

В сборник включены тезисы докладов, представленных на Всероссийской студенческой конференции «Студенческая научная весна», посвященной 85-летию со дня рождения Ю. А. Гагарина. Сборник представляет интерес для студента, аспирантов и преподавателей вузов.

Министерство науки и высшего образования РФ

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

СНТО имени Н. Е. Жуковского

ВСЕРОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ВЕСНА», ПОСВЯЩЕННАЯ 85-ЛЕТИЮ Ю. А. ГАГАРИНА

Москва
1-30 апреля 2019 года

СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

ВСЕРОССИЙСКАЯ
СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПОСВЯЩЕННАЯ 85-ЛЕТИЮ Ю. А. ГАГАРИНА

ISBN 978-5-6042212-9-7



9 785604 221297

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

**ВСЕРОССИЙСКАЯ
СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ВЕСНА»,
ПОСВЯЩЕННАЯ 85-ЛЕТИЮ Ю.А. Гагарина»**

СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

г. Москва, 01-30 апреля 2019г.

УДК 001
ББК72
М 75

М 75 **Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», посвященная 85-летию Ю.А. Гагарина»: сборник тезисов докладов / Министерство науки и высшего образования РФ, Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, СНТО им. Н.Е. Жуковского. М.: ООО «Издательский дом «Научная библиотека», 2019. 494 с.**

ISBN 978-5-6042212-9-7

В сборник включены тезисы докладов, представленных на Всероссийской студенческой конференции «Студенческая научная весна», посвященная 85-летию Ю.А. Гагарина». Сборник представляет интерес для студентов, аспирантов и преподавателей вузов.

Тексты докладов размещены в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU.

УДК 001
ББК72

ISBN 978-5-6042212-9-7



© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019
© Издательский дом «НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА», 2019

СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРНЫЙ БИЗНЕС И МЕНЕДЖМЕНТ»

УДК 005.2

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ ПРИ РАЗВИТИИ ОРГАНИЗАЦИИ

И.С. Жарков, бакалавр

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

IgorZharkov98@mail.ru

Научный руководитель: Л.В. Васюткина, к.э.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

L.vasjutkina@mail.ru

Развитие каждого хозяйственного субъекта в рыночных условиях в большой степени определяется уровнем конкурентоспособности персонала и эффективностью системы управления им. В современной экономике перспективной задачей является организация действенной системы управления персоналом, поскольку именно действия персонала являются двигателем развития организации и являются источником прибыли компании.

Одновременно управление персоналом – это система взаимосвязанных общественных и организационно-экономических мероприятий по созданию оптимальных условий для грамотного функционирования, развития и действенного применения на практике имеющегося потенциала рабочей силы на уровне организации. В функционально-программном отношении под управлением персоналом понимаются все цели и задачи, связанные с работой в системе кадрового управления. Неопределенность состоит в том, какие рабочие аспекты и в какой степени и форме оказывают непосредственное воздействие на работу сотрудников предприятия, осуществляющих функции управления. Сейчас в мире высоко котируется репутация надежности. Необходимым элементом неплохой репутации считается квалификация персонала. В случае, если управление персоналом осуществляется необдуманно, без учета психологического и социального влияния на сотрудника, то подбор сотрудников производится случайным образом, то есть формируются обстоятельства для появления инцидентов, снижения общей мотивации и производительности. Постепенно аккумулируется конгломерат системных проблем, которых вполне можно было бы минимизировать или вовсе избежать. Сегодня известно, что многие отечественные организации основной интерес сосредотачивают на совершенствовании финансово-экономического менеджмента. Вследствие этого многие кадровые службы в России имеют неправильное представление о подборе и работе с кадрами, что уменьшает эффективность и доход компании.

Можно заключить, что всё перечисленное имеет большую значимость, как для самого персонала, так и для управляющих ими людей, следовательно, исследуемые цели и задачи, которые связаны с повышением эффективности управления персоналом с помощью мотивации, являются обоснованными и актуальными.

Управление персоналом считается составной частью менеджмента, оно связано с людьми и их отношениями внутри фирмы. Как раз люди – ключ творчества, инициативы, энергии для того, чтобы достичь цели, стоящие перед предприятием.

Основная задача системы управления персоналом – создание хорошо организованного и мотивированного коллектива, готового выполнять задачи, поставленные руководством. Для более эффективного управления предприятием в целом нужно много времени уделять кадровой работе. В перечень ответственности менеджера

по персоналу рекомендуется внести решение кадровых вопросов: взаимодействие с агентствами, СМИ при организации и совершенствовании структуры персонала, определение качественной и количественной необходимости и т.д.

В рамках разрешения кадровых вопросов менеджер по персоналу взаимодействует с руководителями структурных отделов, руководителями высшего звена, бухгалтерией, адвокатом. Система планирования кадров в организации предоставляет информацию о потребности в рабочей силе и о наличии свободных трудовых вакансий. После этого проводится поиск, подбор и отбор персонала, который разделяется на некоторое количество стадий. Отбор персонала считается окончанием процесса подбора сотрудников в согласовании с потребностью организации в трудовых ресурсах.

Список литературы

1. Богомоллова И. П., Василенко И. Н., Шатохина Н. М. Сценарный подход к развитию сахарной промышленности России // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2017. № 4. С. 47-56.
2. Галенко, В. П., Страхова О.А., Файбушевич С. И. Управление персоналом и эффективность предприятий // Финансы и статистика. 2016. № 3. С. 28-31.
3. Жарков И.С., Васюткина Л.В. Оценка эффективности управления персоналом в условиях многофункционального развития организации / Актуальные проблемы экономики, учета, аудита и анализа в современных условиях: сборник научных работ студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава по итогам Национальной научно-практической конференции. М.: Изд-во «Научный консультант», 2019. С. 273-280.

УДК 008

ЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОИСКА РЕШЕНИЙ КАК СОВРЕМЕННЫЙ РЕСУРС РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

В.И. Мошкаркин, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Научный руководитель: М.В. Волкова

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

В настоящих условиях экономики наиболее весомым аспектом развития становится человеческий фактор. Нестандартное мышление и выход за рамки – является ключом к дальнейшему развитию организации. Поиск и интеграция таких решений называется комплексной проблемой. Процесс того, как человеческий фактор приводит к провальным результатам было представлено в исследованиях в области комплексных задач [2]. Людям свойственно вести себя нерационально [3]. В этой работе рассмотрено решение проблемы человеческого фактора с использованием эвристических методов поиска решений. Под эвристическими методами понимают последовательность процедур обработки информации, которые выполняются для поиска более рациональных и новых конструктивных решений. Эти методы направлены на сокращение перебора и организации направленного поиска решений. Результатом применения эвристических методов являются: изобретение, открытие, рационализаторское предложение. Заметим, что эвристические методы не универсальны. Для каждой группы задач применять следует разнообразные методы и их комбинации. Эвристические методы классифицируются на основании основанного активизирующего эффекта [1, с. 368].

1. Методы, активизирующие коллективные формы поиска решений. Эти методы основаны на гипотезе, что коллективное мышление, организованное по определенным правилам, в условиях благоприятного психологического климата оказывается значительно

эффективнее, чем сумма индивидуальных решений. Примеры методов: мозговой штурм, конференция идей, синектика, метод шести шляп мышления и пр.

2. Методы систематизированного поиска решений (упорядочивание, комбинирование и перебор частных решений), такие как: модификации морфологического анализа и синтеза, методы упорядоченных признаков и десятичных матриц поиска.

3. Методы активизации ассоциативного мышления через использование аналогий, метафор и семантических свойств понятий. К ним относятся: метод фокальных объектов, метод гирлянд случайностей и ассоциаций. 4. Методы-библиотеки способов разрешения противоречий с помощью эвристических приемов. К их числу относятся: алгоритм решения изобретательских задач, библиотека эвристических приемов, функционально-физический метод поискового конструирования. В процессе принятия коллективных решений проявляются социально-психологические эффекты, влияющие на качество решений группы [4, с. 152]: 1) эффект «социальной фасилитации»; 2) эффекты «социальной лени» и «диффузии ответственности»; 3) эффект «конформизма»; 4) эффект «группового мышления». Для того чтобы в процессе принятия коллективных решений избежать негативных эффектов и сделать такой процесс максимально результативным следует ввести в группу специалиста, умеющего осуществлять успешную групповую коммуникацию. Такой специалист – фасилитатор. Он обеспечит соблюдение правил встречи, её процедуры и регламента, что позволит её участникам сконцентрироваться на целях и содержании встречи. Таким образом, можно заключить, что эвристические методы позволяют максимально использовать человеческий ресурс для развития организаций. Ни для кого не секрет, что инновация начинается с нового взгляда, с нового подхода к старой проблеме. Нужно лишь найти правильную идею. Эвристические методы коллективных решений как раз и призваны решить проблему дефицита идей.

Список литературы

1. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. М.: Финансы и статистика, 2000.
2. Дернер Д. Логика неудачи, 1997.
3. Саймон Г. Рациональность как процесс и продукт мышления // THESIS Вып.3. 1993.
4. Симонов К.В. Политический анализ: Учебное пособие. М.: Логос, 2002.

УДК 338.001.36

ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА МУЛЬТИПЛИКАТОРОВ

В.А. Миронов, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

werty.miron@yandex.ru

Научный руководитель: Л.В. Васюткина, к.э.н., доцент

L.vasjutkina@mail.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Большинство оценок инвестиционной привлекательности компании, выполняемых сейчас в реальном мире, основывается на методе мультипликаторов (сравнительный метод). Стоимость большинства активов, начиная с автомобиля, который вы хотите купить, и заканчивая акциями, в которые вы вкладываете свои деньги, основывается на том, каким образом складывается цена на аналогичный актив на рынке.

При сравнительном методе оценки стоимость компании можно вывести, отталкиваясь от ценообразования на сопоставимые компании, стандартизированные при помощи ка-

кой-либо общей переменной, такой как выручка, прибыль, денежные потоки или балансовая стоимость.

В отличие от метода оценки с помощью дисконтирования денежных потоков, который направлен на поиск внутренней стоимости, метод сравнительной оценки в основном опирается на рынок. Иначе говоря, мы предполагаем, что рынок правильно определяет цены на акции в большинстве случаев, но иногда совершает ошибки, формируя цены отдельных недооценённых или переоценённых акций. Также мы предполагаем, что сравнение мультипликаторов позволяет нам выявлять эти ошибки, и со временем они должны будут скорректированы.

Сравнительный метод оценки включает в себя два компонента. Первый состоит в том, что для того, чтобы определить ценность активов, основываясь на их сравнении, показатели требуется привести в некий стандартизированный вид, что обычно делается посредством конвертации показателей в мультипликаторы прибыли, балансовой стоимости или объема продаж. Второй компонент заключается в обнаружении сопоставимых компаний, что довольно таки трудно сделать, поскольку не существует двух абсолютно идентичных компаний. Помимо этого, в одной и той же отрасли компании могут отличаться друг от друга по таким параметрам, как риск, денежные потоки и потенциал роста. В этом случае важным становится вопрос о том, как смягчать эти различия при сопоставлении мультипликаторов нескольких компаний. [1]

Рассмотрим плюсы использования мультипликаторов.

Во-первых, оценки по мультипликаторам и сопоставимым компаниям можно осуществить с гораздо меньшим числом субъективных взглядов на будущее, опираясь лишь уже на существующую информацию, и значительно быстрее по сравнению с оценкой через дисконтирование денежных потоков.

Во-вторых, сравнительную оценку намного проще понять и легче представить заказчикам оценки и потенциальным инвесторам, чем оценку через дисконтирование денежных потоков.

В-третьих, сравнительная оценка отражает текущее состояние рынка, поскольку этот метод измеряет относительную, а не внутреннюю ценность компании. Сравнительный метод оценки в целом будет приводить к значениям ценности компании, которые окажутся ближе к рыночному курсу, чем оценка дисконтированных денежных потоков.

А теперь рассмотрим отрицательные стороны использования метода сравнительной оценки.

Во-первых, сравнительная оценка легко составляется, сопровождаемая довольно лёгкой и удобной работой с мультипликаторами и группой сопоставимых компаний. Но именно эти же особенности способны привести к противоречивым значениям ценности. При подсчете результатов могут игнорироваться ключевые показатели, такие как рост, риск или потенциал денежных потоков.

Во-вторых, тот факт, что мультипликаторы отражают настроение рынка, также означает, что использование сравнительного метода оценки для определения ценности организации может привести к значениям, которые слишком высоки, когда рынок переоценивает всю отрасль, в которой находится оцениваемая компания, или слишком низки, когда рынок недооценивает данную отрасль.

И наконец, хотя возможность для субъективных мнений существует в любом подходе, используемом для определения ценности, недостаток прозрачности предпосылок, лежащих в основе сравнительного метода оценки, делает данный подход особенно подверженным манипуляциям. Можно гарантировать, что предубежденный оценщик, имеющий возможность выбора мультипликаторов для составления оценки и отбора сопоставимых компаний, способен обосновать почти любое значение ценности. [2]

Список литературы

1. Кузнецов Б.Т. Инвестиционный анализ: Учебник и практикум для академического бакалавриата. М.: Юрайт, 2015. 361 с.
2. Касьяненко Т.Г., Маховикова Г.А. Инвестиционный анализ. Учебник. М.: Юрайт, 2017. 560 с.

УДК 658.513:338.28

**УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТОМ В ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ: ОСОБЕННОСТИ И ПРОЦЕСС ПЛАНИРОВАНИЯ**

К.В. Добрякова, магистрант

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

kdobryakova@ibm.bmstu.ru

Научный руководитель: Д.Г. Ляхович, старший преподаватель

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Научный консультант: И.Н. Омельченко, д.т.н., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой
МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

В проектно-ориентированной организации [1, 2] процесс планирования включает разработку планов проекта и управления проектом [3].

План проекта (базовый план) имеет отличия от плана управления проектом. План проекта – это документ, отражающий порядок реализации работ и сроки их выполнения. План управления проектом определяет, как будет исполняться проект и осуществляться его мониторинг, контроль и закрытие. Его разработка – это процесс определения, подготовки и координации всех вспомогательных планов и их интеграция в план управления проектом.

На данный момент времени в большинстве проектно-ориентированных организаций применяется проектный подход к управлению основной деятельностью [3]. В условиях быстрого развития и расширения видов деятельности организации некоторые из них начинают терять качество и скорость выполняемых работ из-за недостаточного внимания к этапам процесса планирования. Под качеством проекта в работе понимается проект, сданный в срок, результат которого соответствует требованиям заказчика, и заказчик уверен в компетентности исполнителя.

На примере проектно-ориентированной организации, занимающейся внедрением информационных систем, рассмотрим особенности и этапы процесса планирования ее основной деятельности: формирование плана проекта, включающего основные этапы выполнения работ и сроки; формирование плана управления проектом – определение стандартов качества, формирование плана по коммуникациям, документирование рисков, формирование планов управления изменениями и вовлечения заинтересованных лиц; согласование планов проекта (базового плана) и управления проектом в организации с руководителем проектного офиса и ее генеральным директором; утверждение плана проекта (базового плана) заказчиком.

Список литературы

1. Omelchenko I.N., Lyakhovich D.G., Dobryakova K.V. Algorithm for Innovative Development Management of a Project-Oriented Organization // Herald of the Bauman Moscow State Technical University, Series Instrument Engineering. 2019. No. 1 (124). P. 129–134.
2. Omelchenko I.N., Lyakhovich D.G., Dobryakova K.V. The Method of Forming Innovative Project Portfolio in a Project-Oriented Organization // Herald of the Bauman Moscow State Technical University, Series Mechanical Engineering. 2019. No. 1 (124). P. 84–89.

