менее 14% территории страны. Если не будут приняты эффективные меры защиты, биоразнообразие будет в значительной степени утрачено. Защита биоразнообразия заключается в защите всех живых ресурсов Земли и жизни людей. Это важная мера для реализации стратегий устойчивого развития, правильная обработка взаимосвязи между сохранением ресурсов и экономическим развитием, содействие скоординированному развитию людей и природы и достижение высокой степени унификации экологических, экономических и социальных выгод леса. Только путем эффективной защиты биоразнообразия можно добиться устойчивого использования и развития биологических ресурсов для защиты людей. Современные международные исследования в области биоразнообразия сосредоточены на следующих аспектах: (1) Создание обследований, каталогизации и информационных систем по биоразнообразию; (2) Влияние деятельности человека на биоразнообразие; (3) Функция экосистемы биоразнообразия; (4) Долгосрочный динамический мониторинг биологического разнообразия; (5) Исследования по кризисам, вызывающим потерю видов, и стратегии защиты; (6) Исследование генетического разнообразия культивируемых и

домашних животных и их диких родственников; (7) Технологии сохранения биоразнообразия и конгрессы.

УДК 712, 159.9.072

ДИАГНОСТИКА И КОРРЕКЦИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА С ПРИРОДОЙ СРЕДСТВАМИ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Л.Р. Шарафиева, магистрант

МФ МГТУ имени Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

master.coach@yandex.ru

Актуальность исследования диагностики и коррекции взаимоотношений человека с природой средствами ландшафтной архитектуры связана с возрастающей модификацией человеком собственной среды обитания, в ущерб собственному здоровью и благополучию экосистемы планеты.

Цель исследования: выявление взаимосвязей между психологическими установками человека, его ландшафтными предпочтениями и мотивацией взаимодействия с природой как основы диагностики и коррекции взаимоотношений человека с природой средствами ландшафтной архитектуры.

Методики: теоретический анализ литературы, методика Дж. Кейрси, семантический дифференциал (вербальная и невербальная форма).

Согласно Г. Бейтсону: «Человек – выдающийся модификатор природной среды, который достигает одновидовых экосистем в городах и организует особые среды для своих симбионтов, лишая экосистему биоразнообразия и снижая адаптационный потенциал» [1, С.222]. Поэтому, мы считаем, что создание качественной архитектурно-ландшафтной среды в городах с увеличением биоразнообразия позволит как диагностировать, так и скорректировать взаимоотношения человека и природы, и тем самым повысить адаптационный потенциал отдельных людей и экосистемы.

Анализ комплексной системы координат для определения эмоциональной ориентации средового объекта, предложенной В.Т. Шимко [2, С.119], позволяет сопоставить их с базовыми психологическими установками и функциями, выделенными К.Г. Юнгом и определяющими потенциал объектов ландшафтной архитектуры.

Ось 1. Открытое (по функции - парадное) – *экстраверсия*/ замкнутое (по функции - камерное) – *интроверсия*.

Ось 2. Технология (по функции – деловое) - *рациональность*/ природа (по функции – игровое) – *иррациональное*.

Ось 3. Светлое (по функции – мобильное) – *интуиция*/ тёмное (по функции устойчивое) – *сенсорика*.

Ось 4. Ориентированное на выполнение функций – *логика*/ ориентированное на построение отношений – *этика*.

В пилотажном исследовании взаимосвязи психологических установок будущих ландшафтных архитекторов и их ландшафтных предпочтений были использованы: методика Д. Кейрси для диагностики психологического типа, авторский вариант вербального семантического дифференциала и его невербальный аналог с фотографиями объектов ландшафтной архитектуры. Предварительная обработка результатов свидетельствует о наличии взаимосвязей между предпочтением экстравертами открытых, а интровертами – закрытых пространств, рационалами – регулярных планировок, а иррационалами – пейзажных парков, сенсорики предпочитают более массивные и плотные композиции, а интуиты – воздушные формы.

В дополнение респондентам предложена рисуночная методика. По её итогам выявлено, что в качестве стрессогенной среды более 50% респондентов изображают антропогенные ландшафты, а более 30% - регулярные планировки парков. Как комфортную среду - более 70% рисуют пейзажные парки и леса, 12% - горы, 8% - море и только 8% - регулярные планировки и 4% - изображение городской среды. В качестве развивающей среды 40% изображают горы, 32% - пейзажные сады и парки, 12% - море.

В данной группе респондентов было также выявлено преобладание эстетической (42%) и прагматической (30%) установки к природе, когнитивной (75%) и прагматической (59%) мотивации взаимодействия.

По итогам исследования, можно заявлять о его перспективности и необходимости привлечения дополнительных экспериментальных данных о диагностике и коррекции взаимоотношений человека с природой средствами ландшафтной архитектуры.

Список литературы

1. Бейтсон Г. Природа и разум. Необходимое единство. М.: Институт семейной терапии, 2005. 188с.
2. Шимко В.Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование. Основы теории (средовый подход). М.: Архитектура–С, 2009. 408с., ил.

УДК 712.2

ИЗУЧЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ФУНКЦИЙ ПРИРЕЧНЫХ ЛАНДШАФТОВ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ЩЕЛКОВО

О.А. Жукова, магистрант

МФ МГТУ им. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

olga142@yandex.ru

Жители многих российских городов не избалованы комфортностью городской среды: дефицит озелененных территорий, экспансия автомобильного транспорта, визуальное и звуковое загрязнение городского пространства, активная застройка городских территорий, поглощающая общественные пространства — лишь несколько факторов, снижающих качество городской жизни [2, с. 128]. Постоянное пребывание людей в таких условиях приводит к сенсорной адаптации — понижению чувствительности к постоянно действующему неблагоприятному раздражителю, привыканию и принятию его за норму [1, с. 216].

В подобных городских условиях ценными территориями в аспекте их социального использования являются приречные ландшафты, входящие в состав приречных территорий городов. Приречные ландшафты, особенно малых рек, сами по себе являются образцами гармонии, комфорта, эстетики и красоты — тех качеств, которых часто не хватает современной городской среде. Обычно это территории с богатым биоразнообразием видов животных и растений. В черте города приречные территории привлекательны для горожан наличием ценного компонента ландшафта — воды и являются одними из основных мест отдыха и досуга [2, с. 100].

Актуальность исследования в том, что оно способствует изучению социальной эффективности городских приречных ландшафтов, выявлению их социального потенциала, оценке их природных ресурсов в аспекте изменения качества городской среды в пользу человека [2, с. 41].

Целью работы является изучение социально-ориентированных функций приречных ландшафтов города Щелково.

Первичной задачей работы является определение, какие городские пространства являются приречными территориями города Щелково на основании анализа их

расположения на территории города, форм рельефа, типов городской застройки и других факторов. Основная задача работы — выявление типов социально-ориентированных функций, свойственных приречным ландшафтам города, согласно классификации, представленной И.В. Ерзиным в 2017 году в докладе «Ландшафт, как функциональная подсистема населенного места» на научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов мытищинского филиала МГТУ им. Баумана. Такими функциями являются социально-оздоровительные и социально-воспитательные.

К социально оздоровительным функциям, согласно вышеупомянутой классификации, в числе других относятся рекреационно-творческая, рекреационно-успокоительная и физкультурная. Рекреационно-творческая функция ландшафта — это возможности любительских занятий искусством, хобби, самообразованием. Рекреационно-успокоительная функция ландшафта — наличие природных условий для формирования положительных эмоций при контакте с природой и свободном неформальном общении или уединении. Физкультурная функция ландшафта — это наличие природных условий для развлекательных и спортивных игр, тренировок, купания, прогулок.

К социально-воспитательным функциям относятся воспитательная, просветительная, образовательная функции. Воспитательная функция ландшафтов заключается в формировании эмоционально развитой, уравновешенной личности при непосредственном контакте с природой. Просветительная функция заключается в повышении экологической грамотности горожан, ознакомлении с местной флорой и фауной. Образовательная функция приречных ландшафтов заключается в возможности проводить выездные лекционные и практические занятия, заниматься самообразованием, наукой.

Городской природный ландшафт, обладающий социально-ориентированными функциями - это возможности восстановления физических и духовных сил, оздоровления и саморазвития, доступные практически для любого человека.

Список литературы

1. Майерс Д. Психология. 3-е изд. Минск : Попурри, 2008. 848 с.: ил.
2. Нефедов В.А. Как вернуть город людям. М.: Искусство—XXI век, 2015. 160 с.: ил.