3. Добрякова К.В., Ляхович Д.Г. Совершенствование процесса планирования основной деятельности в проектно-ориентированной организации // Приоритетные и перспективные направления научно-технического развития Российской Федерации: Матер. II всерос. науч.-практ. конф. М.: ИД ГУУ, 2019. С. 416–418.

УДК 65.012.2:658.81

ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ: ОРГАНИЗАЦИЯ И АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Н.В. Куньков, бакалавр

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

nkunkov@mail.ru

Научный руководитель: Д.Г. Ляхович, ст. преподаватель

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Научный консультант: И.Н. Омельченко, д.т.н., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой
МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Проектирование логистической системы распределения (ЛСР) промышленной продукции (ПП) предлагается осуществлять на основе результатов анализа внутренней и внешней среды организации [1].

Алгоритм проектирования ЛСР ПП состоит из пяти этапов [2, 3]: 1) определение длины канала распределения ПП; 2) определение ширины канала распределения ПП; 3) определение оптимального расположения элементов ЛСР ПП в пространстве; 4) предварительное закрепление и перезакрепление потребителей ПП за распределительным центром (РЦ); 5) оптимизация потока ресурсов с учетом ограничений.

Реализация процессов первого этапа алгоритма основана на данных (информации) результатов анализа внутренней и внешней среды организации, перспективных прогнозов спроса на ПП.

Реализация процессов второго этапа алгоритма основана на данных (информации) транспортных тарифов и затрат, не связанных с перемещением ПП, а также площади, которую охватывает ее ЛСР.

Реализация процессов третьего этапа алгоритма основана на расчете оптимальных координат РЦ по критерию минимальных суммарных транспортных затрат.

Предварительное закрепление и перезакрепление потребителей ПП за РЦ характеризуется необходимостью их закрепления за РЦ наивысшего уровня, а РЦ более высокого уровня за РЦ менее высокого.

Оптимизация потока ресурсов с учетом ограничений характеризуется возможностью адаптации проектируемой ЛСР ПП к реальным условиям.

Список литературы

1. Инженерная логистика: логистически-ориентированное управление жизненным циклом продукции / Под ред. Л.Б. Миротина, И.Н. Омельченко. М.: Горячая линия–Телеком, 2015. 644 с.
2. Криницин Р.В. Общий алгоритм проектирования логистических распределительных систем // Вестник ИНЖЭКОНа. Сер. Экономика. 2008. Вып. 1. С. 297–300.
3. Куньков Н.В., Ляхович Д.Г., Омельченко И.Н. Разработка алгоритма проектирования логистической системы распределения продукции предприятия машиностроения // Приоритетные и перспективные направления научно-технического развития Российской Федерации: Матер. II всерос. науч.-практ. конф. М.: ИД ГУУ, 2019. С. 169–170.

УДК 334.7

**ИНТЕГРАЦИЯ КОРПОРАТИВНЫХ СТРУКТУР В ОРГАНИЗАЦИЯХ
С РАЗВЕТВЛЕННОЙ СЕТЬЮ ДОЧЕРНИХ ОБЩЕСТВ: ПРЕИМУЩЕСТВА
И ПОДХОД К РЕАЛИЗАЦИИ**

Н.С. Сосенко, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

nsosenko@ibm.bmstu.ru

Научный руководитель: Д.Г. Ляхович, старший преподаватель

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Научный консультант: И.Н. Омельченко, д.т.н., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой
МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

В настоящее время усиливаются тенденции глобальной интеграции, проявляющейся в выходе крупных организаций на новые рынки с одновременным ужесточением как национальной, так и международной конкуренции. Многие организации превращаются в организации с разветвленной сетью дочерних обществ, среди которых наибольшую концентрацию имеют телекоммуникационные компании [1].

В работе предложен подход к реализации интеграции корпоративных структур в организациях с разветвленной сетью дочерних обществ на примере создания ИТ-кластера в телекоммуникационной компании с целью продуктовой диверсификации [2] и сокращения административно-управленческих затрат. Под кластером будем понимать сконцентрированную на некоторой территории группу взаимосвязанных организаций, взаимодополняющих и усиливающих конкурентные преимущества друг друга и сам кластер.

На основе результатов анализа деятельности организаций с разветвленной сетью дочерних обществ предлагается организовать ИТ-кластер в телекоммуникационной компании. Он объединит ИТ-подразделения головной организации и специализированные дочерние общества. Взаимодействие между ними будет осуществляться в рамках матричной организационной структуры [2].

Преимущества создания ИТ-кластера в телекоммуникационной компании [1, 3]: исключение влияния внешних поставщиков ИТ-решений по ключевым видам продукции и внутренним ИТ-системам организации; снижение стоимости владения и времени вывода продукции организации на рынок; высокий уровень управляемости персоналом организации; рост операционной эффективности за счет сокращения административно-управленческих затрат.

Интеграция корпоративных структур в телекоммуникационной компании на основе создания ИТ-кластера позволит обеспечить эффективность функционирования головной организации и повысить конкурентоспособность специализированных дочерних обществ.

Список литературы

1. Российский рынок телекоммуникаций – 2018: рекордный рост за последние 5 лет. URL: <http://tmt-consulting.ru/wp-content/uploads/2018/12/TMT-телеком-2018.pdf> (дата обращения 11.04.2019).
2. Колобов А.А., Омельченко И.Н., Орлов А.И. Менеджмент высоких технологий. Интегрированные производственно-корпоративные структуры: организация, экономика, управление, проектирование, эффективность, устойчивость. М.: Экзамен, 2008. 624 с.
3. Колобов А.А., Ляхович Д.Г., Терентьева З.С. Интеграция наукоемких производств. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 60 с.

УДК 65.011.8:658.7.01

ПРОЦЕСС УПРАВЛЕНИЯ ЗАКУПКАМИ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ: ПРОБЛЕМЫ И ВАРИАНТЫ РЕШЕНИЙ

К.О. Стуруа, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

sturua.kirill@gmail.com

Научный руководитель: Д.Г. Ляхович, старший преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Научный консультант: И.Н. Омельченко, д.т.н., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Исследование процесса управления закупками материально-технических ресурсов (МТР) в проектно-ориентированной организации [1, 2], которое проводилось в соответствии с целью и задачами создания подсистемы управление закупками МТР как элемента корпоративной информационной системы (КИС) организации [3], выявило четыре проблемы организационно-технического характера. Рассмотрим варианты их решения.

1. Отсутствие системы автоматизации всего цикла процесса от создания заявки до формирования сводной потребности в МТР. Варианты решение: упростить процедуру формирования, согласования и утверждения заявок, перейти на электронную форму заявки в системе; ввести автоматизированный контроль исполнения регламента в проектно-ориентированной организации.

2. Отсутствие системы автоматизации процесса от формирования потребности в МТР до его списания. Варианты решение: включить процесс планирования мероприятий закупки МТР в общий цикл процесса управления закупками проектно-ориентированной организации; использовать в КИС проектно-ориентированной организации процедуры, обеспечивающие уведомление по выполнению централизованных поставок.

3. Отсутствие типовых формы документов, используемых для обмена данными (информацией) между системами проектно-ориентированной организации. Варианты решение: разработать типовое решение в КИС организации; внедрить подсистему управления нормативно-справочной информацией организации в рамках процесса управления закупками МТР.

4. Сложность агрегирования данных (информации), получаемых из нескольких не связанных между собой систем проектно-ориентированной организации. Вариант решения: определить перечень типовых форм отчетности в рамках процесса разработки типового решения в КИС организации.

Список литературы

1. Omelchenko I.N., Lyakhovich D.G., Dobryakova K.V. Algorithm for Innovative Development Management of a Project-Oriented Organization // Herald of the Bauman Moscow State Technical University, Series Instrument Engineering. 2019. No. 1 (124). P. 129–134.
2. Omelchenko I.N., Lyakhovich D.G., Dobryakova K.V. The Method of Forming Innovative Project Portfolio in a Project-Oriented Organization // Herald of the Bauman Moscow State Technical University, Series Mechanical Engineering. 2019. No. 1 (124). P. 84–89.
3. Стуруа К.О., Ляхович Д.Г., Омельченко И.Н. Разработка системы информационной поддержки процесса управления закупками материально-технических ресурсов в проектно-ориентированной организации // Приоритетные и перспективные направления научно-технического развития Российской Федерации: Матер. II всерос. науч.-практ. конф. М.: ИД ГУУ, 2019. С. 240–241.

УДК 008**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОНСАЛТИНГА В СФЕРЕ ИНТЕРНЕТ
МАРКЕТИНГА**

Н.Р. Булдаков, бакалавр

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Nekit_bl@mail.ru

Научный руководитель: М.В. Волкова

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент»

Интернет-маркетинг — практика использования всех аспектов традиционного маркетинга в Интернете, с целью продажи продукта или услуги покупателям и управления взаимоотношениями с ними.

При использовании интернет-маркетинга цены на товары и услуги будут ниже, поскольку нет необходимости физического присутствия. Интернет-маркетинг включает в себя такие направления, как продвижение в социальных сетях (SMM), оптимизация сайта для поисковых систем (SEO), e-mail маркетинг, маркетинг в поисковых системах (SEM), входной маркетинг, партнёрский маркетинг и другие виды.

Сама по себе, такая сфера как консалтинг, сейчас находится на старте своего развития, так как все большему и большему количеству компаний необходимы консультативные услуги экспертов для улучшения качеств их товаров или услуг.

Рассматривая сферу интернет маркетинга, консалтинг становится все более и более актуальным. Исходя из того, что в основном конкуренция с классическими вариантами реализации товаров выглядит не очень интересно для интернет-товаров, так как в сфере продаж в интернете полностью отсутствует ряд издержек, которые присущи «оффлайн» бизнесам.

Если говорить о продвижении различных брендов или же товаров в сети интернет, то расходы на развитие рекламной компании не идут в сравнение с тем же «оффлайн» бизнесом. Комплекс мер по продвижению бренда является очень доступным и его абсолютно под силу освоить любому желающему.

Учитывая все большую тенденцию перехода предпринимателей малых и больших разрядов в интернет сферу, необходимость в качественных консалтинговых услугах встает максимально остро. С каждым днем на долю таких социальных сетей, как Facebook, Vkontakte и Instagram выпадает все большее количество предпринимателей, решивших использовать данные социальные сети как канал привлечения потенциальных клиентов. Но в данном «мире» СММ, не все так просто, существует определенный набор базовых знаний, который необходим для создания грамотных стратегий продвижения и привлечения новых клиентов.

Исходя из вышесказанного, начинает появляться необходимость в интернет консалтинге, причем, чем более крупные игроки приходят на рынок, тем более опытные специалисты нужны для решения их проблем.

СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

УДК 004.94:629.7.05

ТРАЕКТОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Е.А. Авилова, студент

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

kerrin-47@mail.ru

В.А. Кострубин, магистрант

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

vladkokos3@mail.ru

Научный руководитель: Н.А. Чулин, к.т.н., доцент, директор НИИ информатики и систем управления

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

Актуальной является задача моделирования динамики управляемого углового движения аэродинамического ЛА при создании алгоритмов траекторного движения в условиях, когда не только нет готовой системы стабилизации, но и не определён окончательный облик ЛА. Зачастую создавать алгоритмы траекторного управления часто приходится начинать именно в таких условиях.

Так как система стабилизации может улучшить динамику углового движения, которая описывается уравнением второго порядка, то в настоящей работе предлагается замена системы управления угловым движением колебательным звеном с параметрами, требуемыми от системы стабилизации. С учётом требований к системе стабилизации достаточно корректной может быть замена системы стабилизации колебательным звеном с параметрами, соответствующими желаемому характеру этого движения.

Для проверки корректности такой замены была разработана модель гипотетического ЛА, относящегося к классу легких спортивных самолетов, синтезирована для него система стабилизации, а работоспособность применения упрощенной модели проверялась моделированием одной из типовых задач траекторного управления, а именно – наведения в заданные координаты с заданным направлением.

Для описания полета принимаем, что самолет – твердое тело, начало подвижных систем координат совпадает с центром масс ЛА, ветер рассматривается как неконтролируемое случайное воздействие с нулевым средним, тяга направлена по продольной оси и др. [1]. В работе рассматривается движение только в продольной плоскости (канал тангажа).

В основе решения задачи лежит принцип обратной связи. Управляющие воздействия – перегрузки – формируются как выходные сигналы ПИ-регулятора по рассогласованию текущих параметров движения от требуемых [2, 3].

Критерием справедливости замены системы стабилизации колебательным звеном является близость значений текущих перегрузок, которая достигается подбором параметров регуляторов.

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.
 3. Чепурных И.В. Динамика полета самолетов: учебное пособие. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2014. 112 с.
-

УДК 62-05

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА В СИСТЕМАХ «ЧЕЛОВЕК-МАШИНА»

Полякова А.А., специалист

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

selgaand.karo@yandex.ru

Научный руководитель: Н.В. Лукьянова, к.т.н., доцент

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

Современные технологии XXI века позволяют людям значительно облегчить и даже автоматизировать их деятельность. Однако, человек в человеко-машинных системах остается центральным звеном системы управления. В связи с этим возникает потребность в создании системы обучающих и адаптивных тестов, которые наиболее полно соответствуют реальным условиям, а также в поиске объективных критериев оценки степени обучаемости оператора [1]. На основании этого был создан динамический стенд для оценки затрат времени на формы мышления человека-оператора при латентном периоде прохождения информации через его мозг. Как и любой живой организм, человек-оператор представляет собой сложное сочетание динамически взаимодействующих компонентов, т.е. является нелинейной системой, поэтому в качестве математической модели для оценки затрат времени на его формы мышления была взята теория функциональных рядов Винера [2]. Метод Н. Винера относится к наиболее общим методам непараметрической нелинейной идентификации. Он состоит в аппроксимации точной модели объекта $y = F[x]$ с помощью отрезка ряда, составленного из ортогональных функциональных полиномов, называемых полиномами Винера или G-функционалами [3].

Вычисление ядер первого порядка ряда из ортогональных G-функционалов Винера дает возможность по смещению по времени моды ядра относительно начала координат, определить значение затрат времени на реализации форм мышления и общего времени запаздывания. Однако, данный метод достаточно чувствителен к различного рода ошибкам, связанным с применяемыми допущениями. Метод был разработан для системы, тестируемой сигналами белого шума с бесконечной шириной спектральной полосы и неограниченной длительностью записи, что в реальных условиях невыполнимо. Однако, по полученной информации о характеристиках системы можно определить оптимальные параметры процедуры идентификации, что повысит точность эксперимента.

По эмпирическим данным известно, что максимальная частота сигнала, которую способен обрабатывать человеческий моторный аппарат, примерно 2 Гц. Для восприятия человеком-оператором тестового сигнала как белого шума полоса частот тестового сигнала должна быть в 5 раз больше полосы частот, воспринимаемой человеком-оператором. Таким образом, полоса частот тестового сигнала находится в пределах от 0 до 10 Гц. Для реализации ограниченного по полосе цифрового белого шума необходимо реализацию цифрового гауссова процесса пропустить через фильтр нижних частот. Следующим шагом является определение интервала дискретности, определяемого по теореме Котельникова, где вместо граничной частоты пропускания объекта берется частота наивысшей из наблюдаемых в реализации гармоник. Для ядра первого порядка он составляет 0,1 с. Также необходимо определить память системы с целью выбора диапазона временных задержек при вычислении ядер и выбора времени эксперимента. Глубина памяти системы для расчета ядер 1-го порядка равна 0,75 с. Количество значений, которое принимает аргумент ядра равно 15. Проведя все вышеизложенные подготовительные мероприятия, можно получить идентификацию реальной системы с набором ядер Винера, который минимизирует среднеквадратическую ошибку.

Список литературы

1. Шеридан Т.Б., Феррелл У.Р. Системы «человек-машина». М.: Машиностроение, 1980. 399 с.
 2. Мармарелис П. З., Мармарелис В. З. Анализ физиологических систем: Метод белого шума: Пер. с англ. М.: Мир, 1981. 480 с.
 3. Устюжанин А. Д., Пупков К. А. Динамическая идентификация и оценивание состояния человека-оператора в системах «человек—машина» М.: РУДН, 2011. 180 с.
-

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ»

УДК 004.58

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ВЕБ-СТРАНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСПИРИРОВАННЫХ ПРИРОДОЙ АЛГОРИТМОВ: АЛГОРИТМ КУКУШКИН ПОИСК И АЛГОРИТМ СВЕТЛЯЧКОВ

А.А. Пирогов, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатики и систем управления»

SPirogov.96@mail.ru

А.И. Радченко, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатики и систем управления»

Canyon12348@gmail.com

При создании пользовательского веб-интерфейса необходимо учитывать степень удобства использования. Однако стандартные методы оптимизации пользовательского интерфейса сталкиваются с рядом проблем:

- 1) Задача оптимизации имеет высокую размерность;
- 2) Не выработан единый подход к формированию целевой функции такой оптимизации, что вызывает необходимость привлечения квалифицированных экспертов для ее реализации. [1]

В последние годы значительно выросла популярность применения инспирированных природой алгоритмов. Рассмотренные в рамках задачи по оптимизации пользовательского интерфейса *генетический алгоритм* и *алгоритм искусственной пчелиной колонии* показали перспективу применения инспирированных природой алгоритмов при оптимизации пользовательского интерфейса. [2]

Любой веб-интерфейс можно представить в виде DOM-модели (от англ. Document Object Model – объектная модель документа) для отображения информации о его структуре. Метод тепловых карт интерфейса используется для определения глубины вложенности элемента в дереве.

Для вычисления разницы между оптимизируемым пользовательским веб-интерфейсом и эталонным используется фитнес-функция на основе метрики Минковского 2-го порядка по формуле (1):

$$fitness = \sqrt{\sum_{i=1, j=1}^{i=n, j=m} (x_{ij} + y_{ij})^2}, \quad (1)$$

где fitness – значение фитнес-функции; n, m – соответственно ширина и высота изображения в пикселах; x_{ij} , y_{ij} – значение цвета пиксела с индексами i по горизонтали и j по вертикали соответственно на первой, второй тепловой карте.

Алгоритм кукушкин поиск хорошо зарекомендовал себя в многих областях науки. В сравнении с аналогами показал достаточно высокую точность при решении задачи оптимизации параметров нечётких функций. Алгоритм разработан на основе процесса вынужденного гнездового паразитизма кукушек, при котором некоторые виды кукушек подкладывают яйца в гнезда птиц других видов. Каждое яйцо в гнезде представляет собой решение, а яйцо кукушки – новое лучшее решение. [3] Для оптимизации интерфейса на основе работе алгоритма кукушкин поиск строятся тепловые карты для эталонного и тестируемого интерфейсов. Элементам тестируемого интерфейса ставятся в соответствие кукушки, векторы перемещения

которых задаются случайным образом на основе полетов Леви. Элементы тестируемого интерфейса перемещаются в соответствии с заданными векторами. При уменьшении значения фитнес-функции в сравнении с предыдущим значением на прошлой итерации осуществляется переход в следующее поколение. Нулевое значение фитнес-функции показывает достижение результата оптимизации. Результат работы алгоритма – положение гнезд кукушек с минимальным значением фитнес-функции, что позволит получить наиболее приближенный к эталону вариант интерфейса.

Алгоритм светлячков имеет огромное количество успешных применений. Применен при сравнении показателей в области кластеризации и классификации. В алгоритме светлячков светлячки, находящиеся в более лучшей позиции, подразумевающей меньшую ошибку, свяжутся с большей интенсивностью. Светлячка будет привлекать любой другой светлячок, который светится ярче. Более высокая интенсивность связана с более хорошей позицией, более хорошим решением. При работе алгоритма аналогично алгоритму кукушкин поиск осуществляется перемещение элементов интерфейса на основе векторов взаимного перемещения светлячков.

Алгоритм кукушкин поиск показывает наименьшее количество итераций и наиболее стабильную работу при оптимизации пользовательского интерфейса, уступая лишь генетическому алгоритму по среднему количеству итераций. Светлячковый алгоритм показал менее стабильный результат, однако по максимальному количеству итераций не превысил результатов алгоритма искусственной пчелиной колонии, что говорит о более стабильной работе данного алгоритма, а также по количеству точных приближений, когда значение фитнес-функции равно нулю.

Список литературы

1. Бакаев М. А. Современные тенденции в автоматизированной оценке юзабилити и поведенческие факторы в алгоритмах поисковых систем // Программные продукты и системы. 2017. Т. 30, № 3. С. 447 – 455.
2. Сакулин С. А., Алфимцев А. Н., Соловьев Д. В., Соколов Д. А. Оптимизация интерфейсов веб-страниц с использованием инспирированных природой алгоритмов // Вестник компьютерных и информационных технологий 2018. Т. 165, № 3. С. 3-10.
3. Карпенко А. П. Популяционные алгоритмы глобальной поисковой оптимизации. Обзор новых и малоизвестных алгоритмов // Приложение к журналу «Информационные технологии» 2012. № 7. С. 4-6.

УДК 004.58

СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ НАД ОБЪЕКТАМИ В РЕАЛЬНОМ МИРЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Н.А. Ермаков, студент

Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,

кафедра «Информационные системы и телекоммуникации»

taxarun@gmail.com

Резко возросшая в последние годы производительность портативных устройств сделала доступным реализацию пользовательских интерфейсов дополненной реальности, используемых в настоящее время в индустрии компьютерных развлечений. А в таких областях как строительство, производство механизмов внедрение подобного пользовательского интерфейса позволит решать вполне реальные задачи.

Цель данной работы - анализ существующих решений на основе технологии дополненной реальности, выявление их сильных и слабых сторон, разработка на этой

основе собственного решения и оценка удобства его использования. Существует и используется несколько технологий дополненной реальности [1].

Передача физических форм на расстояние является самым прогрессивным решением, в котором авторы предлагают организовывать совместную работу, воспроизводя у участников на специальном устройстве физическую форму предмета, над которым необходимо выполнить действия.

Авторы работы об удаленных графических указаниях предлагают дорисовывать подсказки человеку в видеопотоке с его устройства, чтобы взаимодействующий с ним оператор мог помочь ему выполнить работу, находясь вне пределов визуальной видимости.

В работе об указаниях на основе местоположения исполнителей предлагается организовывать совместные работы путем рассылки текстовых сообщений на устройства пользователей, опираясь на данные их локального позиционирования.

Рассмотренные выше технические решения доказывают возможность применения дополненной реальности для решения задач организации совместной работы людей над объектами в реальном мире, однако требуют использования специального оборудования, ограничивающего аудиторию пользователей. В настоящей работе предлагается существенно снизить требования к оборудованию на основе использования современных методов дополненной реальности.

Предлагаемая автором система организации совместной работы над объектами в реальном мире включает смартфоны пользователей и сервер, на которых установлено специально разработанное для этой цели программное обеспечение. В процессе функционирования системы на экране мобильного устройства пользователя отображается точное место, куда следует установить деталь, а также вид объекта с уже установленными элементами конструкции. Выполнив задачу, пользователь через интерфейс мобильного устройства оповещает об этом систему. После этого от системы работнику поступает новая задача или информация о завершении работы на данном объекте.

Важнейшей характеристикой любой компьютерной системы является удобство ее использования (юзабилити). Для оценки этой характеристики в работе проведено тестирование разработанного интерфейса для мобильного устройства. В качестве опорной методологии оценки юзабилити выбрана методика QUIM [2], из которой выделены следующие определяющие факторы для тестирования приложений с дополненной реальностью: эффективность, производительность, удовлетворенность, обучаемость, полезность и универсальность. Исследование юзабилити разработанного автором программного обеспечения проводилось группой тестирующих и показало достаточно высокие результаты для всех рассмотренных выше факторов.

Список литературы

1. Gauglitz S. et al. In touch with the remote world: Remote collaboration with augmented reality drawings and virtual navigation // Proceedings of the 20th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, ACM, 2014. P. 197-205.
2. Seffah A., Keceli N., Donyaei M. QUIM: a framework for quantifying usability metrics in software quality models // Proceedings Second Asia-Pacific Conference on Quality Software. IEEE. 2001. P. 311-318.

СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ»

УДК 004.056.5

АУТЕНТИФИКАЦИЯ НА ИНФОРМАЦИОННОМ ПОРТАЛЕ СИСТЕМЫ «ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Н.А. Коледова, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатики и систем управления»

nika.koledova@yandex.ru

К.А. Андреев, бакалавр

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Информатики и систем управления»

kirillandreev8888@gmail.com

М.Д. Кауров, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатики и систем управления»

ker.264@yandex.ru

П.И. Жизневский, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатики и систем управления»

pavel7697@gmail.com

Научный руководитель: О.О. Варламов, д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатики и систем управления»

При проектировании информационной системы стоит учитывать угрозы, которые могут повлиять на ее работоспособность и безопасность. Одной из самых опасных и распространенных угроз в киберпространстве является утечка данных. По своей сути утечка данных - нелегальная передача частных данных третьим лицам, что приводит к нарушению конфиденциальности данных. Предотвратить утечку данных можно при правильном выборе политики аутентификации.

С процессом аутентификации неразрывно связаны следующие два процесса:

- Идентификация в информационных системах — присвоение субъектам и объектам идентификатора и/или сравнение идентификатора с перечнем присвоенных идентификаторов.
- Авторизация — предоставление определённому лицу или группе лиц прав, обеспечивающих ему разрешение выполнения определённых действий; этим словом еще также называется процесс подтверждения данных прав при попытке выполнения этих действий.

На данный момент существует множество различных способов аутентификации, применяющихся в тех или иных областях различной деятельности: от стандартных комбинаций, состоящих из уникального идентификатора и секретного кода, до сложных многофакторных алгоритмов, включающих в себя использование одноразовых кодов или биометрических данных.

Идентификатором чаще всего является логин, также называемый никнеймом и выбираемый пользователем при регистрации, или его адрес электронной почты. Такая процедура аутентификации является интуитивно понятной для большинства пользователей и используется чаще всего в различных веб-приложениях, где не требуется повышенная безопасность доступа к аккаунту — это могут быть различные форумы, онлайн-игры и сервисы, мобильные приложения и тому подобное. В таких системах пользователи при регистрации выбирают логин и пароль, который позже будут использовать для аутентификации, самостоятельно, ограничиваясь лишь требованиями системы, которые заключаются в уникальности идентификаторов и обычно некоторым требованиям к сложности пароля.

Аутентификация в системе «Электронный университет» нужна для персонификации использования системы, которая защищает систему от несанкционированного доступа. Система «Электронный университет» имеет множество модулей, для которых требуется разный уровень прав допуска.

Алгоритм доступа в «Электронный университет» поделен на несколько этапов: регистрация и аутентификация. При этом регистрация происходит один раз за весь период обучения или работы в ВУЗе, а аутентификация происходит каждый раз при попытке входа в систему.

Первой аутентификацией является аутентификация, основанная на местоположении выхода в интернет. Если пользователь находится за пределами определенной сети, то доступ в систему «Электронный университет» он не получит. Данной сетью является внутренняя wi-fi сеть МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сам вход в сеть ограничен. В сеть wi-fi можно попасть только находясь в здании университета и имея логин-пароль.

Но аутентификация по местоположению имеет исключение - доступ через VPN, но она доступна только ограниченному количеству аккаунтов. Помимо прочего, система предоставляет доступ только через отдельный сервис МГТУ им. Н. Э. Баумана, не связанный с системой «Электронный университет».

Второй этап - вход систему при помощи аутентификации по многозначному паролю. При помощи логина и пароля, полученных при регистрации, можно получить доступ к электронному университету. Логин привязан к аккаунту пользователя и его корпоративной почте, тем самым персонифицируя его в системе. Аккаунт позволяет следить за историей пользования системой и ограничивает или расширяет функционал системы для конкретного пользователя в зависимости от его роли и потребностей в ВУЗе, а также в зависимости от уровня допуска к данным.

Подводя итоги, можно сказать, что тема ограничения доступа была, остается одним из самых актуальных вопросов в сфере защиты информации. И со временем количество способов аутентификации, как и их надежность будет только увеличиваться, т.к. востребованность людей в этом механизме не имеет никаких оснований на уменьшение.

Список литературы

1. eun.bmstu.ru/
2. www.outsidethebox.ms/18835/
3. [www.securitylab.ru/news/tags/утечка данных/](http://www.securitylab.ru/news/tags/утечка_данных/)

УДК 008

ОБЛАЧНАЯ СИСТЕМА СОЗДАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ МИВАРНЫМИ ЭКСПЕРТНЫМИ МОДЕЛЯМИ

А.А. Миядин, бакалавр

МГТУ им. Н. Э. Баумана, кафедра «Системы обработки информации и управления»
dertosh7@gmail.com

Б.Б. Бекбусинова, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Системы обработки информации и управления»
bekzat_uralsk_96@mail.ru

Научный руководитель: О.О. Варламов, д.т.н., профессор

МГТУ им. Н. Э. Баумана, кафедра «Системы обработки информации и управления»

В современных условиях бизнеса с переходом от продуктовой дистрибуции к предоставлению услуг появилась потребность переносить функционал некоторых стационарных приложений в облако. Облачная среда является удобным местом хранения

и обработки информации, объединяющая в себе аппаратные средства и лицензионное программное обеспечение. Переход на работу в «облаке» направлен на уменьшение расходов, а также на увеличение эффективности работы. Особенностью использования облачных технологий является отсутствие привязанности к аппаратной платформе: все сложные вычисления, обработка и прочее происходит на серверах разработчиков, а пользователю предоставлена возможность взаимодействия только с интерфейсом, что исключает ряд ошибок, а также дает возможность сделать техническую поддержку наиболее оперативной.

Существует тенденция увеличения вычислительных мощностей, улучшения энергоэффективности и снижения стоимости. В связи с этим стали появляться компании, предоставляющие услуги по аренде виртуальных серверов, что побудило предприятия, занимающиеся разработкой программного обеспечения вынести тяжеловесные вычислительные работы в облако.

Миварные технологии логического искусственного интеллекта позволили перейти на новый уровень развития в нескольких областях искусственного интеллекта [1-3]. Активно ведется работа по созданию активной миварной энциклопедии, которая базируется на облачных технологиях. Реализация данного проекта позволит на практике реализовать технологии облачного доступа к созданию и управлению миварными моделями знаний для КЭСМИ Wi!Mi[2] в самых различных областях таких как системы контроля исполнения ПДД[3] и т.д.. Также значительно облегчится внедрение миварных технологий в различные информационные системы.

Структура модели «Облачный КЭСМИ» состоит из двух частей: клиентская и серверная. Клиентская часть дает пользователю возможность работы с моделями: создание, редактирование, отправка модели на сервер для сохранения. Серверная часть отвечает за хранение и запуск моделей в РАЗУМАТОРЕ.

Разуматор является программным логическим ядром системы управления комплексами. Разуматор использует миварный подход. Миварный подход базируется на многомерном пространстве $\{V, S, O\}$ -(v) вещь, (s) свойство, (o) отношение. Под понятием «вещь» подразумевается название объекта, его обозначение. Понятие «свойство» означает перечень свойств данного объекта, его характерных черт, особых примет, присущих данному объекту. Под «отношением» принято понимать совокупность всех связей данного объекта с другими экземплярами объектов. После определения координат по соответствующим осям, необходимо определить объект как множество точек в пространстве VSO. Таким образом, получается, что объект представляет собой облако точек в трехмерном пространстве, прием полученные облака для разных объектов могут пересекаться, если используют общие точки [2].