УДК 630*377

РАЗРАБОТКА ЛЕСОПОЖАРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТРАКТОРА БЕЛАРУС-Л 82.2

М.О. Холопский, студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Космический факультет

mihail_halopskii@mail.ru

Лесные пожары наносят большой ущерб экономике страны. По данным Росстата в 2016 г. на территории России произошло 11 тыс. лесных пожаров, которыми пройдена площадь 2508,3 тыс. га. Для борьбы с лесными пожарами используются различные технические средства. В том числе используются тракторы Беларус Л82.2, которые агрегатируются с бульдозерными отвалами, клиновидными толкателями, плугами, ёмкостями для воды, помпами. В обычной комплектации спереди трактора устанавливается отвал или толкатель. На заднюю навесную систему может навешиваться плуг или помпа. Наиболее полная комплектация у универсального лесопожарного модуля УЛПМ-82 Е на базе трактора "БЕЛАРУС Л82.1". Бульдозерный отвал совмещен с емкостью для воды, на раме трактора установлены высоконапорная помпа и рундук для

пожарно-технического вооружения. Задняя навесная система может использоваться для навески плуга или лебедки. При тушении лесных пожаров часто необходимо делать отвалом минерализованные полосы. Установленный на УЛПМ-82Е прямой бульдозерный отвал имеет невысокую производительность. Отвал клинового типа имеет более высокую производительность. Исходя из этого, целью работы является разработка отвала клинового типа, совмещенного с ёмкостью для воды. Для агрегатирования лесных бульдозеров и толкателей к тракторам Беларусь используют трехзвенный плоский рычажный механизм. При подъеме и опускании отвала происходит изменение угла резания. Для прямого отвала изменение угла резания вызывает изменение силы резания. В процессе работы глубина резания не превышает 10...15 см и это вызывает незначительное изменение угла резания. При использовании клинового отвала стрехзвенным плоским рычажным механизмом при изменении глубины резания от расчетной будет происходить подъем передней части отвала при уменьшении глубины резания, или опускание передней части отвала при увеличении глубины резания, что делает его работу отвала неустойчивой. Для агрегатирования клинового отвала необходимо использовать четырехзвенный рычажный механизм, который должен обеспечивать увеличения угла резания при уменьшении глубины резания от заданной, и уменьшение угла резания при увеличении глубины резания. Установка рабочей глубины резания осуществляется изменением длины верхнего звена рычажного механизма.

Таким образом, разрабатываемый клиновидный отвал обеспечит повышение производительности труда по сравнению с прямым отвалом при создании минерализованных полос за счет более рациональной формы отвала и устойчивой работы отвала, за счет автоматического поддержания заданной глубины резания.

Список литературы

1. Россия в цифрах. 2017: Крат. стат. сб. М.: Росстат, 2017. 511 с.
2. Лесхознаб. Режим доступа: <http://lessnab.com/> (дата обращения 04.04.2018).
3. Патент РФ № 2170498. БИ № 20, 20.07.2001.

УДК 630.375

СОВРЕМЕННЫЕ КОЛЕСНЫЕ И ГУСЕНИЧНЫЕ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Д.И. Рогачев, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Космический факультет
d2345@live.ru

И.В. Козлов, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Космический факультет
vanya.kozlov.98@mail.ru

Конкурентная борьба на рынке лесозаготовительной техники между отечественными и иностранными производителями, способствует стимулированию развития отечественных разработок с учетом современных технологий и технологических процессов.

На данный момент среди отечественных производителей лесозаготовительной техники стоит выделить: ООО Завод «Алтайлесмаш», ООО «Онежский тракторный завод», Алтайский Завод Самоходных Машин «Прогресс».

Завод «АЛТАЙЛЕСМАШ» предлагает своим заказчикам широкую линейку моделей разных видов гусеничной техники одним из ярких представителей линейки является лесохозяйственный трактор ТЛ-5АЛМ (модернизация ТТ-4). Данный трактор обладает шестью катковым движителем и используется в качестве базового шасси технологических лесозаготовительных и других машин. [1]

Одним из фаворитов в производстве лесозаготовительной техники является Онежский тракторный завод. На данный момент заводом выпускается трактора на разной тяговой базе Онежец-300 (четырёх катковый движитель) и Онежец-400 (пяти катковый движитель). Машины обладают увеличенной шириной звеньев гусениц, что обеспечивает повышенную проходимость на грунтах с низкой несущей способностью и снижает вредное воздействие на лесные грунты. [2]

Так же компания с 2017 выпускает колесные харвестер ОТЗ-515 и форвардер ОТЗ-520, разработанные в тесном сотрудничестве с датской компанией Silvates. Данные машины являются первыми российскими колесными лесозаготовительными машинами с механико-гидростатической трансмиссией и оснащаются отечественными двигателями, производства ОАО «Алтайский моторный завод».

Алтайским Заводом Самоходных Машин «ПРОГРЕСС» выпускает гусеничный трактор чокерного типа МСН-10. Данная модель выпускается с двумя вариантами трансмиссии: механической и гидравлической так же характеризуется надежностью, простотой в обслуживании, хорошей проходимостью. [3]

Стоит заметить, что современная отечественная лесозаготовительная промышленность способна конкурировать с зарубежными производителями, выпуская продукцию, характеризующуюся хорошим качеством, надежностью, ремонтопригодностью и низкой стоимостью.

Список литературы

1. Каталог техники. Алтайлесмаш. Режим доступа: www.altaillesmash.ru (дата обращения 23.04.2018).
2. Продукция. Онежский тракторный завод. Режим доступа: <http://otz.tplants.com/> (дата обращения 23.04.2018).
3. Лесозаготовительная техника. АЗСМ «ПРОГРЕСС». Режим доступа: www.azsm.pф (дата обращения 23.04.2018).

УДК 631.43

ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЕННО-ГРУНТОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Р.С. Решетов, Е.А. Роговой, Ш.Ш. Асланов, Куликов А.Р., студенты
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства»
rs-reshetov@yandex.ru

Состояние городских насаждений в значительной степени зависит от почвенно-грунтовых условий, в особенности их водного и воздушного режимов. Поэтому изучение запасов влаги является одной из актуальных задач конструирования условий произрастания городских насаждений.

Основной целью исследований являлось определение состава почвенно-грунтовой смеси, обеспечивающего запас высокопродуктивной влаги для создания зеленых насаждений в условиях Московского региона. В ходе исследований решались следующие основные задачи: определение запаса и способов регулирования высокопродуктивной влаги почвенно-грунтовых смесей различного состава и установление оптимального соотношения их компонентов. В качестве компонентов использовались: торф верховой (84 % содержания органического вещества); средний суглинок (содержание физической глины 30-40 %); аллювиальный песок.

Почвенно-грунтовые смеси были составлены с различным процентным содержанием компонентов от общего объема смеси и объединены в три группы по

содержанию органического вещества: 5, 25 и 45 %. Соотношение песка к суглинку во всех группах одинаковое. Плотность смесей приведена к значениям 0,9-1,2 г/см³, что соответствует предъявляемым требованиям [1]. Для обеспечения наилучших водно-воздушных свойств смесей был подготовлен агрегированный суглинок (размер агрегатов 0,5 (3)-5 мм). Для расчета запасов влаги в почвенно-грунтовой смеси определялась весовая и объемная наименьшие влагоемкости [2]. Всего проанализировано 45 образцов.

Значения наименьшей влагоемкости в основном зависят от содержания органического вещества и песчаного компонента. Наибольший запас влаги характерен для почвенно-грунтовых смесей с высоким содержанием верхового торфа и низким содержанием песчаного компонента. Согласно литературным данным [3], оптимальным запасам влаги в почве для зеленых насаждений г. Москвы является величина 280-300 мм/м³,

На величину запаса влаги в условиях города несомненно будет оказывать влияние и объем посадочной ямы: для кустарников с обнаженной корневой системой - 0,10 м³; для посадки деревьев и кустарников с комом земли (квадратным) - от 1,27 до 6,08 м³.

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- регулирование запаса влаги в почвенно-грунтовых смесях возможно с помощью увеличения содержания органического вещества до 31-36 % при сохранении определенных соотношений песка к суглинку;
- оптимальным составом почвенно-грунтовой смеси, обеспечивающим рекомендуемый запас влаги, является соотношение 3:1:1 (торф : песок : суглинок);
- допускается использование другого соотношения компонентов, но для обеспечения рекомендуемого запаса влаги необходимо увеличивать или сокращать объем посадочной ямы;
- на основе полученных значений запасов влаги в почвенно-грунтовых смесях разного состава возможно определить рациональные нормы полива зеленых насаждений.

Список литературы

1. Постановлением Правительства Москвы от 27 июля 2004 г. N 514-ПП. О повышении качества почвогрунтов в городе Москве. М., 2004. 21 с.
2. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
3. Bondarenko V.V. Soil water regime and evapotranspiration of sites with trees and lawn in Moscow. PhD thesis, Wageningen University, 2009. 171 p.

УДК 62-235

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИВодОВ БЛОКИРОВКИ ДИФФЕРЕНЦИАЛА

В.Л. Полищук, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Космический факультет

Существует ручная и автоматическая блокировки дифференциалов. Ручная блокировка силового привода предполагает использование кулачковой муфты, то есть соединяет части дифференциала и полуоси. Для того чтобы ее включить или выключить применяется специальный механизм. Это может быть пневматический, механический, гидравлический или электрический привод.

Пневматические (воздушные или с пневматическим механизмом включения) – для включения необходимо наличие компрессора в системе, к мосту идет силиконовая трубка для подачи воздуха.

Один из таких примеров ARB Air Locker в нормальном состоянии представляет обычный классический дифференциал. При включении (блокировании) такого

дифференциала полуоси блокируемого моста замыкаются между собой жестко - поэтому блокировки такого типа обычно называются жесткими.

Работа ARB Air Locker осуществляется следующим образом. Когда ARB локер включен, соленоидный воздушный клапан (расположенный на компрессоре) открывается и сжатый воздух подается по пластиковой трубке к штуцеру, установленному на картере дифференциала. Далее по металлической трубке к обойме воздушного уплотнения, которая фиксируется на цапфе подшипника под отверстием для входа воздушной трубки в картере дифференциала. Сжатый воздух, таким образом, поступает в локер во время его вращения.