«Облачный КЭСМИ» дает возможность протестировать работу модели до внедрения в систему. Данный продукт позволяет предотвратить несанкционированный доступ, обеспечить защиту от неправомерного использования программного обеспечения, а также защитить миварное программное обеспечение от реверс-инжиниринга.

В итоге можно сказать, что «Облачный КЭСМИ» позволяет расширить работу КЭСМИ, ускорить реализацию экспертных систем [1], используя миварный подход, популяризовать МИВАР в научной среде и сделать его доступным любому пользователю. «Облачный КЭСМИ» облегчит внедрения мивара, так как пользователю достаточно только регистрации в системе для получения возможности создания моделей и запуска их в облаке. Также снимаются практически все технические ограничения на устройство пользователя, так как все вычисления и другие операции происходят на сервере. Еще одним плюсом «Облачного КЭСМИ» является уменьшение вероятности возникновения технических неполадок и быстрое их устранение в случае, если таковые возникли, так как использование облачных технологий позволяет оперативно собирать статистические

данные и данные об ошибках. Данная реализация системы защищает интеллектуальную собственность и не позволяет внешним угрозам нанести вред.

Список литературы

1. Варламов О.О. Эволюционные базы данных и знаний для адаптивного синтеза интеллектуальных систем. Миварное информационное пространство. - М.: Радио и связь, 2002. - 288 С.
2. Varlamov O.O. Wi!Mi Expert System Shell as the Novel Tool for Building Knowledge-Based Systems with Linear Computational Complexity // International Review of Automatic Control. Vol 11, № 6 (2018). P. 314-325.
<https://www.praiseworthyprize.org/jsm/index.php?journal=ireaco&page=article&op=view&path%5B%5D=22835>. DOI: <https://doi.org/10.15866/ireaco.v11i6.15855>.
3. Аладин Д.В., Булатова И.Г., Миядин А.А. О разработке миварной системы контроля и помощи водителю по соблюдению правил дорожного движения // Модели мышления и интеграция информационно-управляющих систем (ММИИУС-2018) Материалы второй Международной научной конференции, посвящённой 25-летию юбилею Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук. 2018. С. 145-147.

УДК 004.89

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДРОПОВ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Н.А. Писарчук, бакалавр

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

pisarchuk3005@mail.ru

О.К. Румянцев, бакалавр

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

Научный руководитель: Ю.Е. Гапанюк, к.т.н., доцент

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

Фрод - вид мошенничества в области информационных технологий, в частности, несанкционированные действия и неправомерное пользование ресурсами и банковскими услугами [1]. Фрод – достаточно широкое понятие, поэтому задача была сужена до определения дропов методами машинного обучения. Дроп - это «подставное лицо» — человек, выполняющий функции посредника при разного рода мошеннических сделках, когда необходимо замести следы и не подставить реальных исполнителей.

Данные для решения этой задачи представляют собой выборку за полгода из базы данных со столбцами: id_client – ID клиента, bdt_client – дата рождения клиента, gnd_client – пол клиента, num_card – хэш-код номера карты, type_card – тип карты (Visa Gold, MC classic и т.п.), dt_issue – дата выпуска карты, status – статус карты, dt_status – дата смены статуса, target – 1- если клиент – мошенник, 0 - нет. Данные были обезличены. Статус отражает основные действия, производимые с картой. По степени подозрительности статусы можно разделить на нейтральные (“I – выпуск”, “L – карта потеряна”, “S – карта украдена” и т.д.) и отрицательные (“B – блокировка по инициативе банка”, “F - мошенничество”, “K - компрометация” и т.д.). Для выявления дропа большое значение представляют именно отрицательные статусы. Если банк уже обращал внимание на действия этого клиента, то вероятность того, что клиент будет и дальше совершать подозрительные действия, достаточно высока. Так же важно большое количество статусов закрытия/перевыпуска карт.

Гипотезы. Было выдвинуто две гипотезы поведения дропа: первая - клиент получил или перевыпустил в общей сложности более 6 карт не менее 3 типов, и у него уже имелись отрицательные статусы, вторая - клиент получил или перевыпустил в общей

сложности сложности более 7 карт не менее 3 типов, и у него нет отрицательных статусов, но есть статусы закрытия счета или потери карты с некоторой периодичностью. На основе этих гипотез был построен SQL запрос, в результате которого процентное соотношение правильно выбранных дропов к общему их числу составило 60,75%. В результате, для того, чтобы модель машинного обучения была применима необходимо преодолеть минимум точности в 61%.

Построение модели. В данной выборке поведение одного клиента описывается множеством строк. Для того, чтобы алгоритм не воспринимал каждую строку как отдельный объект (что не даст полной картины происходящего) входные данные были преобразованы. На основе списка статусов клиента была сформирована строка, состоящая из «слов» - первых символов статусов для каждой из карт. В итоге остались поля id_client, status, target. Таким образом, задача свелась к анализу текста и классификации, но перед этим необходимо было выполнить предобработку текстового поля status. Для этого был сформирован словарь из всех записей. Далее была выполнена векторизация при помощи TfidfVectorizer из библиотеки SciKit-Learn. Были обучены следующие модели: классификатор на основе машины опорных векторов, логистическая регрессия, решающие деревья [2]. Наилучшим образом себя показала модель SVC (support vector classifier) с результатом метрики recall 89% на тестовой выборке.

Список литературы

1. Фрод // Википедия. [2019—2019]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/?oldid=99191461> (дата обращения: 13.04.2019).
2. Supervised learning // Scikit-learn documentation [2010—2019] Available at: https://scikit-learn.org/stable/supervised_learning.html (дата обращения 13.04.2019)

УДК 004.5

METAGRAPH EDITOR

А.А. Костян, бакалавр

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

linasmith69@yahoo.com

Т.И. Ханмурзин, бакалавр

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

lhorifoxl@gmail.com

Metagraph editor – приложение, задуманное, прежде всего, как визуализатор метаграфов. Нашей задачей было создание программы, которая может изобразить метаграф наиболее просто и понятно для человека, используя при этом трехмерное пространство и графические примитивы.

Метаграф – это модель, которая служит для описания сложных информационных систем. Она содержит в себе понятия: вершины, метавершины, ребра и метаребра. Метавершины могут содержать в себе другие вершины и метавершины, и они даже могут быть соединены ребрами. У метаграфов присутствует важное свойство – возможность связи между вершиной и метавершиной. Любой фрагмент, содержащий вершину и связь, может быть представлен как самостоятельная часть.

Мы хотели добиться того, чтобы метаграф можно было детально изучить в программе, а также получить подробную информацию обо всех вершинах и связях. Одной из первых проблем, что возникли у нас при разработке, стало расположение вершин и метавершин в пространстве. Мы хотели добиться того, чтобы программа автоматически расставляла объекты в пространстве по определенному алгоритму, максимально наглядно и понятно для человека. Изначально идея была в том, чтобы в зависимости от количества вершин использовать некоторые простые стереометрические фигуры, например куб или

октаэдр, а при очень большом количестве объектов располагать вершины на поверхности сферы. Далее были опробованы концепции статической формулы, которая рассчитывала веса и, в целом, пародировала отталкивающиеся друг от друга частицы. В идеале можно было бы обучить нейронную сеть, чтобы она располагала в пространстве вершины и их связи. Сейчас, мы несколько отошли от этой концепции в пользу развития других функций визуализатора, а все наши вершины и связи мы расставляем вручную.

Мы начали работу с простой визуализации модели, когда в нашем приложении можно было лишь загрузить метаграф и просмотреть его. Современная версия программы представляет собой полноценный редактор, где есть возможность с нуля создать собственный метаграф, добавить вершины, связи, при этом задать их свойства и вид. Помимо этого, есть возможность просмотреть полученный метаграф со всех сторон, получить детальную информацию о каждом его объекте.

Также мы придерживаемся концепции максимально независимых модулей. Так, например, в будущем можно будет по отдельности добавлять наборы функций под определенный вид работы: экономические расчеты, аналитику, оптимизационные работы и т. д.

Мы до сих пор продолжается работа над визуализатором, улучшается как внешний вид, так и расширяется его функционал.

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.

УДК 621. 319. 4

ЭКОНОМИЧНЫЙ МЕТОД СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ В КОНДЕНСАТОРЕ

Р.В. Фонканц, бакалавр

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

rauger474@gmail.com

Научный руководитель: М.В. Белодедов, к.ф.-м.н., доцент

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

Конденсатор – это один из важнейших пассивных электронных компонентов, без которого не обходится практически ни одна электронная схема. Конденсатор используют в качестве фильтрующего элемента для ВЧ и НЧ помех, для сглаживания резких скачков переменного тока, кратковременного накопления энергии, выравнивания пульсаций напряжения и т.д. Но одновременно с этим все больше о конденсаторе думают ещё и как об источнике питания. Пока конденсаторы использовались в качестве устройств сохранения энергии эпизодически, в мелких масштабах, вопросам экономичности сохранения энергии в конденсаторах можно было не уделять особого внимания. Однако, в последнее время активно ведутся исследования и разработки в области создания электромобилей, как полной замены машинам с двигателями внутреннего сгорания. Автономным источником энергии электромобиля служит ни что иное, как суперконденсатор, регулярно заряжаемый на станциях заправки. Помимо этого, растет количество ветро- и солнечных электростанций, энергию которых нужно куда-то эффективно запастись. В этой ситуации повышение КПД процедуры сохранения энергии в конденсаторе становится одной из важнейших проблем использования конденсатора в качестве вторичного источника энергии.

В подавляющем большинстве схем конденсатор заряжают через резистор. Что интересно, КПД такого заряда конденсатора математически равен 50% вне зависимости от значений R и C . Это было отмечено ещё в 1969 г. [1]:

$$\text{КПД} = \frac{CE^2}{2} \bigg/ \int_0^{\infty} RI^2(t)dt = \frac{CE^2}{2} \bigg/ \left[\frac{E^2}{R} \int_0^{\infty} (e^{-t/RC})^2 dt \right] = 50\%$$

При моделировании данной схемы в системе Proteus и анализе полученных данных изменения тока и напряжения КПД заряда получается чуть меньше 50%.

В [1] также указывается на возможность использования последовательно соединенных резистора и катушки индуктивности для повышения КПД заряда конденсатора. Однако, как показывают выкладки, КПД заряда конденсатора за интервал времени от 0 до бесконечности оказывается равным 50% независимо от значений R и L . Это иллюстрирует моделирование в системе Proteus, где осуществлено моделирование зарядки конденсатора ёмкостью 10 мкФ от источника постоянного напряжения 5 В через RL -цепочку со значением $L = 100$ мГн и различными значениями R .

В упомянутом примере КПД составляет при критическом затухании $\left(R = 2\sqrt{\frac{L}{C}} = 200 \text{ Ом} \right)$ – 49,751%, при докритическом ($R < 200 \text{ Ом}$) – 49,837%, при сверхкритическом ($R > 200 \text{ Ом}$) – 49,592%.

Однако, если в приведённом примере с $R = 20 \text{ Ом}$ не продлевать процесс зарядки конденсатора до бесконечности, а оборвать его в момент времени $t = 3,198 \text{ мс}$, то КПД процесса зарядки, как показывает моделирование в системе Proteus, составляет 86,4612%. Следует при этом, правда, иметь в виду, что конденсатор заряжается не до входного напряжения 5 В, а до напряжения 8,63 В.

На основе полученных результатов можно пробовать строить опытные образцы реальных устройств и дальше развивать концепцию экономичного заряда конденсатора.

Список литературы:

1. Ренне В.Т. Электрические конденсаторы. Л.: Энергия, 1969.

СЕКЦИЯ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»

УДК 519.257

ПОДСИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПРИХОДЯЩЕЙ ТЕЛЕМЕТРИИ С БОРТОВОЙ И КОНТРОЛЬНО-ПРОВЕРОЧНОЙ АППАРАТУРЫ

А.П. Авдошин, магистрант

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

alexei.avdoshin@yandex.ru

Научный руководитель: Г.С. Иванова, д.т.н., профессор

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

Целью подсистемы является сбор и анализ данных, поступающих с бортовой и контрольно-проверочной аппаратуры [1], при проведении регулировки и непосредственной эксплуатации. Такой анализ необходим для выявления закономерностей [2] изменения телеметрии в ходе эксплуатации системы и прогноза возможного сбоя в работе бортовой или контрольно-проверочной аппаратуры.

Для эффективной работы подсистемы анализа входящая телеметрия преобразуется к специальному формату, состоящему из двух частей. Первую часть составляет цифровая телеметрия, которая представляется битами информации, а вторую часть - вычислительная телеметрия, которая представляет собой конкретные значения таких измеряемых физических параметров, как сила тока, напряжение, температура, давление, влажность.

Срез телеметрической информации, который отражает конкретные значения цифровой телеметрии и физических параметров в определённый промежуток времени, является событием. Идентификация представляет собой поиск пришедшего события в базе: если событие не найдено или база пуста, то событие регистрируется в системе с присвоением положительного идентификатора события, который возвращается в подсистему. При успешном нахождении события в базе, модуль идентификации возвращает ключ-идентификатор, с которым работают другие модули подсистемы.

Для определения состояния бортовой и контрольно-проверочной аппаратуры была разработана математическая модель, позволяющая охарактеризовать систему набором параметров, которые применяются для прогнозирования возможного сбоя системы. Таким образом модель отражает реальное поведение системы.

Система характеризуется количеством событий, которые поступили от неё, вычисленном в логарифмической шкале по формуле:

$$cnt = \lg(k).$$

Система характеризуется появлением новых событий:

$$n = \begin{cases} n + 1, & \text{если пришло новое событие} \\ 0,999 \cdot n, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Степень нахождения системы в редком состоянии вычисляется по формуле:

$$r = \left(r + \frac{r_{\text{пришедшего события}}}{100} \right) \cdot 0,99.$$

Коэффициент редкости события вычисляется по формуле:

$$r_{\text{события}} = \frac{cnt}{cnt_{\text{события}}}.$$

Коэффициент «атипичности» события, прогнозирующий возможный сбой в работе аппаратуры, возможно вычислить по формуле:

$$a = \frac{r_{\text{пришедшего события}}}{(r + 1)(n + 1)}.$$

Таким образом, благодаря разработанной математической модели и спроектированным модулям интеллектуальный анализ приходящей телеметрической информации позволяет выделить «сомнительные» периоды работы системы, при котором может возникнуть сбой, таким образом, осуществляется прогноз работоспособности системы.

Дальнейший анализ параметров позволит выделить закономерности, которые затем можно будет привести к продукционным знаниям [3], тем самым автоматическим способом заполнить базу знаний для экспертной системы.

Список литературы

1. Бортовая телеметрическая аппаратура космических летательных аппаратов: Сбор и обраб. данных на борту косм. аппарата / [С.М. Переверткин, А.В. Кантор, Н.Ф. Бородин, Т.С. Щербакова]. М.: Машиностроение, 1977. 208 с.
 2. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. СПб.: БХВ-Петербург. 2004. 336 с.
 3. Попов Э.В. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1987. 288с. (Пробл. искусственного интеллекта).
-

СЕКЦИЯ «ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВМ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

УДК 004

ПРИМЕНЕНИЕ СХЕМЫ РАЗДЕЛЕНИЯ СЕКРЕТА ПРИ СОКРЫТИИ ДАННЫХ В ИЗОБРАЖЕНИИ

Н.В. Уточкина, бакалавр

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

unatart@outlook.com

Научный руководитель: Т.И. Вишневская, к.ф.-м.н., доцент

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

Большинство стеганографических (стеганография – искусство отправки скрытых сообщений [1]) методов не предоставляют возможности получения полной информации после того, как структура контейнера (здесь и далее – изображение) была нарушена. Использование пороговых схем разделения секрета совместно со стеганографией позволяет восстановить исходную информацию, если контейнер был деформирован.