Сжатый воздух давит на поршень, встроенный в дифференциал и полностью блокирует дифференциал с помощью запирающего механизма. Когда выключатель на панели управления выключается, сжатый воздух выходит через соленоидный клапан в атмосферу и маленькие пружины в дифференциале освобождают блокирующее кольцо. Теперь дифференциал работает как нормальный «открытый» дифференциал.

Компрессор располагается в любом удобном месте в моторном отсеке или салоне. Выключатель давления, встроенный в компрессор, выключит компрессор когда давление достигнет установленного максимума и включит, когда давление упадет ниже установленного минимума

Система ARB имеет главное достоинство: обладая мягкостью работы обычного дифференциала на твердых поверхностях, тем не менее, достигается полная блокировка в нужный момент.

Недостатками ARB являются высокая стоимость, сложность монтажа и умение ей пользоваться. Если забыть выключить блокировку на дороге с твердым покрытием, можно поломать трансмиссию или потерять управление.

ARB не самая простая по конструкции система. Она включает очень много компонентов, что снижает надежность. Например, компрессор может выйти из строя, вполне возможен обрыв электропровода.

Такой тип блокировки необходим, если автомобиль используется как на сложных дорожных условиях, так и на обычных дорогах. Крайне важно после преодоления препятствий выключать эту систему для предотвращения поломок и для комфортного передвижения.

Более перспективный вариант для лесной отрасли будут электро-магнитные привода (с электро-магнитным механизмом включения). Для включения достаточно подачи 12 В на электро-магнитную муфту установленную на дифференциале. При подаче тока на электромагнит создается магнитное поле, которое приводит в действие механизм механической блокировки, а когда подача тока прекращается, дифференциал разблокируется.

К преимуществам такого привода относится прежде всего, это очень привлекательная цена, а так же простая, надежная и долговечная конструкция. Электромагнитный механизм управления практически полностью взаимозаменяется со многими старыми узлами.

К недостаткам следует отнести включение блокировки при скорости, не выше 5 км/ч (если автомобиль уже забуксовал его желательно остановить и включить блокировку и только потом продолжить движение). Ездить с заблокированным дифференциалом быстрее 30 км/ч не рекомендуется в целях безопасности движения.

Так же существует вариант с вакуумным приводом включения. Для его использования нужен вакуумный насос и воздушная магистраль, которая толкает шток и вилку включения блокировки в раздаточной коробке. В раздатке есть полость, разделенная мембраной на две герметичные половинки; там же есть шток-толкатель, который через кулачок двигает в раздаточной коробке муфту блокировки центрального

дифференциала из положения «выкл» в положение «вкл» и обратно. Указанный шток выходит в указанную полость и крепится к указанной мембране, и есть два клапана, которые подключают вакуум то к одной половинке полости, то к другой – в зависимости от «вкл» и «выкл». Вакуум берется из впускного коллектора.

Список литературы

1. Виды блокировок дифференциала. Классификация. Режим доступа: <https://www.drive2.ru/o/b/2850961> (дата обращения 04.04.2018).

УДК 62.235

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗДАТОЧНЫХ КОРОБОК

А.Д. Орехов, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Космический факультет

123racers123@mail.ru

Обычно основные функции раздаточной коробки могут обеспечиваться при использовании самой простой двухосной схеме. Тем не менее, в некоторых ситуациях трехосная схема в конечном итоге, окажется наиболее целесообразнее. Например, если карданные валы располагаются достаточно далеко и расстояние между валами в раздаточной коробке будут весьма большие, то трехосная схема при остальных одинаковых характеристиках сможет дать весьма компактную конструкцию

Другим очень важным фактором, является экономическая целесообразность. Всякая новая конструкция должна иметь более совершенные показатели, по сравнению с предыдущей[1].

При выборе раздаточных коробок нужно учитывать ее передаточные числа, наличие прямой передачи, соосность ведущих валов.

Так же учитываются условия смазывания, удобство управления и переключения. Немаловажным фактором является уменьшение шума в работе, в таких системах, где переключение передач происходит при помощи скольжения, нужно применять прямозубые передачи, которые на порядок

громче косозубых. Использование косозубых шестерен возможно только при постоянном их зацеплении, при этом включение передач будет производится при помощи зубчатых муфт. А так же становится возможным установка синхронизаторов, при помощи которых возможно включение передач во время движения не более 40 км/ч.

Чаще всего раздаточные коробки выполняют в виде отдельного механизма самостоятельно закрепляемого на раме.

В схемах раздаточных коробок с прямой передачей около 90% обего пробега совершается на этой передаче, при этом остальные зубчатые колеса не совершают никакой работы и не нагружаются.

В схемах раздаточных коробок с заблокированным приводом, существует циркуляция паразитной мощности. Она передает дополнительные нагрузки на детали раздаточной коробки. Количество и перечень деталей раздаточной коробки, испытывающих действия дополнительных нагрузок, зависят от ее схемы.

Таким образом, учитывая выше перечисленные особенности, мы выбираем схему и тип раздаточной коробки

Список литературы

1. Проектирование полноприводных колесных машин : учебник для вузов: в 3 т. / под ред. А.А. Полунгян. М.: Т. 1 / Афанасьев Б. А., Белоусов Б. Н., Гладов Г. И. [и др.]. 2008. 495 с.

УДК 630*22:630*5

ИССЛЕДОВАНИЕ РОСТА И ФОРМИРОВАНИЯ ЛИПНЯКОВ НП «УГРА»

Миронов Р.Ю., бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства»

Lavashidze@gmail.com

В.Г. Югай, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства»

lerochka_yugay@mail.ru

Липа одна из часто встречающихся лесобразующих пород, чье хозяйственное значение достаточно велико. В настоящее время вопрос формирования липняков изучен недостаточно.

И. С. Мелехов [1] утверждал, что на формирование какого-либо лесного элемента совокупно воздействуют условия всей лесной среды, влияет весь биогеоценоз в целом. По мнению Е.С. Мурахтанова [2], процесс смены древесных пород липой определяется комплексом взаимосвязанных между собой факторов и условий, например, антропогенного вмешательства с ведением хозяйственной деятельности и без неё, биолого-лесоводственными особенностями липы и т.д. Естественное возобновление, рост и размножение липы в условиях леса идёт главным образом за счёт обильной порослевой способности, которая зависит от типа леса, возраста, класса бонитета, среднего диаметра насаждения. В одних насаждениях можно точно сказать, что произойдет смена и в первый ярус выйдет липа, в других шансы на ее возобновление очень малы, в-третьих, необходимо рассмотреть ряд признаков, благодаря которым и будет выделена господствующая порода [3].

Исследованные нами липовые насаждения находятся в НП «Угра» (Березичское лесничество) вблизи южной границы хвойно-широколиственных лесов, характеризующихся большим видовым разнообразием. Доля липовых насаждений в национальном парке не очень высокая, однако, в составе насаждений липа встречается достаточно часто.

Возрастная структура насаждений с участием липы чаще всего имеет характер разновозрастных насаждений, в которых нередко более молодые деревья могут, получив конкурентное преимущество, оказываться в первом ярусе. А более старые экземпляры задерживаются во втором ярусе. При этом разновозрастную структуру имеют как первый, так и второй ярус из липы. То есть можно утверждать, для липы характерно, что ярус формируется не по принципу возрастного поколения, что связано, по-видимому, с пластичностью липы как породы к различным факторам (свет, влага и т.п.).

На основании экспериментальных данных нами смоделирован ход роста по высоте липового элемента леса I-го бонитета. Зависимость высоты древостоя от его возраста описывается следующим уравнением:

$$H = 9,7255 \ln(A) - 15,88; R^2 = 0,52, \quad (1)$$

где H – высота древостоя, м;

A – возраст древостоя, лет.

В отличие от данных из таблиц хода роста, оказывается, что, липняки НП «Угра» в молодом возрасте характеризуются интенсивным ростом, темп которого становится более умеренным в старших возрастах.

Коэффициент детерминации, полученного регрессионного уравнения, свидетельствует об умеренной корректности передачи характера исследуемой

зависимости. В дальнейшем нами планируется продолжить исследования хода роста липняков с целью уточнения выявленных зависимостей.

Выводы: Возрастная структура насаждений с участием липы чаще всего имеет характер разновозрастных насаждений, которые в младших возрастах характеризуются высокой производительностью и хорошим темпом роста.

Список литературы

1. Мелехов И.С. Лесоведение: учеб. М.: Лесная промышленность, 1980. 406 с.
2. Мурахтанов Е.С. Липа. М.: Лесная промышленность, 1981. 80 с.
3. Стоноженко Л.В., Найденова Е.В., Роганова С.А. Исследование строения и формы насаждений // Вестник Московского государственного университета леса «Лесной вестник». 2016. Т. 20. № 5. С. 205-214.

УДК 51-74

ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЕМОВ ЛЕСОПИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

Р.А. Бабушкин, студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Космический факультет

Э.В. Левчук, студент,

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Космический факультет

Научный руководитель: М.С. Усачев, доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Космический факультет

usachev@mgul.ac.ru

В результате проведенного анализа продукции лесопромышленного комплекса (ЛПК), в период 2013-2017 года наиболее востребованной продукцией в России являются: пиломатериалы, фанера, ДВП, ДСП, целлюлоза и бумажная продукция. Самый значительный рост показывает производство фанеры 34%, самый меньший 8% – пиломатериалы. При рассмотрении состояния ЛПК через объем производства в денежно-процентном выражении по основным видам лесопродукции, на основании данных Росстата [2], виден рост выручки от реализации продукции ЛПК в 2017 году по сравнению с 2013 годом. В процентном соотношении наибольший рост – 81% показывают пиломатериалы. Несмотря на явный подъем, при сравнении темпов роста выручки от реализации, проявляется иная картина. Выручка с 2014 по 2015 уменьшилась на 44%, однако с 2015 по 2017 год наблюдался незначительный рост 1-2%.

Состояние зависит не только от внешней и внутренней экономики, но и от оборудования и устройства самих производств. Повышение индексов цен на лесную продукцию обуславливается обесцениванием рубля, а внутренние причины и проблемы ЛПК России приводят к удешевлению продукции.

Исходные данные отображают зависимость изменения роста объемов производства пиломатериалов от курса национальной валюты (рубля). В данном отношении, рассматривается случай полиномиальной модели регрессии [1], которая принимает следующий вид:

$$\begin{cases} 4a + 70b + 1572c = 39620 \\ 70aa_0 + 1572b + 39160c = 688960 \\ 1572a + 39160b + 1035792c = 15435168 \end{cases}$$

Получаем: $a = 0.443, b = -27.517, c = 10212.537$. Уравнение регрессии имеет вид: $y = 0.443x^2 - 27.517x + 10212.537$

Ошибка аппроксимации в результате расчетов равна 0,47%, что меньше 7%, то есть данное уравнение можно использовать в качестве регрессии.

Проверка точности влияния x на y определяется выражением (1):

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(y_i - y_x)^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2} \quad (1)$$

Точность подбора уравнения – высокая, x влияет на y в 82.12% случаях.

Стандартная ошибка уравнения и коэффициентов составляет 81.4.

Для прогнозирования объемов производства пиломатериалов и возможных отклонений, рассчитана среднеквадратическая ошибка прогнозируемого показателя (2) и сделан точечный прогноз:

$$U_y = y_{n+L} \pm t_\alpha S_y \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{3(n + 2L - 1)^2}{n(n^2 - 1)}} \quad (2)$$

Коэффициент Стьюдента t_α (для $\alpha = 0,05$) находим по таблице критерий Стьюдента ($t_\alpha = 12.71$).

Точечный прогноз y_{n+L} равен 10086.03, интервальный прогноз имеет вид: $t \pm K = 5: (8451; 11721.06)$.

Таким образом, при помощи метода наименьших квадратов была выявлена зависимость двух переменных, отношения тенденций изменения курса рубля к объемам рассматриваемого производства. Исходя из данных РОССТАТА на 2017 год, объемы производства пиломатериалов составили 10872 м³, данное значение лежит в приведенном интервале. Можно говорить о прямой зависимости в экономическом плане, что отображает спад производства при ухудшении состояния рубля и подъем при его укреплении.

Список литературы

1. Линник Ю. В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений. М.: Физматгиз, 1958. 334 с.
2. Производство основных видов продукции в натуральном выражении / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/prom/natura/god.htm (дата обращения 04.04.2018).

УДК 630*377

СОВРЕМЕННЫЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ЛЕСОСЕК

Д.Ю. Онтиков, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Космический факультет
svod1997@mail.ru

И.Е. Двоглазов, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Космический факультет
hyraxias@gmail.com

Очистка лесосек от порубочных остатков является неотъемлемой частью процесса лесозаготовки в современных условиях, поэтому механизированные технологии имеют большое значение на лесосеках. Как правило, отходы собираются в валы подборщиками сучьев, которые представляют из себя навесное оборудование, действие которых схоже с обычными «сенными граблями».[1] Однако, при данном способе валы порубочных остатков, оставленных на лесосеке в не измельченном виде для дальнейшего перегнивания или сжигания, могут послужить разносчиками лесных вредителей и болезней, а также создают пожароопасную обстановку.

При разработке лесосек трелёвочными тракторами (скиддерами), поваленные деревья транспортируются на верхние склады, где и производятся очистка от сучьев и раскряжевка. Преимуществом данной технологии является локальное скопление

древесных отходов, что значительно облегчает их утилизацию, посредством щепорубильных машин.

В настоящее время наибольшее распространение получила сортиментная технология лесозаготовок. При работе по этой технологии харвестер осуществляет обрезку сучьев и вершин на месте рубки, вследствие чего сучья формируют ряды валов по ходу движения машины. Использование подборщиков сучьев при сортиментной технологии лесозаготовок вызывает сложности. Более эффективной и рациональной технологией утилизации лесозаготовительных отходов является мульчирование – процесс механического измельчения порубочных остатков без их предварительного сбора. Мульчирование осуществляется либо навесным оборудованием, либо самоходной машиной посредством работы ротора со специальными ножами из твердосплавного материала, обеспечивающего эффективность и долговечность работы.

Измельченная в мелкую щепу мульчером древесина снижает риск распространения древесных вредителей, защищает почву от эрозии, удерживает влагу в почве и устраняет риск пожароопасных ситуаций.[2]

При проведении работ по восстановлению леса на очищенной местности, старые корни и пни не являются препятствием посадочному материалу, в то время как слой щепы затрудняет интенсивный рост травы и кустарников, что облегчает уход за посадками.

Список литературы

1. Очистка мест рубок от порубочных остатков. Режим доступа: <http://poznayka.org/s16590t1.html> (дата обращения 04.04.2018).
2. Защита почв от эрозии. Режим доступа: <http://biofile.ru/geo/3348.html> (дата обращения 04.04.2018).

УДК 51-74

ВЫБОР ВАРИАНТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ СУПЕРМАТРИЦ И НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

П.В. Гумунюк, бакалавр,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»
pavel05091997@yandex.ru

В.А. Дорошенко, д.т.н., профессор
МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Современные системы управления технологическими процессами и производствами являются интегрированными и распределенными по уровням. При выборе вариантов исходных средств для структурного и параметрического синтеза таких систем одной из проблем является математическое описание процедуры многокритериального выбора вариантов с учетом различных видов связи. В предлагаемой работе решение такой задачи предложено на основе формирования и обработки суперматриц с применением нечетких множеств. Суть метода заключается в следующем:

Формируются согласованные матрицы парных сравнений вариантов относительно критериев и матриц парных сравнений критериев. Строки и столбцы матриц его исходных чисел вариантов и критериев. Элементы матриц показывают количественную оценку уровня преимущества парных сравнений по девятибалльной шкале Саати [1].

Формируются векторы приоритетов вариантов в виде функции принадлежности на множестве числовых значений матриц парных сравнений вариантов относительно критериев согласно выражению:

$$\mu_i(B_i) = \frac{1}{a_{1j}^k + a_{2j}^k + \dots + a_{nj}^k} \quad (1)$$

где $k=1,2, \dots, m$ число критериев; $a_{1j}^k + a_{2j}^k + \dots + a_{nj}^k$ – значения элементов столбцов матриц парных сравнений вариантов; $B_i (i = 1, 2, \dots, n)$ – исходные варианты.

Формируется вектор приоритета критериев в виде функций принадлежности на множестве числовых значений матриц парных сравнений критериев согласно выражениям:

$$\omega_1(K^1) = \frac{1}{a_{11} + a_{21} + \dots + a_{n1}}, \omega_2(K^2) = \frac{1}{a_{12} + a_{22} + \dots + a_{n2}}, \dots, \omega_m(K^m) = \frac{1}{a_{1m} + a_{2m} + \dots + a_{nm}} \quad (2)$$

На основе значений векторов приоритета вариантов (1) и вектора приоритета критериев (2) формируется исходная квадратичная суперматрица. В суперматрицу добавляется единичная матрица, характеризующая влияние вариантов на самих себя. Сумма значений в любом столбце исходной суперматрицы должна быть равна единице [2].

Для получения предельного приоритета исходных вариантов необходимо исходную суперматрицу возвести в степень. Значения результирующего приоритета вариантов с учетом (1,2) формируются, в процессе возведения в степень, в нижней части первого столбца предельной суперматрицы. Варианты с наибольшим значением являются оптимальными.

Предложенная методика оценки вариантов в предложенной работе рассмотрена на примере выбора вариантов сенсорных промышленных сетей для подключения датчиков и исполнительных устройств в распределенных системах управления. С применением в качестве критериев таких параметров сети как число узлов, длина сегмента сети, скорость обмена между ведущими и ведомыми устройствами сети, в реальных условиях между датчиками, исполнительными устройствами и промышленным контроллером (компьютером). Для автоматизации вычислительной процедуры оценки вариантов разработана программа на языке C# в среде Visual studio 2017.

Предложенный метод может найти широкое применение для структурного и параметрического синтеза распределенных систем управления.

Список литературы

1. Саати Т. Принятие решений, методы анализа иерархий. М.: Радиосвязь, 1993. 278 с.
2. Саати Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. Аналитические сети. М.: ЛЕНАНД, 2015. 360 с.

УДК630.377

ДВИЖИТЕЛИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПОЧВУ

А.М. Будаков, бакалавр

Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э.Баумана, Космический факультет
mister.bu97@mail.ru

Н.Р. Адигезалов, бакалавр

Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э.Баумана, Космический факультет
Adigezalov97@mail.ru

В работе были рассмотрены основные типы колесных и гусеничных движителей лесозаготовительных машины.