Цель данной работы заключается в разработке метода сокрытия данных в изображении с использованием пороговой схемы разделения секрета и его реализации в виде приложения для ПК.

Идея метода заключается в разделении сообщения (передаваемого текста) на n частей по принципу пороговой схемы разделения секрета. Каждая часть помещается в контейнер при помощи стеганографического метода сокрытия данных в неподвижных изображениях. Пороговая схема разделения секрета заключается в том, что количество частей, необходимых для восстановления сообщения, должно быть $k \leq i \leq n$, где i – число сохраненных частей секрета, k – минимальное необходимое количество частей для восстановления, n – количество частей разделения секрета.

Алгоритм предложенного метода:

1. Пользователь предоставляет контейнер для сокрытия данных, в одном из следующих форматов: PNG, BMP, JPEG, сообщение в файле формата txt и задает количество n частей для разделения секрета, значение k вычисляется в программе.

2. Сообщение разбивается на n частей при помощи пороговой схемы разделения секрета Шамира. Идея схемы Шамира заключается в том, что для интерполяции многочлена степени $k - 1$ требуется k точек. Если секрет делится на n частей таким образом, чтобы восстановить его можно было имея $k \leq n$ частей, он скрывается в формуле многочлена степени $k - 1$. [2]

3. Контейнер делится на n частей, в i часть контейнера помещается i часть секрета, где $i: 0 < i \leq n$ при помощи комбинированного метода внедрения информации. Комбинированный метод предполагает получение двумерного массива пикселей, разделенного по цветовым составляющим RGB, перевод цветовой модели RGB в модель HSV и внедрение в этот массив сообщение по методу наименее значимых бит.

Расшифровка контейнера, содержащего данные, происходит по следующей схеме:

1. Получение двумерного массива пикселей, разделенного по цветовым составляющим RGB, перевод в модель HSV и выделения из него n частей секрета методом наименее значимых бит.

2. Восстановление исходного текста сообщения, если минимальное количество частей сохранилось.

На основе разработанного метода был создан программный продукт на языке программирования Python3. Для его функционирования необходимо наличие интерпретатора Python3 и следующих библиотек: PyQt, PIL, OpenCV2.

По результатам исследования, контейнер, скрывающий сообщение, может подвергаться частичной деформации, такой как, добавление информации «поверх» контейнера (наложение текста, картинки, рисование на контейнере) и обрезка контейнера. Возможность восстановления сообщения в данных случаях напрямую зависит от количества поврежденных блоков в изображении. Так же допускается добавление шума с чередованием темных и светлых частиц с параметрами зашумленности не более 0.1. В этом случае процент успешности восстановления изображения 20%.

Направления дальнейшей работы включают в себя несколько этапов:

1. Для обеспечения большей безопасности можно использовать дополнительно алгоритмы ассиметричного шифрования. Повысится стойкость алгоритма ко взлому, кроме того, появится возможность определить, какая часть сообщения, либо все сообщение было подвержено изменению, при помощи алгоритмов цифровой подписи.
2. Для большей вместимости сообщения в контейнер можно использовать алгоритмы сжатия перед применением пункта 2 раздела «Алгоритм предложенного метода».

Список литературы

1. Шелухин О.И., Канаев С.Д. Стеганография. Алгоритмы и программная реализация / Под ред. профессора О.И. Шелухина. М.: Горячая линия–Телеком, 2017. 592 с.: ил.
2. Схема разделения секрета Шамира. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Схема_разделения_секрета_Шамира (дата обращения: 20.01.2019).

УДК 004

ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛГОРИТМА CORELS ДЛЯ БИНАРНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ

М.А. Гусев, студент

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

vfc17@yandex.ru

Научный руководитель: К.А. Майков д.т.н., профессор

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

Задачи, сводящиеся к бинарной классификация многомерных объектов находят применение во многих областях экономики, а также в сфере общественной безопасности. Некоторые примеры таких задач: задача определения спама в общем потоке писем на электронном почтовом сервисе, задача поиска мошеннических действий на площадках, обеспечивающих интернет-торговлю, задача определения вероятности рецидива правонарушения.

Цель данной работы заключается в разработке на основе алгоритма CORELS[1] метода поиска правила бинарной классификации объектов и программная реализация данного метода. Алгоритм работает с обучающей выборкой, в которой значения всех числовых или категориальных параметров объекта приведены к одному логическому параметру или совокупности нескольких логических параметров, представляющих отношения между значением параметра объекта и некоторым граничным значением. Граничные значения выбираются таким образом, чтобы в получившихся при разбиениях по этим границам областях находилось количество объектов, различающееся не более, чем на один.

В ходе работы алгоритм находит такое правило классификации объектов, которое минимизирует следующую меру ошибки:

$$E = FP * W_p + FN * W_n,$$

где E — величина ошибки, FP и FN — доля ложноположительно и ложноотрицательно классифицированных объектов в выборке соответственно, W_p, W_n — весовые коэффициенты соответствующих ошибок классификации.

В отличие от алгоритма CART[2], данный алгоритм не действует «жадным» образом, вследствие чего в худшем случае дает не менее качественные результаты, а в общем случае — более качественные. Возможность отказаться от «жадного» алгоритма перебора возможных комбинаций разбиений параметров объектов появляется за счет структуры представления правила, позволяющей получить минимальную оценку ошибки классификации для каждого из его возможных потомков.

Правила представляются в виде списка следующего вида: ЕСЛИ ПАРАМЕТР {знак} ЗНАЧЕНИЕ КЛАСС = {предсказание} ИНАЧЕ ЕСЛИ ... ИНАЧЕ КЛАСС = {предсказание по умолчанию}.

Таким образом, правила выстраиваются в иерархическую структуру, в которой правила-потомки классифицируют объекты, не классифицируемые правилами-родителями. Если родительское правило дает значение ошибки, превышающее текущее минимальное значение, не имеет смысла рассматривать ни одно из его правил-потомков.

Укрупненный цикл работы алгоритма:

1. Задать значения ошибки по умолчанию.
2. Занести пустое правило в очередь.
3. Если очередь пустая, перейти к пункту 8. Иначе перейти к пункту 4.
4. Если правила-потомки закончились, перейти к пункту 3. Иначе рассмотреть очередное правило-потомок.
5. Если минимальная оценка ошибки правила-потомка менее текущей минимальной ошибки, перейти к пункту 6. Иначе перейти к пункту 4.
6. Занести правило-потомок в очередь. Вычислить величину ошибки текущего правила-потомка. Если она менее текущего минимума, перейти к пункту 7. Иначе перейти к пункту 4.
7. Обновить текущий минимум и вывести меры точности рассматриваемого правила-потомка на тестовой выборке. Перейти к пункту 4.
8. Конец.

На основе данного алгоритма был создан реализующий его программный продукт на языке C++. Он зависит от библиотеки STL и является не зависящим от платформы.

Направления дальнейшей работы:

1. Внедрение иных мер ошибки. Возможно, это повысит точность генерируемого алгоритмом правила классификации.
 2. Разработка более эффективных структур данных для выполнения побитовых операций.
 3. Использование параллельных вычислений для ускорения работы алгоритма.
- Общее улучшение кода программного продукта.

Список литературы

1. Larus-Stone N. Learning Certifiably Optimal Rule Lists: A Case For Discrete Optimization in the 21st Century Available at: https://corels.eecs.harvard.edu/corels/Larus-Stone_thesis.pdf, accessed 03.04.2019.

2. Brownlee J. Classification And Regression Trees for Machine Learning Available at: <https://machinelearningmastery.com/classification-and-regression-trees-for-machine-learning/>, accessed 04.04.2019).

УДК 00.005

К ЗАДАЧЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО КЛАВИАТУРНОЙ АКТИВНОСТИ

А.В. Афанасьева, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатики и систем управления»

anna.vl.afanaseva@gmail.com

Известно, что любая возможная деятельность влияет на динамику самочувствия человека: физические нагрузки способствуют снижению общего уровня энергии, монотонная работа затрудняет реакцию на внешние раздражители, сон благоприятствует восстановлению психофизического состояния. Для оценки и корректировки определенного вида активности с целью увеличения его продуктивности необходимо выделить эффективный способ диагностики состояния человека в процессе выполнения этой активности. Далее под термином «состояние» понимается комплексное положение, обуславливающее поведение человека. Функциональное состояние (далее ФС) – это устойчивая совокупность процессов, проявляющаяся в том или ином качестве выполнения системой присущих ей функций на данный момент времени [1]. Оценка и контроль функциональных состояний человека при выполнении профессиональных задач - задача инженерной психологии, решение которой повысит работоспособность в отраслях практики, в которых преобладают человеческие ресурсы. Раннее выявление утомления имеет важное значение в профилактике болезней - продолжительная негативная динамика состояния человека сопровождается отклонениями в функционировании всех систем организма и может вести к развитию хронической патологии [2]. Поскольку исключить все возможные неблагоприятные факторы редко представляется возможным, то следует снизить негативное влияние части этих факторов. Сделать это можно путем изменения в проектировании/разработке современных средств управления, планирования рабочего места, режима работы и содержания труда. В рамках решения данной проблемы ранее был предложен ряд методических приемов, рекомендуемых для использования в диагностических целях. Обычно выделяют следующие методы: физиологические (основываются на показателях нервной системы и вегетативных сдвигах), психологические (основываются на показателях количества, качества и скорости выполнения задачи, связанных с изменением психологических функций) и комплексные (комбинирование первых двух методов). Каждый из методов обладает рядом недостатков, которые в общем случае можно обобщить и сформулировать как невозможность полноценно оценить функциональное состояние человека в фоновом режиме (пассивно). Таким образом, необходимо разработать систему, позволяющую анализировать состояние человека в процессе реально выполняемой деятельности. Элементом этой системы, отвечающим за непосредственный сбор данных, может выступать клавиатура. Она применяется в значительном ряде профессий, особенно тех, которые предполагают обработку информации.

Для решения данной проблемы была разработана программа, обеспечивающая пассивный сбор данных при наборе текста на клавиатуре. На основе полученных данных проводится анализ, который включает в себя выделение периодов активности, сопоставление участков активности с определенным ФС испытуемого и “предсказание” динамики ФС. Ключевыми признаками, характеризующими состояние человека при печати на клавиатуре, являются скорость набора, время нажатия клавиш, интервал между

нажатиями, т.е. данные, отражающие эффективность процессов восприятия, внимания и памяти. В развитии работы предполагается проведение кластеризации данных по степени усталости для определения ФС и регрессионного анализа для прогнозирования динамики ФС. Это потребует выполнение ряда экспериментов с использованием алгоритмов кластеризации для сопоставления участков активности с ФС испытуемых. В ходе анализа предметной области были выделены положительные и отрицательные стороны уже существующих решений, и на их основе выделена цель: создать комплекс программ, обеспечивающих пассивный сбор данных при наборе текста с клавиатуры, предобработку и анализ полученных данных.

Список литературы

1. Мурик С. Э. Оценка функционального состояния организма человека. В 2 ч. Ч. 1. Теоретические основы : учеб. пособие/ Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. 59 с.
2. Ростомашвили Л.Н. Инновационный подход к оценке психофизического состояния здоровья детей со сложными нарушениями развития: трудности диагностики и пути их преодоления // Ученые записки университета Лесгафта. 2012. №2 (84).

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

УДК 004.054:519.23

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЦЕНКИ КОЛИЧЕСТВА ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Т.С. Черных, студент

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

t.chernih@yandex.ru

Научный руководитель: И.И. Троицкий, к.т.н., доцент

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

В настоящее время проблема анализа социальных ориентированных графов решается различными методами [1]: сетевой плотности (основан на оценке степени связанности вершин, к недостаткам данного метода относится наблюдение только за изменением дуг в графе что дает субъективную оценку), оценки степени влияния вершин (основан на подсчете степени влияния (силы) каждой вершины на остальные, к недостаткам данного метода относится) и т. д. В данной статье рассматривается метод, основанный на информационном подходе, а именно на количестве информации по Шеннону для каждой вершины. Количество информации рассматривается как оценка социального графа, которая позволяет определить на сколько вероятно наступление потенциально опасного события, отраженного в социальном графе. Преимущество предлагаемого метода состоит в том, что даже при неизменном социальном графе можно определить вероятность наступления потенциально опасного события.

Количество информации по Шеннону для дискретных сигналов [2]:

$$I(X, Y) = H(Y) - H(Y/X); \quad (1)$$

Энтропия:

$$H(Y) = - \sum_{j=1}^n P(y_j) \cdot \log_2 P(y_j); \quad (2)$$

$$P(y_j) = \sum_{i=1}^m P(x_i; y_j), \quad (3)$$

где m – количество исходящих дуг, n – количество входящих дуг.

Условная энтропия, определяется:

$$H(Y/X) = - \sum_{i=1}^m P(x_i) \cdot \sum_{j=1}^n P(y_j/x_i) \cdot \log_2 P(y_j/x_i); \quad (4)$$

$$P(x_i/y_j) = \frac{P(x_i)P(y_j/x_i)}{P(y_j)} = \frac{P(x_i)P(y_j/x_i)}{\sum_{i=1}^m P(x_i)P(y_j/x_i)}; \quad (5)$$

Будем рассматривать пару $(x_i; y_j)$ и соответственно вероятность $P(x_i; y_j)$, тогда

$$\begin{aligned} H(Y/X) &= - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P(x_i) \cdot P(y_j/x_i) \cdot \log_2 P(y_j/x_i) \\ &= - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P(x_i; y_j) \cdot \log_2 \left(\frac{P(x_i; y_j)}{P(x_i)} \right); \end{aligned} \quad (6)$$

$$P(x_i) = \sum_{j=1}^n P(x_i; y_j);$$

7)

Подставим в формулу (1) значение энтропии (2) и условной энтропии (7):

$$I(X, Y) = - \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^m P(x_i; y_j) \cdot \log_2 \sum_{i=1}^m P(x_i; y_j) \right) + \sum_{i=1}^m \left(\sum_{j=1}^n P(x_i; y_j) \cdot \log_2 \left(\frac{P(x_i; y_j)}{\sum_{j=1}^n P(x_i; y_j)} \right) \right); \quad 8)$$

Описание алгоритма работы предлагаемого метода:

- Строится социальный граф, для каждой вершины графа определяется количество информации по формуле (8) ведется наблюдение за графом до момента времени T_1 ;

- Ведется наблюдение за графом до наступления T_2 когда произошло изменение вероятностей полученных и передаваемых сообщений, производится повторный расчет количество информации для каждой вершины графа;

- Производится анализ полученных расчётов, путем попарного сравнения количества информации I в момент времени T_1 и T_2 для каждой вершины. Если в момент времени T_2 количество информации I изменилось в большую сторону, значит вершина отреагировала активно на возможное событие. В противном случае вершина ведет себя пассивно;

- Рассчитываем вероятность наступления события.

Для расчета вероятности происхождения события используется формула:

$$P(L) = \frac{V'}{V}, \quad 9)$$

где V' - количество вершин графа, в которых изменилось количество информации в большую сторону.

V - общее количество вершин графа.

Предложенный алгоритм имеет высокую скорость работы и позволяет более достоверно определить вероятность наступления опасного события в социальном графе.

В дальнейшем, поскольку неизвестны значения вероятности появления пары $P(x_i; y_j)$, то определяется по выборкам оценки этих вероятностей, по которым необходимо построить доверительный интервал для рассмотренных количеств информации по шеннону.

Список литературы

1. Newman M. Networks: An Introduction // OUP Oxford, 2010. 786 с.
2. Березкин Е. Ф. Основы теории информации и кодирования. М.: НИЯУ МИФИ, 2010. 312 с.