В основном на лесозаготовительных машинах применяется два варианта колесного движителя: первый вариант это когда используется одна ведущая ось, второй вариант это когда используется тандемная тележка (балансир) с приводом к двум ведущим колесам [1].

У гусеничных трелевочных тракторов в основном применяется два типа подвесок. Первый тип это смещенная подвеска, передняя каретка которой представляет собой упруго-рычажно-балансирную подвеску, включающая в себя рычаг, балансир и упругий элемент в виде пружины или нескольких пружин, а в задней каретка – жёсткая подвеска, включающая в себя балансир и рычаг без упругих элементов. Такая подвеска применяется на тракторах семейства Алтайского тракторного завода, к примеру модель ТТ-4М и схожие с этой моделью трактора. Второй тип это все две каретки являются упруго-рычажно-балансирными. Такая подвеска применяется на тракторах семейства Онежского тракторного завода.

Так же используется жесткая подвеска, включающая в себя 2 каретки с рычагами и балансирами зеркально направленными друг к другу – это типично для сортиментовоза модели ЛЗ-5.

Ещё было изучено влияние разнообразных видов движителей на почву и был сделан вывод о том, что при работе на машине с колёсным движителем давление на почву высокое, почва сильно уплотняется, что осложняет прорастание саженцев за счёт малого доступа кислорода и минералов к корням. Так же у таких машин низкая проходимость. Но так же есть и плюсы – высокая производительность и высокая скорость работы за счёт более быстрого перемещения.

При работе на машине с гусеничным движителем почва страдает не так сильно, но всё же уплотнение присутствует [2]. Так же у этих машин низкая производительность из-за низкой скорости движения, но это компенсируется высокой проходимостью. Удельное давление у таких машин значительно меньше благодаря большему пятну контакта гусеницы с почвой[3].

Список литературы

1. Гоберман В.А., Гоберман Л.А. Колесные и гусеничные машины. Математическое моделирование и анализ технико-эксплуатационных свойств: учебное пособие. М.:МГУЛ, 2002. 322 с.: ил. 92.
2. Борисов В.А. Глубина колеи и потеря подвижности в результате буксования гусеничной лесозаготовительной машины / В.А. Борисов, Н.И. Казначеева, Д.В. Акинин // Национальная Ассоциация Ученых. 2015. № 10-1 (16). С. 11-14.
3. Клубничкин В.Е. Модель взаимодействия элементов опорной поверхности гусениц лесозаготовительной машины с грунтом / В.Е. Клубничкин, Е.Е. Клубничкин, В.И. Запруднов, Л.Д. Бухтояров, Д.Ю. Дручинин, С.В. Малюков // Лесотехнический журнал. 2014. Т. 4. №4 (16). С. 191-200.

УДК 630.32

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ РОБОТИЗИРОВАННОЙ МАШИНЫ НА ВАЛКЕ ДЕРЕВЬЕВ

А.У. Абгарян, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесного дела, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства»

arten.abgaryan@mail.ru

Проводимые исследования и разработки показывают, что будущее за широким применением роботизированных машин, учитывая их безопасность использования и низкие затраты. Лесозаготовительная отрасль, занимает

2-ое место по опасности и чрезвычайным ситуациям после горно-добывающей промышленности [2]. По этой причине является актуальным, решение вопроса безопасности человека на лесосечных работах. Одним из самых эффективных способов

решения данной задачи, является применение роботизированных машин, что позволяет исключить нахождение человека и риски возникновения чрезвычайных ситуаций на месте проводимых лесосечных работ. В настоящее время ряд компаний занимаются роботизацией лесозаготовительной техники, это и Gremo AB, John Deere и другие. При этом созданы предпосылки для разработки роботизированных систем на лесосечных работах.

Однако проблема повышения эффективности лесопромышленных технологий за счет внедрения средств информатизации и автоматизации разработана недостаточно и требует качественно новых решений.

В современных условиях развитие лесной отрасли характеризуется совершенствованием применяемой техники и увеличением количества ее опций, повышением точности и надежности технологического оборудования, что в совокупности предопределяет необходимость ускоренного обеспечения лесопромышленного комплекса (ЛПК) средствами информатизации производственных процессов и автоматизации лесозаготовительных машин [3].

При совершенствовании лесосечных работ, можно использовать роботизированную машину. Управление данной машиной происходит удаленно. Машина оборудуется акселерометром, лазерным модулем, а так же камерами – для вспомогательной ориентации в пространстве и удобства удаленного управления через ПК оператором. Все датчики в комплексе способствуют удаленному управлению машиной, а так же, возможность наблюдения и передачи команд через спутниковую систему ГЛОНАСС и GPS. Так же во встроенный системный блок роботизированной машины, предварительно загружаются все геоинформационные данные о месте проводимых работ, включая размерные характеристики обрабатываемой площади, рельефные особенности места проводимых работы, а так же погодные условия, включая скорость ветра, влажность и т.д.

Данная технология лесозаготовок уникальна в своем роде и универсальна для решения многих задач, касаемых лесозаготовительных работ. Высокая эффективность и безопасность такой технологии способствуют активному освоению лесов и развития лесной промышленности, учитывая масштабы всей лесной зоны РФ.

Предварительные расчеты показали, что предложенная технология информатизации производственных процессов и реконструкция автоматизированной системы ЛЗМ в сравнении с базовыми вариантами сегодня, обеспечивает снижение приведённых затрат на 5,5%, удельной энергоемкости на 28%, совокупной материалоемкости на 19%, затрат живого труда на подготовительных работах на 46%, затрат живого труда на лесосечных работах на 54% и вреда, наносимого лесной среде на один ранговый балл [1].

Список литературы

1. Казаков Н.В. Обоснование технологии лесосечных работ на основе автоматизации операций и локального управления машинами. Диссертация. Хабаровск 2016. 310 с.
2. Gremo А.В. Режим доступа: <http://www.gremo.com/?ID=NYHET&sLang=en-gb> (дата обращения: 08.05.2018).
3. Шадрин А.А. Оборудование и технология гибких процессов деревообработки / Шадрин А.А. Бурмистрова О.Н., Костюкевич Н.Н. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017. Т. 19. № 1-2. С. 307-314

УДК 712.00

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗЕЛЕННОГО КАРКАСА ГОРОДА ЧЕБОКСАРЫ
(НА ПРИМЕРЕ МИКРОРАЙОНА «САДОВЫЙ»)**

Т.В. Фёдорова, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

fetacerasus@yandex.ru

Научный руководитель: В.А. Леонова, доцент, к.с.-х.н,

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

leonovava@bk.ru

Чебоксары - крупный промышленный центр с общей площадью городских земель в пределах городской черты - 25088 га, и численностью населения около 500000 человек.

Существующая обеспеченность города благоустроенными озелененными территориями общего пользования составляет 6.5 кв.м/чел вместо 16 кв.м/чел согласно СНиП 2.07.01-89* [2], что в 2.5 раза меньше нормативных показателей. Общая площадь зеленых насаждений в пределах городской черты Чебоксар на 2016 год составляет 15,7 % от общей площади, что в 2,5 раза ниже нормы.

В Правобережной части города озеленение ниже нормативного уровня на 10-15% [3]. Наименьшая площадь озеленения среди жилых районов наблюдается в Московском районе и составляет 9,6 % [1], что в 2,5 раза ниже нормы.

Нами была обследована территория микрорайона «Садовый», который вырос в период с 2013 до 2018 гг. в Ленинском районе, а к 2019 году в нем будут проживать около 30000 человек. Долина реки Сугутка играет важную градостроительную роль для города, а в границах данного района она в настоящее время нуждается в защите и укреплении берегов, а также в благоустройстве.

К микрорайону «Садовый» прилегает природоохранная зона площадью 23,557 га, которая по размерам и ее будущей значимости может быть отнесена к парку городского значения. Для Чебоксар долина реки Сугутка может стать одним из зелёных «рукавов» экологического каркаса города, идущего от залива и кончающегося в Карачуринском лесничестве.

Общегородские проблемы, выявленные в ходе обследования, характерные для города Чебоксары:

1. О площадь озеленения города и обеспеченность насаждениями общего пользования в городе в 2.5 раза ниже нормы.

2. Малые реки (и в частности р. Сугутка) загрязнены из-за отсутствия городских очистных сооружений и единой ливневой системы.

3. Для новых микрорайонов города не готовятся комплексные проекты озеленения и благоустройства, что делает их не комфортными.

4. Акцент перспективного развития столицы Чувашии сделан на техногенную среду, что вытесняет природную.

5. Отсутствие непрерывного зелёного каркаса города не учитывает потенциал ООПТ малых рек и отрицательно сказывается на состоянии озеленения и благоустройства новых микрорайонов.

Список литературы

1. Региональные Географические и экологические исследования: актуальные проблемы: материалы Всерос. молодежн. школы-конф. (Чебоксары, 08-13 ноября 2016 г.) / редкол.: О.Е. Гаврилов [и др.]. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. 468 с.
 2. СНиП 2.07.01-89* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».
-

3. Пояснительная записка к генеральному плану города Чебоксары 2004 года. Научно-проектный институт пространственного планирования «Энко».

УДК 712.23

ПРИНЦИПЫ ВЫДЕЛЕНИЯ АКТУАЛЬНОЙ ГРАНИЦЫ ПРИРЕЧНОЙ ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ПЛЁС

А.В. Падалица, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Anna.ksk@yandex.ru

Большинство исследователей рассматривали вопрос определения границ приречных территорий с точки зрения их освоения, использования и функциональной организации [1].

Целью настоящего исследования является разработка и предложение принципов выделения актуальной границы приречных территорий с целью возможного дальнейшего документального закрепления этого понятия.

Для решения поставленной цели были обозначены такие задачи как изучение научных источников по предмету исследования; изучение критериев оценки границ приречной территории и их адаптации к условиям конкретной местности; выявление принципов выделения границы приречной территории с учетом изучения географических, экологических особенностей, параметров рельефа, градостроительной ситуации города Плès и их взаимодействия с рекой; построение границы приречной территории на примере города Плès.

В работе были использованы аналитический метод исследования, метод сравнительного анализа и маршрутно-визуальный методы научного исследования.

Объектом исследования выбран город Плès. Выбор объекта обусловлен наличием сложного природного ландшафта, крутых залесенных склонов, а так же уникального ансамбля застройки, который сохранил облик характерный для XIX века.

В работе был предложен ряд принципов выделения границы приречной территории на примере города Плès.

Кроме использования принципов выделения границ территорий водоохранной зоны и зоны прибрежной защитной полосы, предусмотренных в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации, были предложены принципы выделения визуальных и экологических связей с рекой.

На основании проведенного исследования предлагается понимать под приречной территорией исследуемого объекта территорию наибольшего захвата участка от береговой линии вглубь берега в зоне наложения участков зоны прибрежной защитной полосы, территории водоохранной зоны, участков территории визуальных связей с рекой, а так же участков территории экологической связи с рекой.

Список литературы

1. Федосеева О.С. Методы комплексного анализа приречных территорий для многонаселенного города (на примере города Москвы) // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 85 (01). С. 72-81.

УДК 712.4

СИСТЕМА ОЗЕЛЕНЁННЫХ ПРОСТРАНСТВ Г. ТВЕРИ

М.Н. Ларионова, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово – паркового строительства»

student_marussia28@yandex.ru

В настоящее время город Тверь - крупный административный, промышленный и культурный центр Верхневолжья, являющийся центром Тверской области. Город имеет выгодное экономико-географическое положение, находящийся между двумя столицами.

Система озеленённых пространств Твери включает в себя зеленые зоны, к которым можно отнести: городские леса, скверы, цветники, газоны, бульвары, особо охраняемые природные территории. На территории города располагаются семь таких охраняемых территорий.

Бобачевская роща является памятником природы, расположена в Московском районе Твери, площадь составляет 20,5 га. Статус ООПТ присвоен в 1982 году. Лесной массив представляет из себя различные типы сосняков естественного происхождения. В подлеске встречается малина, рябина, шиповник. Древесный ярус представлен двумя поколениями сосен: первое - высота 18 -19 м, возраст примерно 90 лет, второе - высота 15-16 м, возраст 30 - 40 лет [1].

Первомайская роща - памятник природы, расположена в Пролетарском районе города. Статус ООПТ присвоен в 1982 году. Доминирующим типом леса являются сосняки-брусничники со средним возрастом сосны 72 года. Подлесок образуют рябина, малина, берёза. Общая площадь рощи 50 га. В настоящее время территория рощи нуждается в проведении выборочных санитарных рубок; устранении захламленности, уборке ослаблённых и сухостойных деревьев [1].

Парк Сахарово - это памятник природы, расположен в Заволжском районе в п. Сахарово, площадь парка 13 га. Насаждения преимущественно старовозрастные. Старшая группа 140-160 лет: ель обыкновенная, липа мелколистная, клён остролистный, дуб черешчатый, вяз гладкий. Средняя группа 80-130 лет: ель обыкновенная, сосна обыкновенная, пихта, лиственница. Младшая группа 10-70 лет: сосна обыкновенная, ель обыкновенная, ель колючая, лиственница сибирская [3].

Государственный памятник природы «Боярышник гибкий "Скорбященский"». Расположен в Центральном районе города, создан в 1990 году. Статус ООПТ присвоен в 1992 г. Представляет, из себя живописную группу из семи экземпляров боярышника гибкого, имеющих редкую древовидную форму. Площадь не определена [2].

Комсомольская роща - памятник природы, расположена в Заволжском районе. Статус ООПТ присвоен в 1982 году. Площадь 498 га. В основном, роща представляет собой сосновый бор с участками смешанного леса. В этом природном массиве растут: сосна обыкновенная, сосна сибирская, клён остролистный, берёза белая, вяз гладкий [1].

Ботанический сад - научное и учебно-просветительское ботаническое учреждение, памятник археологии. Расположен в Заволжском районе города. Сад основан в 1879 году. Статус ООПТ присвоен в 1999 году. Общая площадь составляет 2,5 га, где представлено 350 видов деревьев и кустарников, более 2000 видов травянистых растений. Сад разделён на следующие секторы: «Природная флора»; «Дендрология»; «Декоративное цветоводство»; «Гербарий» [1].

Берёзовая роща - памятник природы, расположена в Московском районе Твери, площадь составляет 12 га, статус ООПТ присвоен в 1982 году. Лесной массив состоит из искусственных и естественных насаждений.

На сегодняшний день городские зелёные зоны находятся в неудовлетворительном состоянии. Необходимо проведение постоянного мониторинга благоустройства

территории, инвентаризации объектов, а также осуществление контроля соблюдения режима ООПТ.

Список литературы

1. Генеральный план города Твери. Режим доступа. http://tosrg.tver.ru/generalnyj_plan_goroda_tveri/ (дата обращения 05.04.2018).
2. Города Тверской области. Выпуск 1. Спб, 2000.
3. Ильин М.А, Тверская область: Энциклопедический справочник. М., Тверь, 1994. 328 с.

УДК 711.01

ВНЕДРЕНИЕ СЕТИ КРУГЛОГОДИЧНЫХ ДОРОЖЕК В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. Минаков, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологий и садово-парковое строительство»

crumike@yandex.ru

Проблемы связи между «мобильными» потребностями населения и транспортной политикой власти, а так же вложениями в крупные проекты, являются весьма острыми и нуждаются в исследовании.

Данное исследование направлено на изучение потребности развития инфраструктуры в Московской области у его населения. В данной работе проводится сравнительный анализ стратегии развития велоинфраструктуры у зарубежья .

С давних времен во многих странах велосипед – самое популярное средство перемещения, с целью сохранения окружающей среды и экономии времени и денежных средств. По мнению многих экспертов, велосипед является самым оптимальным средством передвижения в мегаполисе.

По результатам исследования, которое проводило электронное издание AskMen, самыми популярными городами для велосипедистов являются:

Копенгаген, Дания.

По данным исследованиям всего 35% населения города передвигается на работу на велосипедах. Это особая транспортная категория, на которую власть уделила особое внимание. Для того, чтобы передвигаться в определенную точку, совсем необязательно иметь свой собственный велосипед, в Копенгагене существуют пункты велопроката.[1]

Опыт в России.

Совсем до недавнего прошлого ценность велосипеда в России игнорировалась администрацией и обществом. Спустя время был выпущен закон, пропагандирующий велосипед, как надежный вид транспорта. Согласно правилам дорожного движения, велосипедист должен ездить по дорогам с крайней правой стороны, однако соблюдая такое постоянство его ожидают водостоки. Если привести в пример натурное обследование общественных пространств Москвы, несмотря на организацию велодорожек, велопарковок, точек велоаренды и прочего, отсутствует возможность непрерывного движения велосипедиста. Как показывают исследования. В Санкт-Петербурге: в собственности населения более 1,5 млн. велосипедов, жители и особенного молодое поколение активно их используют для перемещения по городу. Однако отсутствие организации велоинфраструктуры и высокая интенсивность автодорожного движения создают огромный риск для их жизни.

Город Мытищи.

Велосипедная активность города Мытищи развита в формате отдыха населения, преимущественно летнего. В основном, это специально отведенные территории, оборудованные велодорожками, таких как набережная р.Яуза. В связи с развитием велоинфраструктуры в крупных городах мира, становится актуальным выявить потенциальные потребности жителей города Мытищи. В результате анкетирования было опрошено 130 человек, 67 человек – представители женского пола и 63 человек – мужского пола. Основываясь на данные опроса «Городской велосипед» 18% используют велосипед круглогодично, 72% от 6 до 10 месяцев и только 10% используют его менее 6 месяцев в году. Исходя из этого можно сделать вывод, что 48% жителей готовы использовать велосипед, как общественный транспорт. При этом удалось выяснить, почему велосипед не используют как транспорт передвижения по городу.

- Отсутствие развитой велосипедной инфраструктуры, которая обеспечивала бы безопасную езду, защищенной от дорожного движения.

- Отсутствие дорожных знаков для велосипедистов.

- Климатические условия не подходят для круглогодичной езды на велосипеде.

Развитие велоинфраструктуры создает экологическую безопасность для населения города. Способствует сокращению автотранспорта в дорожном движении, разгрузку общественного транспорта. За счет разгрузки автотранспорта в городе освободятся улицы, проезды, которые можно использовать для других целей, например, для детских игр. Для определенных местностей это означает преимущественное повышение ценности в градостроительном отношении, как правило влечет за собой дополнительные инвестиции и обновления жилого фонда. Преимущество велотранспорта – как в экологическом, так и в градостроительном аспекте – его небольшая потребность в площади, которая 5-10 раз меньше потребности автомобилей. В связи с этим перепланировка улиц, внедрение велодорожек, в интересах как администрации, так и населения.