УДК 004.056:519.237

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОРРЕЛЯЦИОННОГО ПРИЕМА ДИСКРЕТНОГО СИГНАЛА В АДДИТИВНОМ ШУМЕ ПО ДВУМ КАНАЛАМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ С ЕГО ЛИНЕЙНОЙ ФИЛЬТРАЦИЕЙ

М.М. Колесников, студент

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

maxim.kolesnikov@list.ru

Научный руководитель: И.И. Троицкий, к.т.н., доцент

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

В настоящее время задача распознавания дискретного сигнала в аддитивном шуме по двум каналам передачи информации решается различными методами, основные из них это: корреляционный и адаптивной фильтрации.

Рассмотрим случай, когда имеется 2 канала передачи информации, один содержит сигнал с аддитивным шумом, второй шум.

$$y = \frac{a}{2}\eta + \varepsilon$$

$$x = \delta$$

Где: $\varepsilon, \eta, \delta$ – случайные величины,

$$\eta = \begin{cases} 1, & \text{с вероятностью } 0,5 \\ -1, & \text{с вероятностью } 0,5 \end{cases}$$

$\varepsilon \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ – шум в первом канале,

$\delta \sim N(0, \sigma_\delta^2)$ – шум во втором канале,

$a = |m_1 - m_{-1}|$ – сигнал,

$N(m, \sigma^2)$ – нормальный закон распределения с параметрами (m, σ^2)

Полученный сигнал будем рассматривать в центрированном виде, поскольку математическое ожидание оригинальных величин равно нулю.

$$\hat{z} = \hat{y} + c\hat{x} = \frac{a}{2\sigma_\varepsilon}\eta + \hat{\varepsilon} + c\hat{\delta}$$

Подав на коррелятор случайную величину $\hat{z}$ и криптографическую постоянную η , получим статистику L^* .

$$L^* = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \eta_i \hat{z}_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \eta_i \left(\frac{a\eta_i}{2\sigma_\varepsilon} + \hat{\varepsilon}_i + c\hat{\delta}_i \right)$$

Ее математическое ожидание и минимальная дисперсия соответственно равны:

$$M[L^*] = \frac{a}{2\sigma_\varepsilon}$$

$$D[L^*]_{c=-r} = \frac{1}{N} (1 - r^2),$$

где r – коэффициент корреляции между случайными величинами $\hat{\varepsilon}, \hat{\delta}$ ($-1 \leq r \leq 1$)

На коррелятор подается сигнал с шумом и криптографическая переменная.

Математическое ожидание и дисперсия статистики, полученные на выходе коррелятора:

$$M[\hat{L}^*] = \frac{a}{2\sigma_\varepsilon}$$

$$D[\hat{L}^*] = \frac{1}{N}$$

Анализ результатов применения линейной фильтрации [1] и формул (5)-(8) показывает, что применение в задаче распознавания дискретного сигнала в аддитивном шуме по двум каналам передачи информации, линейной фильтрации уменьшает дисперсию статистики коррелятора.

Список литературы

1. Троицкий И.И., Басараб М.А., Матвеев В.А. Использование двух каналов передачи информации для решения задачи распознавания дискретного сигнала в аддитивном шуме // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Приборостроение». 2015. № 4 С.106-112.

УДК 004.82

ОБЗОР ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ ЗНАНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ «ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

А.Ю. Титов, студент

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

Titov@student.bmstu.ru

Научный руководитель: М.А. Басараб, д. ф.-м.н., профессор

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

Особенности правового информационного обеспечения в области информационной безопасности (далее — ИБ) в сочетании со сложностью и многообразием возможных запросов к ней требуют поиска соответствующих инструментов для решения этой задачи. Существует растущий спрос на системы искусственного интеллекта, способные если не заменить, то хотя бы разгрузить специалистов по правовому обеспечению ИБ. Для этого потребуется специализированное представление правовой информации в виде размеченного графа, на основе которого можно будет строить алгоритмы логического вывода, т.е. выявления новых знаний из уже имеющихся.

В частности, правовая информация характеризуется тем, что часто необходим не только ее поиск, но и оценка правоприменения, мониторинг правовых коллизий, контроль над жизненным циклом нормативно-правовых актов (далее — НПА). Пользователи заинтересованы не только в доступе к интересующим их положениям и нормам, но также в выявлении отношений между ними и в поддержке принятия решений на основе логических выводов и правовых рассуждений.

Ряд принципов и технологий, известных как связанные данные (Linked Data), введены Тимом Бёрнерсом-Ли в записке [2]:

1. Использовать URI в качестве имён для сущностей.
2. Использовать HTTP-URI, чтобы можно было найти эти имена.
3. При поиске представлять информацию в стандартах RDF и SPARQL.
4. При появлении новой информации добавлять на нее ссылки (URI), чтобы можно было узнавать больше.

В этой связи консорциум W3C разработал иерархию стандартов [1] для идентификации информационных ресурсов, а также описания их структуры и семантики.

Нижний уровень этой иерархии представлен стандартом Unicode, а также единым идентификатором ресурсов (URI). Синтаксис eXtensible Mark-up Language (XML) определяет язык разметки, который описывает структуру ресурсов. RDF (Resource Description Framework) представляет собой язык для описания семантики информационных ресурсов и отношений между ними (графов) посредством утверждений (называемых тройками) вида «субъект-предикат-объект». Синтаксис RDF-графа может быть представлен в форматах XML, Turtle и JSON-LD. Словари, организованные в виде иерархии классов и свойств, наделяют утверждения смыслом. Для их описания применяются таксономии RDFS, SKOS, Schema.org и др. Для форматно-логического

контроля применяется язык SHACL (Shapes Constraint Language). Для описания онтологии, т.е. формализации модели предметной области – язык OWL (Web Ontology Language), позволяющий описывать классы и отношения между ними. Верхние уровни стандартной иерархии W3C определяют языки для правил, таких как RIF (Rule Interchange Format) или SWRL (Semantic Web Rule Language). Для описания источника информации используются языки типа Open Provenance Model, которые могут указывать на основе каких данных была получена информация. Для обеспечения доверия между взаимодействующими сторонами могут применяться технологии цифровых подписей или распределённых реестров. В качестве языка запросов к данным, а также протокола для передачи этих запросов и ответов на них, используется SPARQL Protocol and RDF Query Language.

На европейском уровне была разработана служба распространения связанных данных для хранилища CELLAR, семантического веб-контента и репозитория метаданных правовых и неправовых документов, подготовленных европейскими учреждениями. CELLAR включает 150 миллионов документов на 24 языках; метаданные, хранящиеся и описанные в RDF, достигшие уже более 800 миллионов N-троек. В настоящее время действует точка доступа для SPARQL-запросов к CELLAR, обрабатывающая более 10 миллионов запросов ежедневно (статистика от апреля 2018 года). CELLAR также является источником информации для портала Eur-Lex [3], который обеспечивает доступ к нескольким видам правовых ресурсов, включая договоры, законодательство, прецедентное право и законопроекты.

Чем быстрее будет достигнута критическая масса правовой информации, доступной в формате открытых данных, тем быстрее эти рекомендации можно будет применять к уже опубликованным документам. Повторное использование схемы правовых метаданных из доступных словарей может послужить отправной точкой к итеративному процессу разработки открытой семантической сети правовой информации, что особенно актуально для НПА по ИБ.

Список литературы

1. W3C. Semantic Web. Available at: <https://www.w3.org/standards/semanticweb/>, accessed 05.04.2019.
2. Tim Berners-Lee. Linked Data. Available at: <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>, accessed 05.04.2019.
3. Access to European Union Law. Available at: <http://www.eurlex.eu>, accessed 05.04.2019.

УДК 004.056

СОЗДАНИЕ МОДУЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ АТАК ДЛЯ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ

Л.Я. Добкач, специалист

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
dobkachleo@mail.ru

Научный руководитель: В.Л. Цирлов, к.т.н., доцент

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

Настоящий доклад посвящён описанию создания модуля распознавания атак для систем обнаружения вторжений. Изучив опыт других специалистов и достоинства базы данных KDD Cup 1999 [1], решено было использовать её при создании данной программы. В качестве же языка программирования избрали C++ ввиду его понятности и удобства для поставленной задачи. Сама задача распознавания атак ложится на обучаемую нейронную сеть (ИНС).

Структуру программного модуля можно описать в четыре больших этапа: обработка входных файлов (обучающей и тестовой выборки), обучения нейронной сети, её тестирования с подсчётом ошибок первого и второго рода и, наконец, вывод отчёта со статистикой.

Основной проблемой при обучении ИНС оказалось большое число признаков сигнатур атак в KDD Cup 1999 [2]. Путём сокращения по принципу, аналогичному переводу двоичных чисел в десятичные, удалось уменьшить их с 41 до 24. При этом один параметр был исключён из рассмотрения вовсе, так как ни в одной из выборок он не принимал значения, отличного от нуля. Ещё пять бинарных параметров были преобразованы в одно десятичное число, что и подало идею расширить принцип на другие признаки. 15 признаков лежат в пределах от 0.00 до 1.00, то есть представлены процентами. Из них получилось 5 объединённых параметров. Можно объединить и все, но это влечёт за собой резкое увеличение наибольшего возможного значения.

Ещё три текстовых параметра потребовалось преобразовать однозначным образом в числовые, так как при создании программы использована готовая библиотека FANN для C++, которой для обработки требуются специальным образом подготовленные данные (в частности, они должны быть числовыми). После этого оказалось, что во всех выборках множества двух из трёх этих параметров не меняются, что позволило объединить однозначным образом их тоже. Таким образом, удалось не только уменьшить число параметра почти в два раза, но и сохранить всю уникальную информацию по каждой записи.

Другая сложность касалась большого объёма записей. После исключения дубликатов оказалось, что в доступных выборках KDD Cup 1999 содержится 77 287, 145 586 и 1 090 665 сигнатур соответственно. С использованием активационной функции Эллиота [3] для 48 нейронов скрытого слоя и алгоритма упругого распространения ошибки удалось успешно обучить нейронную сеть, добившись желаемой ошибки около 0,003 при 2136 на последней, 3451-й, эпохе приблизительно за 20 минут.

Максимальные полученные ошибки — у 10 % выборки из крупнейшей, но даже при ней не превосходят 0,053. Такие результаты позволяют говорить об успешном создании программного модуля для распознавания атак в системах обнаружения вторжений.

Список литературы

1. Брюховецкий А.А., Скатков А.В. Адаптивная модель обнаружения вторжений в компьютерных сетях на основе искусственных иммунных систем // Электротехнические и компьютерные системы. № 12(88). Одесса: ОНПУ, 2013. С. 102-111.
2. KDD Cup 1999: Task Description / описание базы данных. Режим доступа: <http://kdd.ics.uci.edu/databases/kddcup99/task.html> (дата обращения: 17.04.2019).
3. P. Sibi, S. Allwyn Jones, P. Siddarth. Analysis of different activation functions using back propagation neural networks // Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 31.01.2013. Vol. 47. No. 3. P. 1264-1268.

УДК 3054

ПРИБЛИЖЕННЫЕ АЛГОРИТМЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ ВЕКТОРА ШЕПЛИ

В.И. Ромашов, специалист

МГТУ им. Баумана, кафедра «Информационная безопасность»

romashov33@gmail.com

Научный руководитель: М.А. Басараб, профессор, д.т.н.

МГТУ им. Баумана, кафедра «Информационная безопасность»

bmic@mail.ruМетоды вычисления Вектора Шепли

В общем случае каждая компонента вектора Шепли содержит 2^n слагаемых и поэтому задача их получения вычислительно сложна. Оценка вектора Шепли для игрока i имеет временную сложность $O(2^n)$. Недостаток этого метода заключается в том, что он имеет экспоненциальную временную сложность, но его преимущество в том, что это простой алгоритм, и его можно разумно применять для нахождения точного значения для игр с небольшим количеством игроков. [1]

Ниже приведены методы, которые применяются при вычислении вектора Шепли:

1 Точные методы

1.1 Прямое перечисление

2 Аппроксимационные методы

2.1 Метод моделирования Монте-Карло [2] (Фатима и др.)

2.2 Метод Кастро и др. [3];

3 Метод многолинейного расширения (ММР) (древовидный подсчет).

Получаем следующие вычислительные сложности:

1.1 Сложность прямого метода: $O(n * 2^n * n) = O(n^2 * 2^n) = O(2^n)$ – экспоненциальная;

1.2 Сложность приближенного метода Fatima et al.: $O(n)$ – линейная;

1.3 Сложность приближенного метода Rand: $O(2^n)$ – экспоненциальная, выигрыш за счёт уменьшённого количества наборов;

1.4 Сложность приближенного метода MLE: $O(n)$ – линейная, выигрыш за счёт уменьшённого количества наборов

Исследование расчётов вектора Шепли показало, что время вычисления алгоритма может быть снижено путем введения различного рода приближений и оценка ошибок показывает, что данные вычисления могут быть использованы.

Список литературы

1. Shaheen S. Fatima, Michael Wooldridge, Nicholas R. Jennings, A linear approximation method for the Shapley value // Artificial Intelligence. 2008. № 172. P. 1673–1699
2. G. Owen, Multilinear extensions of games // Management Science. 1972. № 18 (5). P. 64–79.
3. Tomasz P. Michalak, Karthik .V. Aadithya, Efficient Computation of the Shapley Value for Game-Theoretic Network Centrality // Journal of Artificial Intelligence Research. 2013. № 46 P. 607-650

УДК 004.056

ФОРЕНЗИКА КАК ЧАСТЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: ЗАДАЧИ, СРЕДСТВА, МЕТОДЫ, ПРИМЕРЫ ПРАКТИКИ

М.А. Ульянова, специалист

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

ulyanova.mira@yandex.ru

Научный руководитель: А.Н. Яковлев, к.ю.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Количество преступлений в сфере информационных технологий в России за последние 6 лет увеличилось в 10 раз, в связи с чем необходимы эффективные механизмы расследования и предотвращения компьютерных инцидентов [1]. Сбор и анализ цифровых улик осуществляется специалистами в области цифровой криминалистики (форензики), которые используют разнообразный программный инструментарий. Тем не менее, постоянное усложнение IT-сферы обуславливает непрерывность процесса актуализации теоретической и практической базы этой предметной области.

В России форензика используется в интересах правоохранительной деятельности в форме судебной компьютерно-технической экспертизы (далее – СКТЭ), назначаемой постановлением следователя, дознавателя или суда. За рубежом данная наука называется «Digital forensics & Incident Response (DFIR)», что можно перевести как «цифровая криминалистика и реагирование на компьютерные инциденты». Так же в соревнованиях Capture The Flag (CTF) существует спортивная форензика.

Выделяют следующие виды форензики: компьютерная, мобильная, сетевая и исследование баз данных [2]. Ранее видовое деление СКТЭ было схожим: аппаратная, программная, информационная и сетевая [3], однако впоследствии системный подход к объекту исследования обусловил отказ от подобной классификации.

Данные области имеют сходный набор объектов исследования, однако их анализ осуществляется по-разному в виду специфики решаемых задач. Так, к примеру, целью специалиста в области форензики становится выяснение устройства и принципов действия вредоносного кода, в то время как для компьютерно-технического эксперта важен сам факт наличия подобного программного обеспечения в программной среде объекта экспертизы.

Можно выделить следующие типы компьютерных инцидентов: внедрение вредоносного программного обеспечения (далее – ВПО), попытки внедрения ВПО, использование ресурса для распространения ВПО, атака типа «отказ в обслуживании» (в том числе распределенная), компрометация учетной записи, несанкционированный доступ в систему и попытки его получения, неправомерный сбор сведений с использованием информационно-коммуникационных технологий (далее – ИКТ), несанкционированное изменение или разглашение информации, распространение информации с неприемлемым содержанием, мошенничество с использованием ИКТ.