Список литературы

1. Варламов И.А. Проектирование городских велодорожек. 152 с.

УДК 712.253

О МЕТОДИКЕ РАЗРАБОТКИ КОНЦЕПЦИИ ЦПКИО «ЛОПАТИНСКИЙ САД»

Г. СМОЛЕНСКА

Н.И. Леонова, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

student_nataliya016leonova@mail.ru

В современном городе многофункциональные парки, к которым относятся парки культуры и отдыха, играют огромную роль, способствуют здоровому отдыху человека и его всестороннему гармоническому развитию [2]. Цель исследования состоит в разработке рекомендаций по реконструкции объекта ландшафтной архитектуры. Основные задачи: определить стиль и создать индивидуальный эстетический облик территории; разработать наиболее целесообразную планировку территории, обеспечивающую комфорт, удобство и безопасность для посетителей; провести зонирование территории; продумать и включить наиболее подходящие данному типу и стилю оформления территории элементы благоустройства; учитывая ландшафтные характеристики территории, подобрать наиболее удачно соответствующий ассортимент растений [1].

В октябре 1873 года Смоленский Губернский парк назван в честь губернатора Александра Григорьевича Лопатина. Изначально объект планировался, как ландшафтный, благодаря живописной местности и разнообразию памятников исторического и культурного наследия. На рубеже XIX–XX веков «Лопатинский сад» был признан одним

из лучших парков в России. После Великой Отечественной войны парковая территория значительно расширилась. В 1979 году был разработан проект комплексного благоустройства парковой территории, который был реализован в 80-х годах.

Парковый ансамбль располагается в Ленинском районе центра города Смоленска. Окружают объект одни из главных улиц города – ул. Пржевальского, ул. Дзержинского, а также ряд объектов: спортивный комплекс, бассейн, пункты общественного питания, городской центр культуры, гимназия, школа, Администрация, стадион, а также жилые здания. Площадь парка составляет более двенадцати гектаров. На территории действуют развлекательные и познавательные объекты современной культурно-досуговой инфраструктуры. Среди достоинств выделяются: большая площадь; комплекс исторических объектов; функциональное зонирование; малые архитектурные формы тематической направленности; тенденция к развитию парковой инфраструктуры. Основные недостатки: планировка; износившееся покрытие дорожек и площадок; отсутствие конструкций для маломобильных групп населения; нарушение правил ландшафтной композиции; грязные водоемы; несоответствие освещения СанПиНам. Парковый комплекс используется разновозрастными группами населения круглогодично и для различных целей. Функциональные зоны: тихого отдыха, физкультурно-оздоровительных мероприятий, массовых мероприятий, культурно-просветительских мероприятий. Объемно-пространственная структура не во всем подчиняется законам ландшафтной композиции. Планировочная структура в полной мере не способствует ориентации посетителей на парковой территории. Дорожно-тропиночная сеть выполняет только утилитарную функцию, в незначительной степени имеет декоративное значение. Малые архитектурные формы теряются на общем фоне паркового пространства [2].

Необходимо создать зоны планировки, в которых озеленение и благоустройство будет сочетаться с комплексом исторических объектов, обеспечивающих сохранность и уникальность главного городского парка.

Список литературы

1. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89.
2. Теодоронский В.С., Боговая И.О. Ландшафтная архитектура: учебное пособие / В.С. Теодоронский, И.О. Боговая. М.: ФОРУМ, 2010. 304 с.

УДК 712.01

ИСТОРИЯ МОСКОВСКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ, ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В МОСКОВСКОЕ ЦЕНТРАЛЬНОЕ КОЛЬЦО И МИРОВЫЕ АНАЛОГИ ГОРОДСКОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

С.А. Кораблева, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

korableva_svetlana@list.ru

Главная задача Московского центрального кольца – обеспечить транспортную альтернативу для горожан, комфорт передвижения, экономию времени в пути и развитие прилегающих к МЦК территорий. В задачи входило: изучить историю МЦК по литературным, картографическим источникам и фотоматериалам, изучить данные, имеющихся аналогов МЦК в других странах, проанализировать полученную информацию. Методика исследования заключалась в сравнительном анализе литературных данных, планово-картографических материалов, связанных с развитием городского железнодорожного транспорта.

Московская Окружная железная дорога – так называлась ранее Московская кольцевая железная дорога [2]. Линия изначально использовалась для грузовых перевозок между десятью магистральными железнодорожными направлениями столицы, а также к промышленным предприятиям прилегающих районов города. Была открыта 19 июля 1908 года [1]. До 1934 года на линии осуществлялись пассажирские перевозки. В 2012 году на Малом кольце было 12 действующих станций без пассажирской работы. В 2012—2016 годах была осуществлена реконструкция для организации движения пассажирских электропоездов. С 10 сентября 2016 года на МКЖД курсируют электропоезда внутригородского кольцевого маршрута. Этот вид городского транспорта получил официальное название — Московское центральное кольцо. Линия пассажирских электропоездов тесно интегрирована с московским метрополитеном. По вновь построенному третьему главному пути длиной 37 км, станциям и передаточным ветвям продолжается в сокращённых объёмах грузовая работа [3].

Преобразование МКЖД в систему городского железнодорожного транспорта, интегрированного с Московским метро, не являлось революционной идеей и находится в русле общемировых тенденций в части транспортного строительства мегаполисов. В мере существует несколько аналогичных систем. В большинстве западных мегаполисов метро и электричка не разделены и являются одним и тем же транспортом: подобная практика позволяет пассажирам передвигаться по городу значительно быстрее и легче.

Системами, схожими с МЦК или являющимися городскими железными дорогами располагают города многих стран. Идеи строительства железнодорожного сообщения в городах Европы появляются в конце XIX века. Городской железнодорожный транспорт во многих городах Европы активно развивается и строится на протяжении XX века. С начала XXI века городские электрички запускаются в странах СНГ. В ряде городов планируется создание городской железной дороги на основе существующей железнодорожной инфраструктуры.

Быстрый рост городов, постоянное увеличение пассажиропотока заставляют градостроителей и проектировщиков задуматься о реновации общественного транспорта и интеграции его в единую городскую систему.

В связи с тем, что МЦК стал успешным транспортным проектом, значительная площадь, прилегающая к МЦК, обладающая уникальным местоположением в срединной зоне города, обеспеченностью скоростным внеуличным транспортом превращают эти территории в важнейшие для развития Москвы в части развития транспортного каркаса, формирования новых общественных центров, повышения эффективности использования городских территорий.

Список литературы

1. Ленский И.Л. Московская кругосветка: второй век, вторая жизнь. М.: Деловой ритм, 2013. 192 с.
 2. История МКЖД. Московская кольцевая железная дорога. Режим доступа: <http://mkzd.ru/about/history/> (дата обращения 14.04.2018).
 3. История Московского центрального кольца. Московский метрополитен. Режим доступа: <http://mosmetro.ru/mcc/history/> (дата обращения 14.04.2018).
-

УДК 712.03

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ САДОВО-ПАРКОВОГО ИСКУССТВА ИТАЛИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ КУРОРТНЫХ ПАРКОВ КАВКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

К.С. Касабова, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научный руководитель: В.В. Дормидонтова, кандидат архитектуры, профессор
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

kristya.kasabova@mail.ru

Общеизвестно, что сады Италии эпохи Возрождения и Барокко оказали значительное влияние на садово-парковое искусство всего мира. Приёмы осевых композиций итальянских садов использовались, развивались и интерпретировались в садовых композициях всех последующих стилей. В пространство пейзажных садов эпохи Просвещения нередко включались «итальянские сады». Так, например, «итальянский сад» в поместье Бленхейм (Великобритания) представлен террасным партерным садом с водоёмами.

В садах модерна, сочетающих регулярную планировку с пейзажным принципом посадки растений, также находилось место для цитирования итальянских садов. Знаменитый сад Сиссингхерст представляет своё видение и воплощение «итальянского сада» - липовую аллею, украшенную вазами.

Развитие усадебного строительства в XIX – начале XX вв., совпавшее с эклектикой, подтвердило актуальность итальянских садов. На их основе замечательные архитекторы С. Пинсент и Р. Пэйдж создали ряд высокохудожественных садовых композиций.

Сады Дж.А. Джеллико - яркие иллюстрации эстетических воззрений постмодернизма - современные интерпретации исторических приёмов в сочетании модернизма и классики.

Историю архитектуры России вместе с отечественными мастерами создавали Аристотель Фиораванти, Пьетро Антонио Солари, Марко Руффо, Доменико Трезини, Антонио Ринальди, Бартоломео Растрелли, Осип Иванович Бове, Джакомо Антонио Кваренги, Карло Росси, Пьетро Готтардо ди Гонзаго. Неудивительно, что и в композициях дворцово-парковых ансамблей Петергофа и Ораниенбаума, Екатерининского и Александровского парков ясно различимо итальянское влияние [1,2].

Наилучшие условия и исключительные возможности для почти буквального воспроизведения всего арсенала приёмов и средств итальянских садов предоставили выразительный рельеф и благоприятный климат Крыма и Северного Кавказа. Эклектичные дворцы в Алушке и Ливадии окружены романтическими пейзажными парками, включающими итальянский террасный сад, «итальянский дворик».

Сады Возрождения выработали комплекс приёмов организации пространства на сложном рельефе: линейно-осевая композиция, поднятая на террасах из окружающего ландшафта, открытая во внешнее пространство, украшенная балюстрадами, лестницами, скульптурами и множеством водных устройств [3]. Этот тип пространственной организации позволил организовать и более крупные – градостроительные ансамбли, что также было впервые использовано в Италии (например, площадь Навона в Риме).

Именно эти приёмы были положены в основу парков и городов Кавказских Минеральных Вод. Братьями Бернардацци были созданы в Пятигорске первые «итальянские композиции»: Главный Бульвар (1828), Елизаветинский цветник (1828), Эмануэлевский сад (1828-1830), Николаевский цветник (1829). Эти традиции были продолжены в Пятигорске при сооружении Академической галереи (1851 г., арх.

С.И.Уптон) и каскадной лестницы (1938 г., арх. Еськов). Каскадная лестница в Кисловодске (арх. К.А. Шевчук, Л.С. Залеская, 1935 г.), «аллея каскадов» в Железноводске (арх. Н.А. Папков, 1935 г.), лестница И. Леонидова в санатории им. С. Орджоникидзе в Кисловодске – стилизации итальянских садов, созданные уже в советское время, – перетекание камерных пространств и монументальных панорам, украшенных традиционными парковыми объектами: цветниками, беседками, гротами, водопадами.

Список литературы

1. Вергунов А.П., Горохов В.А. Вертоград / А.П. Вергунов, В.А. Горохов. М.: Культура, 1996. 431 с.
2. Курбатов В.Я. Сады и парки / В. Я. Курбатов. Пг.: Изд-во т-ва И.О. Вольф, 1916. 780 с.
3. Дормидонтова В.В. История садово-парковых стилей: учеб. пособие для вузов. М.: Издательство «Архитектура-С», 2004. 208 с.

УДК 621.37

ЧАСТОТНО-ИЗБИРАТЕЛЬНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Э.С. Назарова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

eli-nz@yandex.ru

В настоящее время в СВЧ-технике все большее значение приобретают частотно-избирательные поверхности (ЧИП). Под ЧИП имеют ввиду некоторую диэлектрическую поверхность, в которой имеются отдельные участки с металлизацией, обеспечивающие ее частотно-избирательные свойства. ЧИП можно рассматривать как частный случай метаматериалов используемых при проектировании СВЧ-фильтров.

Основу ЧИП составляют элементарные ячейки либо в форме прямоугольников (патчей) или крестов. Первые придают свойства подобные заградительным фильтрам, вторые – полосовым. На практике для исследования ЧИП используют системы автоматизированного проектирования (САПР) с реализованным точным методом интегральных уравнений. САПР-ы позволяют получить точные характеристики ЧИП, однако их недостаток заключается в том, что они не позволяют сразу учитывать влияние встроенных управляемых элементов в элементарную ячейку ЧИП. Именно ЧИП с управляемыми элементами представляют наибольший интерес. Для исследования управляемых периодических ЧИП может быть составлена система дифференциальных уравнений [1], описывающих токи и напряжения в управляемых элементарных ячейках, которая решается методом Галеркина

Управляемые ЧИП могут применяться в обтекателях антенн бортовых радиолокационных станций для их маскировки. Для этого на обтекатель наносится ЧИП, обладающая фоторезистивными свойствами. При облучении ЧИП светом с разной длиной волны поверхностное сопротивление элементарной ячейки ЧИП будет изменяться, а, следовательно, будут меняться свойства ЧИП в целом. Другим применением ЧИП является создание псевдо-зеркальной плоской поверхности рефлектора антенны [2].

В радиолокации для обеспечения безопасности движения судов, исследования характеристик радиолокаторов широко используют искусственные отражатели (ИО), к которым относятся металлические сферы, уголкового трехгранного отражатели, линзы Люнеберга. При этом существует проблема выделения отражения ИО на фоне местных предметов. Для решения проблемы применяются параметрические отражатели. В частности известен патент [3] на параметрический радиолокационный отражатель для полуволнового вибратора как эталонного радиолокационного отражателя с известной ЭПР. Сущность изобретения состоит в том, что отражатель содержит два полуволновых дипольных вибратора, в центре каждого из которых в разрыв проводника соответственно

включены противофазно коммутируемые элементы, при этом полуволновые дипольные вибраторы расположены параллельно один другому на расстоянии четверти длины волны вдоль направления распространения падающей волны в плоскости ее поляризации. Для коротких волн такая методика не подходит, и была разработана линза Люнеберга с ЭПР 1 м^2 для длины волны равной 3 см. Если в линзе заменить рефлектор на управляемую ЧИП, то будет достигнута параметризация отражений. По этой методике, типовые ИО можно сделать параметрическим, добавив управляемую ЧИП.

Список литературы

1. Кисель В.Н. Моделирование управляемой частотно-избирательной поверхности // Журнал Радиоэлектроники. №5. 2016.
2. Касьянов А.О. Электродинамический анализ многоэлементных печатных антенных решёток и устройств пространственной, частотной и поляризационной селекции: дис. д-ра техн. наук. Таганрог, 2010. 545 с.
3. Пат. 2277741 Российская Федерация, МПК7 H01Q 15/14, G01R 29/08. Параметрический эталонный отражатель / Слукин Г.П., Кузнецов А.А., Крючков И.В., Нефедов С.И., Шустиков В.Ю., Батулин А.С. № 2004137843/09; заявл. 24.12.04; опубл. 10.06.06. 5 с.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ».....	3
СЕКЦИЯ «АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ».....	9
СЕКЦИЯ «РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И МЕХАТРОНИКА».....	13
СЕКЦИЯ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ И СТАРТА РАКЕТ».....	29
СЕКЦИЯ «РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ».....	31
СЕКЦИЯ «ПОРШНЕВЫЕ ДВИГАТЕЛИ».....	42
СЕКЦИЯ «ГАЗОТУРБИННЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ».....	52
СЕКЦИЯ «ХОЛОДИЛЬНАЯ, КРИОГЕННАЯ ТЕХНИКА, СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ».....	61
СЕКЦИЯ «ВАКУУМНАЯ, КОМПРЕССОРНАЯ ТЕХНИКА И ПНЕВМОСИСТЕМЫ».....	76
СЕКЦИЯ «ТЕПЛОФИЗИКА».....	89
СЕКЦИЯ «ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ».....	97
СЕКЦИЯ «ПЛАЗМЕННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ДВИГАТЕЛИ».....	107
СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ».....	118
СЕКЦИЯ «ГИДРОМЕХАНИКА, ГИДРОМАШИНЫ И ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКА».....	128
СЕКЦИЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА».....	142
СЕКЦИЯ «ХИМИЯ».....	145
СЕКЦИЯ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА».....	146
СЕКЦИЯ «ЮРИСПРУДЕНЦИЯ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ И СУДЕБНАЯ ЭКСПЕРТИЗА».....	158
СЕКЦИЯ «РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА».....	187
СЕКЦИЯ «ЛАЗЕРНЫЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ».....	194

СЕКЦИЯ «ЭЛЕМЕНТЫ ПРИБОРНЫХ УСТРОЙСТВ».....	220
СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА».....	223
СЕКЦИЯ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА».....	224
СЕКЦИЯ «ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ И ТЕХНИКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ».....	232
СЕКЦИЯ «ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ, СТАБИЛИЗАЦИИ И НАВИГАЦИИ».....	247
СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ».....	248
СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ».....	254
СЕКЦИЯ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ».....	291
СЕКЦИЯ «ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВМ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ».....	296
СЕКЦИЯ «ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ».....	313
СЕКЦИЯ «ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ».....	315
СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРНЫЙ БИЗНЕС И МЕНЕДЖМЕНТ».....	319
СЕКЦИЯ «БИОМЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ».....	351
СЕКЦИЯ «МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ».....	370
СЕКЦИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА.....	382
СЕКЦИЯ «МОДЕРНИЗАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В РОССИИ».....	397
СЕКЦИЯ «СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНОЕ МИРОВОЗЗРЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА».....	403
СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННАЯ АНАЛИТИКА И ПОЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ».....	417
СЕКЦИЯ «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ОТ ПРОШЛОГО К БУДУЩЕМУ (ФИЛОСОФСКИЙ АСПЕКТ)».....	430
СЕКЦИЯ ФАКУЛЬТЕТА «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ».....	441

СЕКЦИЯ СТУДЕНЧЕСКОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ФИЗИКИ (СЭЛФ).....	444
СЕКЦИЯ МФ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА.....	464



ВСЕРОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ВЕСНА»,
ПОСВЯЩЕННАЯ 165-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ В.Г. ШУХОВА

СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

Редактор: В.Н. Шевчун
Компьютерная верстка: А.И. Долгих
Художник: В.В. Строков
Корректор: Н.А. Гежа

Подписано в печать 20.06.2018. Формат 60x90 1/8
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Объем 63,25 п.л. Тираж 1000 экз. Заказ 3441.

Издательский дом
«Научная библиотека»
Телефон: 8(495)59229-98
Адрес сайта: www.sciencelib.ru
E-mail: idnb11@yandex.ru, info@sciencelib.ru