При расследовании любого из перечисленных инцидентов перед специалистом ставятся определенные задачи: выявление и фиксация следов, их анализ, создание таймлайна (построение обратных сценариев), установление типа инцидента, документирование инцидента, разработка превентивных мер.

Различают динамический и статический методы анализа. В первом случае специалист проводит исследование непосредственно скомпрометированной системы в работающем состоянии («живой» анализ), во втором – её образа. Предпочтительным является последний вариант, так как отсутствует внесение изменений в объект анализа.

Однако выбор метода в каждом конкретном случае остается за специалистом и зависит от особенностей инцидента.

В каждом случае, основываясь на типе исследуемого объекта и его особенностях, необходимо выявить аномалии представленного образца, а также определить методы исследования подобных объектов.

В процессе расследования инцидента используются средства блокирования записи (программные и аппаратные блокираторы), инструменты клонирования информационного содержимого накопителей информации (AccessData FTK Imager, Guymager), средства дампинга оперативной памяти (Belkasoft RAM Capturer, LiME), файловые утилиты (File, Head), HEX-редакторы, сетевые утилиты (Wireshark, Scapy), средства работы с БД (sqlite3), многофункциональные дистрибутивы (Kali Linux, Parrot Security OS, CAINE, SIFT) и другие (в зависимости от частных задач).

Примером задач форензики является анализ обфусцированного вредоносного кода, внедренного в HTML-страницу. Подобные задачи решались нами при помощи инструмента CyberChef (для конвертации данных) и небольшой программы на языке программирования Python. Из нечитаемого массива данных была выделена информация об имени, IP-адресе и порте удаленного ресурса, с которым осуществлялась связь при выполнении вредоносного кода страницы, данные User-agent, факт отправки и значение cookie, обстоятельства загрузки дополнительных модулей. Подобная задача может решаться как специалистом в области форензики, так и судебным компьютерно-техническим экспертом, что свидетельствует о сходстве данных областей при решении определенных задач.

Список литературы

1. Состояние преступности в России: Главное управление правовой статистики и информационных технологий Генеральной Прокуратуры Российской Федерации. Режим доступа: https://genproc.gov.ru/upload/iblock/184/sbornik_9_2018.pdf (дата обращения 22.04.2019).
 2. Computer Forensics: Digital Forensics: Infosec Resources - IT Security Training. Режим доступа: <https://resources.infosecinstitute.com/category/computerforensics/introduction/areas-of-study/digital-forensics/> (дата обращения 22.04.2019).
 3. Компьютерно-техническая экспертиза: Российский федеральный центр судебной экспертизы при Министерстве юстиции Российской Федерации. Режим доступа: <http://www.sudexpert.ru/possib/comp.php> (дата обращения 22.04.2019).
-

СЕКЦИЯ «ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ»

УДК 004.772

ЗАДАЧИ БЕЗОПАСНОСТИ В M2M И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

В.О. Крылов, студент

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

vladkrylov72@gmail.com

О.А.Мартиросова, студент

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

martirosova_olya99@mail.ru

Научный руководитель: О.С. Томах, ассистент

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

olesyagushcha@gmail.com

M2M (Межмашинное взаимодействие, Machine-to-Machine) — общее название технологий, которые позволяют приборам обмениваться информацией друг с другом. Это проводные и беспроводные системы датчиков, которые передают информацию от одного устройства другому. [1] Ежедневно растет спектр применения данного вида взаимодействия (промышленная индустрия, образовательная сфера, медицина), но, к сожалению, вместе с этим растет количество потенциальных угроз для безопасности.

Для того, чтобы понять, что из себя представляет технология M2M, необходимо узнать структуру взаимодействия M2M, которая, в свою очередь, делится на 3 взаимосвязанных домена, а именно:

1) домен устройств (устройство накапливает в себе информацию, происходит мандатное разграничение доступа для информации, затем устройство рассылает данные через домен на сервер);

2) сетевой домен (происходит одобрение информации для направления на прикладной домен);

3) прикладной домен (происходит сохранение информации, а затем фиксация её автоматизированными пользователями).

У любой технологии тесно связанной с автоматизированными системами управления имеется ряд проблем безопасности, вызывающие не только денежные потери, но и производящие угрозы человеческих жизней (медицинское оборудование). Рассмотрим классы атак, которым могут подвергаться системы машинного взаимодействия: физические атаки (цель атаки – программно-аппаратное обеспечение устройства), логические атаки (цель атаки – вмешательство в исправную работу системы, не создавая никаких изменений в данных устройствах), атаки на данные (цель атаки – информация, передаваемая между устройствами системы). [2]

Безусловно, если есть проблемы, то непременно будут создаваться и решения этих проблем, реализующие безопасное и качественное функционирование данных технологий, такие как: аутентификация (процедура проверки подлинности субъекта, предоставляющего свой идентификатор), шифрование (обеспечение конфиденциальности передаваемых данных, используются симметричные криптосистемы – для защиты данных используется общий ключ, а также антисимметричные криптосистемы – используется общедоступный ключ другого подобного устройства для кодирования информации), конфиденциальность.

M2M является одной из наиболее привлекательных технологий с точки зрения финансовых затрат. Основная проблема – разработка рентабельной системы безопасности,

покрывающей большое количество устройств в системе. На данный момент используются простейшие криптосистемы и протоколы безопасности.

Список литературы

1. Афанасьев А.А., Веденьев Л.Т., Воронцов А.А. Аутентификация. Теория и практика обеспечения безопасного доступа к информационным ресурсам. Вологда: Научно-техническое издательство «Горячая линия–Телеком», 2009. 552 С.
2. Жук А.П., Жук Е.П., Лепешкин О.М., Тимошкин А.И. Защита информации. Москва: Издательский центр РИОР, 2017. 392 С.

УДК 621.391.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИЕМА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПО РАДИОКАНАЛУ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM32

А.А. Беликов, студент

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

belikov.an@mail.ru

Научный руководитель: О.С. Томах, ассистент

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

olesyagushcha@gmail.com

Сегодня беспроводные каналы связи набирают всё большую популярность. Чтобы понять, по какому принципу происходит передача и прием информации, рассмотрим физику электромагнитной волны. Электромагнитное излучение характеризуется частотой, длиной волны и мощностью переносимой энергии. Частота электромагнитных волн показывает, сколько раз в секунду изменяется в излучателе направление электрического тока и, следовательно, сколько раз в секунду изменяется в каждой точке пространства величина электрического и магнитного полей^[3].

Для данного исследования был использован микроконтроллер STM32 F4Discovery, а так же для построения простейшей модели передачи сигнала по радиоканалу на практике были применены дополнительные два модуля: приемный и передающий, работающие с использованием для приема и передачи сигнала амплитудную модуляцию.

Амплитудно-модулированный сигнал обуславливается низким КПД, низкой помехоустойчивостью вследствие передачи узкополосного сигнала, но более высокой мощностью передаваемого сигнала, что позволяет передавать на достаточно дальние расстояния^[1]. У такой модуляции есть свои недостатки: радиомодули работают на частоте 433МГц, которая имеет широкое применение в бытовой жизни, поэтому количество сторонних сигналов будет достаточным, чтобы внести искажения в передаваемый сигнал.

Данный способ реализации процесса передачи сигнала по радиоканалу является наиболее наглядным, подходящим для ознакомления с принципами работы и решения простых задач^[2].

Для реализации проекта были подобраны две наиболее доступные программные среды: IAR Embedded Workbench (IAR, ver 8.20, 2017) и Keil μ Vision (ARM Keil, ver. 5,2016).

Дополнительно к программной среде было найдено программное обеспечение, разработанное под микроконтроллеры компании STMicroelectronics, называемое STM32 CubeMX. С помощью данного ПО в среду моделирования был загружен макет программируемой платы, для которого задавались необходимые параметры. Программа в несколько раз упрощает написание кода для микроконтроллера.

В качестве передаваемого сигнала, была выбрана последовательность от 1 до 255 символов.

Для проверки работоспособности и оценки эффективности канала, необходимо сравнить число импульсов, принятых от передатчика с числом отправленных. Для этого был сформирован код, загруженный в плату и отвечающий за процесс приема и передачи.

В результате был получен функционирующий радиоканал, использующий амплитудную модуляцию и работающий на частоте 433.92 МГц, который может применяться для управления многоэлементными устройствами и системами на расстояниях до 150 метров и их удаленного контроля.

Список литературы:

1. Куприянов А.И. «Радиосигналы и радиоустройства в информационных системах». учебное пособие: в 2 ч, Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, Ч. 1: Радиосистемы и радиосигналы. 118с.
2. Митрохин В.Н. Электродинамика и распространение радиоволн: учеб. пособие. М.: Изд-во «Рудомино», 2010. 208с.
3. Федосов В. П., Нестеренко А. К. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW: учеб. пособие / под ред. В. П. Федосова. М.: ДМК Пресс, 2007. 456 с.

УДК 004.942

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЦЕНТРА МОНИТОРИНГА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

И.А. Беляков, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Информатики и системы управления»

Bakeria2016@yandex.ru

Е.А. Ефремов, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Информатики и системы управления»

e.efremov2014@gmail.com

Научный руководитель: Е.В. Вайц, к.т.н., доцент кафедры

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Информатики и системы управления»

Развитие информационных технологий влечет за собой развитие информационных систем и сетей. Информационные системы имеют свои уникальные характеристики и параметры. Даже небольшие организации имеют свои информационные системы, которые содержат данные конфиденциального характера. Важным вопросом при разработке информационной системы является вопрос защиты информации от компьютерных атак и инцидентов.

На сегодняшний день за компьютерными атаками стоят не только злоумышленники-любители, а организованные группы киберпреступников, оснащенные современными программными и аппаратными средствами компьютерной разведки. Алгоритмы атак на информационные системы ежедневно совершенствуются. Для снижения рисков информационной безопасности дополнительно в организации устанавливаются программно-технические средства в области защиты информации.

Для обеспечения мониторинга в реальном времени, консолидации событий и дальнейшего анализа событий создаются центры мониторинга информационной безопасности, которые состоят из агентов сбора, установленных на устройствах информационной системы, Security information and event management (SIEM) системы, центра реагирования на компьютерные инциденты.

Для разработки имитационной модели был выбран сложный бессигнатурный метод корреляции событий, основанный на измерении двух или более переменных и вычислении степени статистической связи между ними. В разработанной модели были выделены следующие блоки: 1) источники событий информационной безопасности 2)

фильтрация событий 3) агрегация событий информационной безопасности 4) корреляция событий информационной безопасности [1] 5) путь, 6) пул, 7) база данных 8) корзина 9) сигнатуры [2].

Источник событий отправляет сообщения содержащие информацию о его состоянии. Объем генерируемых источниками сообщений требует автоматизированных способов фильтрации, агрегации и анализа информации, поступающей в режиме реального времени. Результатом работы SIEM системы является массив информационных событий, которые могут являться сигналом о возможной компьютерной атаки. Данные события обрабатывают специалисты центра реагирования на компьютерные инциденты.

Разработанная модель позволяет наглядно увидеть процессы SIEM системы и провести анализ эффективности блоков, рассмотреть последовательность сообщений, зависимости от сигнатур.

Список литературы

1. А.В. Федорченко, Д.С. Левшун, А.А. Чечулин, И.В. Котенко // Анализ методов корреляции событий безопасности в siem-системах. Часть 1. С. 13-21.
2. Е.С. Новикова, Я.А. Бекенева, А.В. Шоров, Е.С. Федотов Обзор алгоритмов корреляции событий безопасности для обеспечения безопасности облачных вычислительных сред, С.95 - 96

УДК 004.942

ПОСТРОЕНИЕ АГЕНТНОЙ МОДЕЛИ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ КОМПЬЮТЕРНЫМ АТАКАМ НА СЕТЕВУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ ОРГАНИЗАЦИИ В СРЕДЕ ANYLOGIC

И.А.Кожин, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Информатики и системы управления»

ivan10827@mail.ru

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

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Информатики и системы управления»

Агентное моделирование относительно новый вид имитационного моделирования, который используется для изучения поведения отдельных децентрализованных единиц (агентов) и то, как такое поведение будет влиять на всю систему в целом. Его активное применение начинается после 2000-х годов. Глобальная картина возникает вследствие деятельности множества агентов.

Существуют 4 стадии построения агентной модели:

- 1 стадия - определение рамок модели;
- 2 стадия - определение поведения и взаимодействий агентов;
- 3 стадия - разработка и апробация модели;
- 4 стадия - анализ и улучшение модели.

В рассматриваемой работе используется несколько различных групп агентов. Первая - группа агентов, выступающая в роли узлов сетевой инфраструктуры. В неё входят различные типы агентов, такие как: коммутаторы, персональные компьютеры, хабы, средства защиты и имитация сети интернет. Данные агенты имеют строгую взаимосвязь и определенные характеристики, такие как задержка, адрес, маршрутизация. Второй же группой агентов выступают сетевые пакеты, которые перемещаются от узла к узлу.

Сперва в модели была реализована сама сеть, соединяющая все физические компоненты. Для этого был создан список агентов *APM* и база данных, в которой указывается адрес (номер) каждого агента, их имена, порядковый номер, к кому подключен, тип сетевого ресурса. Характеристики из базы данных сопоставлены с

переменными внутри агентов *APM*. В модели реализована функция, в которой с помощью *java* функции *connectTo* соединены все агенты согласно таблице подключений из базы данных. Задано случайное начальное расположение в непрерывном пространстве.

В модели также расположены агенты *Сообщение* с характеристиками *кому, отКого, вирус, сообщение*. Отправка сообщений настроена от условного агента, имитирующего получение сообщений из сети интернет. Внутри агента *APM* последовательно расположены элементы *Вход, Очередь, Сервис, Выбор выхода, Выход*.

На элементе *Выбор выхода* заданы условия, при которых по второму пути будут идти сообщения, переменная *Вирус* внутри которых имеет положительное значение. На распределении один поток перенаправляет сообщения к следующему узлу, а другой уничтожает зараженные пакеты.

Маршрутизация повторяется для каждого типа агента *APM*, но уже без фильтрации пакетов по содержимому. На последней итерации установлен элемент *уничтожение* агентов, что символизирует получение адресатом сообщения. На каждой итерации для каждого типа коммутаторов прописано перенаправление сообщения на следующий уровень сети, в зависимости от получателя.

В модели располагается функция генерации сообщений с заданной интенсивностью, которая случайно присваивает переменные каждому сообщению. Функция направляет сообщения от условного интернета до случайных пользователей сети.

В итоге получаем модель сети, в которой от агента *internet* идут сообщения, а следующий за ним агент фильтрует их в зависимости от того, есть ли в них вирус.

Список литературы

1. Вишневский В.М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. М.: Техносфера, 2003. С.114.
2. Куприяшкин, А.Г. Основы моделирования систем. М.: ФГБОУВПО «НИИ», 2015.

УДК 621.391.8

МЕТОДЫ ПЕРЕДАЧИ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ

И.А. Силаев, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
igor97@list.ru

Г.Н. Пономарев, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
ponomarevgeorge@yandex.ru

Научный руководитель: О.С. Томах, ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информатика и системы управления»
olesyagushcha@gmail.com

Сегодня беспроводные каналы связи набирают всё большую популярность. Чтобы понять, по какому принципу происходит передача и прием информации, рассмотрим физику электромагнитной волны. Электромагнитное излучение характеризуется частотой, длиной волны и мощностью переносимой энергии. Частота электромагнитных волн показывает, сколько раз в секунду изменяется в излучателе направление электрического тока и, следовательно, сколько раз в секунду изменяется в каждой точке пространства величина электрического и магнитного полей.^[2]

Для данного исследования были использованы два микроконтроллера Arduino UNO, а также для построения простейшей модели передачи сигнала по радиоканалу на

практике были применены дополнительные два модуля nRF24L01: приемный и передающий, работающие с использованием частотной модуляции GFSK.

Частотно-модулированный сигнал обуславливается низким КПД, высокой помехоустойчивостью вследствие передачи широкополосного сигнала и сравнительно высокой мощностью передаваемого сигнала, что позволяет осуществлять передачу на достаточно дальние расстояния.^[1] У такой модуляции есть свои недостатки: радиомодули работают на частоте 2,4 ГГц, которая имеет широкое применение в бытовой жизни, поэтому количество сторонних сигналов будет достаточным, чтобы внести искажения в передаваемый сигнал.^[3]

Данный способ реализации процесса передачи сигнала по радиоканалу является наиболее наглядным, подходящим для ознакомления с принципами работы и решения простых задач.

Для реализации проекта была использована популярная программная среда Arduino IDE (Arduino, ver 1.8.7, 2018).

Дополнительно были подключены и использованы библиотеки: RF24 и SPI. Первая библиотека предназначена для работы с радиомодулем. Вторая – позволяет Arduino взаимодействовать с устройствами, поддерживающими SPI протокол. Arduino в данном случае выступает в качестве ведущего устройства.

В качестве передаваемого сигнала, была выбрана некоторая последовательность двоичных символов.

Для проверки работоспособности и оценки эффективности канала, необходимо сравнить число импульсов, принятых от передатчика с числом отправленных. Для этого был сформирован код, загруженный в плату и отвечающий за процесс приема и передачи.

В результате был получен функционирующий радиоканал, использующий частотную модуляцию и работающий на частоте 2,405 ГГц, который может применяться для управления устройствами, системами и их удаленного контроля.

Список литературы

1. Харли Роберт, Энциклопедия High-End Audio, 2000. 526 с.
2. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники, 1993. 568 с.
3. Б. Скляр. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение, 2007. 1104с.
4. Ю.Б. Зубарев, М.И. Кривошеев, И.Н. Красносельский. Цифровое телевизионное вещание. Основы, методы, системы. НИИР, 2001. 568с.

СЕКЦИЯ «РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ»**621.454.2****РАСЧЕТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В ПГС ЖРД НА ПРИМЕРЕ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ И ДРОССЕЛЬНОГО КЛАПАНА**

Д.А. Оганезов, студент

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

oganezow.dmitry@yandex.ru

В.В. Булей, студент

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

buiey28@gmail.com

Научный руководитель: А.Р. Полянский, к.т.н., доцент

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

Проведено численное моделирование течения в каналах с резким сужением, расширением, рассчитаны потери давления. Приведено сравнение расчетных потерь давления для местных сопротивлений при использовании моделей турбулентности Spalart-Allmaras, $k-\epsilon$, $k-\omega$ и Transition SST с теоретическим расчетом. Верификация математической модели, используемой в данном исследовании, проведена на основе сопоставления теоретических и расчетных данных. Ввиду осевой симметрии, задача решалась в двумерной постановке. При сравнении результатов моделирования с рассчитанными теоретически показано, что наименьшая погрешность получена при использовании расчетной сетки со значением безразмерной толщины пристеночной ячейки $y^+=3$ и моделей турбулентности Spalart-Allmaras и $k-\omega$. Менее удовлетворительная сходимость 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.

Далее было проведено численное моделирование течения в канале дроссельного клапана. Объектом исследований был дроссельный клапан горючего, располагающийся в магистрантали, подающей компонент в газогенератор, диаметр входа которого равен 24 мм, а диаметр выхода 17 мм. Клапан имеет 2 положения: открытое и закрытое. В качестве модельного рабочего тела была выбрана вода, поскольку объективность результатов оценивалась путём сравнения с результатами проливок в испытательном комплексе АО «НПО Энергомаш». Данная задача решалась в 3х мерной постановке, поскольку канал не осесимметричный.

Приведено сравнение расчетных потерь давления при использовании модели турбулентности Spalart-Allmaras с экспериментальными данными, а также распределение параметров потока по длине канала.

Полученные данные позволяют моделировать течение и производить оценку гидравлических потерь в каналах со сложной геометрией.

УДК 536.24.083

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАКТОВ ОХЛАЖДЕНИЯ ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В УНИФИЦИРОВАННЫХ ПЕРЕМЕННЫХ

Д.И. Чвилёв, специалист

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

tchwilyow@yandex.ru

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

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

Современное проектирование ракетных двигательных установок предусматривает разные способы интенсификации теплообмена в трактах жидкостных ракетных двигателей (ЖРД). Среди них метод энергетического коэффициента, предложенный в 40-ых годах академиком Кирпичёвым [1], аналогия Рейнольдса между процессами теплопереноса и трением [2], метод относительных теплогидравлических характеристик (ТГХ) [3] и др. Сам процесс интенсификации включает в себя рост гидравлических потерь, что сопряжено с проблемами оценки эффективности трактов охлаждения ЖРД.

Целью данной работы является совершенствование проектных работ и методов оценки теплогидравлической эффективности.

Предложенная методика использует в качестве критерия эффективности максимальную величину теплосъёма с двух сравниваемых поверхностей:

$$K_Q = \frac{Q_2}{Q_1}$$

При этом принимаются следующие допущения:

- Исследование ведётся для одного охладителя
- Поверхность теплосъёма: $S = \text{const}$;
- Термическое сопротивление бесконечно мало: $\frac{\delta}{\lambda} \rightarrow 0$;

Тогда унифицированные переменные представляются в виде:

$$\text{Re}_{\text{unf}} = \left(\xi z \frac{b^2}{d_r^3} \right)^{\frac{1}{2}} \text{Re}, \quad \text{Nu}_{\text{unf}}^* = \left[\frac{\Delta T}{T_0} \frac{b}{d_r \left(1 + \frac{1}{n_\alpha} \right)} \right] \text{Nu}^*,$$

где $b = 1$ мм — линейный масштаб, $T_0 = 2000$ К — температурный масштаб, z — длина пути охладителя, ξ — коэффициент гидравлического сопротивления трения, d_r — гидравлический (эквивалентный) диаметр, ΔT — температурный напор, $n_\alpha = \frac{\alpha_r}{\alpha_x}$ —

отношение коэффициентов теплоотдачи, $\text{Nu}^* = \frac{\text{Nu}}{\text{Pr}^{0,4}}$ — число Нуссельта, исключающее влияние физических свойств на теплопередачу.

Метод исследования — расчётно-аналитический и расчётно-экспериментальный. Используя аналитические и экспериментальные данные по ТГХ, проводятся расчёты Re_{unf} и Nu_{unf}^* в диапазоне чисел Re , геометрических и температурных параметров характерных для данного типа охлаждения ЖРД.

Характер исследования — двухпараметрический. В качестве аргумента выступает число Re_{unf} , в качестве функции — Nu_{unf}^* , а в качестве параметров — геометрические (длина хода охладителя, гидравлический диаметр и т.д.) и тепловые (температурный напор, относительный коэффициент теплоотдачи и т.д.) факторы.

В результате исследования получено, что тракт с транспирационным охлаждением значительно уступает тракту охлаждения с гладким каналом. Таким образом, тракт с транспирационным охлаждением требует дальнейшего исследования и доработки.

Список литературы

1. Коваленко Л.М., Глушков А.Ф. Теплообменники с интенсификацией теплоотдачи. М.: Энергоатомиздат, 1986. 240 с.
2. Крашенинников С. Ю. Введение в теорию теплообмена в воздушно-реактивных двигателях. М.: ЦИАМ, 2009. 158 с.
3. Поляев В.М., Майоров В.А., Васильев Л.Л. Гидродинамика и теплообмен в пористых элементах конструкций летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1988. 168 с.

УДК 621.453.3

СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ГАЗОВЫХ ТУРБИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В.В. Алексеев, специалист

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

alekseevvaldimiibmstu@gmail.com

К.С. Калугин, специалист

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

kalugin-09@mail.ru

Научные руководители: А.Н. Бобров, к.т.н., доцент

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

А.Р. Полянский, к.т.н., доцент

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

Аддитивные технологии – совокупность технологических методов производства изделий, путем послойного наращивания материала, позволяющая минимизировать, а иногда – исключить необходимость механической обработки деталей, что значительно снижает затрачиваемое время и стоимость изготовления. Данные методы приносят наибольшую выгоду при производстве деталей с относительно простой геометрией и невысокими прочностными характеристиками, а так же на стадии эскизного проектирования при создании экспериментальных образцов и макетов.

Цель работы: создание экспериментального лабораторного стенда (ЭЛС) для испытания газовых турбин с использованием аддитивных технологий.

Одной из особенностей деталей, изготовленных аддитивными методами, является пониженная прочность по сравнению с деталями, изготовленными из металла традиционными методами. Это связано с тем, что деталь, созданная с помощью аддитивных технологий, состоит из отдельных элементов, связанных между собой. Большое влияние на прочностные свойства детали будет оказывать прочность соединения отдельных частиц, которая отличается от прочности материала, используемого для создания детали. Однако различие механических свойств можно учесть [1]. При этом возможно создание таких нагруженных деталей, как рабочие колёса газовых турбин, изготовленные из полимерных пластмасс (при температуре рабочего тела $t_{p,t} \leq 50^\circ\text{C}$, ограниченной температурой плавления материала) [2].

В данной работе представлен эскизный проект ЭЛС, предназначенный для испытания газовых турбин, изготовленных аддитивными методами. В состав стенда входят: газовая турбина, центробежный насос, импеллер, сопловой аппарат, корпус, подшипники, вал, опоры крепления, и система измерений. Стенд позволяет получать экспериментальные характеристики турбины на однофазном и двухфазном рабочих телах.

В систему измерений входят: баллоны со сжатым воздухом, бак с водой, манометры, датчики давления, оборотов, температуры, клапаны, вентили и редуктора.

Частота вращения ротора определяется цифровым оптическим тахометром. Температура рабочего тела перед турбиной измеряется с помощью хромель-алюмелевых термопар, давление рабочего тела перед турбиной – потенциометрическим датчиком давления типа МД. Расход рабочего тела определяется по перепаду давления на дроссельной шайбе при помощи дифференциальных датчиков давления типа МДДФ-УК.

Указанные первичные датчики преобразуют измеряемые физические параметры в электрические сигналы, поступающие на регистрирующие приборы, расположенные на пульте управления стендом, и на ЭВМ с визуализацией их на экране дисплея в темпе эксперимента и запоминанием по сигналу «Замер» для последующей обработки.

Давление газа на выходе из турбины равно давлению окружающей среды, 0,1 МПа.

Расчёт характеристик турбины ведётся по методике [3]; усилие, создаваемое турбиной, вычисляется из гидродинамического напора, создаваемого насосом.

Таким образом, рабочий агрегат и система измерений образуют универсальный комплекс, позволяющий определять экспериментальные характеристики газовых турбин, работающих как на однофазном, так и на двухфазном рабочих телах при различной температуре рабочего тела на входе в турбину и различных расходах воды на насос.

Список литературы

1. Torrado A.R., Roberson D.A. Failure Analysis and Anisotropy Evaluation of 3D-Printed Tensile Test Specimens of Different Geometries and Print Raster Patterns. *Journal of Failure Analysis and Prevention*, 2016, no. 1, pp. 154–164.
2. Алексеев В.В., Калугин К.С. Исследование прочностных характеристик моделей газовых турбин, изготовленных аддитивными методами. В кн.: Сб. тезисов докл. Всероссийской. студ. конф., Москва, 2018: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. С. 39–40.
3. Изучение энергетических характеристик активной турбины на модельном однофазном и двухфазном рабочем теле: метод. указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Теория и проектирование ТНА» / Максимов С. Ф., Ягодников Д. А., Андреев Е. А. [и др.]; МГТУ им. Н. Э. Баумана. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. 46 с.: ил.

УДК 66.045.1

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ РАВНОМЕРНОСТИ РАЗДАЧИ ОХЛАДИТЕЛЯ В ТРАКТАХ ОХЛАЖДЕНИЯ ЖРД

Д.В. Годорожа, специалист

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

Sweettwister23@gmail.com

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

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

Одним из главных условий надежной и эффективной работы системы наружного проточного охлаждения камеры жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) является обеспечение равномерного распределения потока охладителя по каналам тракта охлаждения. Гидравлическое несовершенство проточной части может привести не только к существенному снижению тепловой эффективности охлаждения, но и к повреждениям вплоть до прогара огневой стенки камеры сгорания. В связи с этим актуальной становится проблема оценки степени равномерности раздачи охладителя в тракте охлаждения ЖРД.

Как было установлено многочисленными исследованиями, неравномерность коллекторной раздачи жидкости в теплообменных аппаратах обусловлена противодействующими факторами падения давления по длине коллектора из-за сопротивления трения и восстановления давления в нем вследствие оттока жидкости по ответвлениям аппарата (каналам тракта). В случае соизмеримости сопротивления

движению по коллектору с сопротивлением трубной части аппарата появляется вероятность возникновения существенной неравномерности раздачи жидкости по ответвлениям (каналам). Эта гидравлическая неравномерность может быть оценена коэффициентом η_r , являющимся отношением скорости в каждом ответвлении (канале) к среднemasсовой скорости жидкости в каналах в условиях равномерной раздачи [1].

Количественное значение коэффициента неравномерности можно получить аналитическими методами, основанными на решении уравнений Навье-Стокса при соответствующих допущениях. Однако, в конечное выражение для определения коэффициента неравномерности входят величины, которые необходимо определять экспериментально, что является существенным недостатком.

На практике предпочтение отдается тем или иным рекомендациям. Так, установлено, что к уменьшению неравномерности приводит увеличение геометрических размеров раздающих и сборных коллекторов, искусственное увеличение сопротивления трубной части путем установки дроссельных устройств и профилирование коллекторов. Однако такие рекомендации не позволяют количественно оценить неравномерность раздачи.

Компромиссным решением проблемы можно считать введение эмпирического критериального числа $A = 0,5$, ниже значения которого в пределах $\pm 10\%$ обеспечивается равномерная раздача жидкости по ответвлениям аппарата [2].

$$A \approx 1,41 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{1 / (0,25 \cdot \varepsilon^2 + \zeta_{\text{ан}} + 1,75)}, \quad (1)$$

где $\varepsilon = \frac{\sum f_T}{F_k}$ - отношение суммарной площади проходных сечений ответвлений к площади сечения коллектора; $\zeta_{\text{ан}}$ - коэффициент сопротивления аппарата.

Учитывая возможности современной вычислительной техники и актуальность внедрения систем автоматизированного проектирования, целесообразно привлечь к решению задачи методы численного моделирования коллекторной раздачи.

Проведенное численное исследование гидродинамики течения в продольно оребренном тракте охлаждения модельной камеры сгорания конкретно заданной геометрии показали следующее. Течение имеет ярко выраженный трехмерный характер. На входе в каналы наблюдается существенная (до 9%) неравномерность полей скоростей и давлений жидкости, тогда как на выходе из тракта наблюдается в целом равномерность (порядка 3%) расходной скорости и давления. Наибольшая неравномерность поля расходных скоростей наблюдается в непосредственной близости к входному патрубку коллектора.

Проведенное исследование показало, что численные методы качественно согласуются с существующими методами оценки неравномерности коллекторной раздачи охладителя и позволяют произвести расчет неравномерности с более высокой точностью.

Список литературы

1. Бысторов П.И., Михайлов В.С. Гидродинамика коллекторных теплообменных аппаратов. М.: Энергоиздат, 1982.
2. Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков В.П. Справочник по теплогидравлическим расчетам. М.: Энергоатомиздат, 1990.

СЕКЦИЯ «ПОРШНЕВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

УДК 621.43:539.3

РАСЧЕТ КРУТИЛЬНОЙ ЖЕСТКОСТИ ШИНЫ

А.А. Сироткин, бакалавр

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

artiom1997.sirotkin@yandex.ru

Научный руководитель: Н.С. Маластовский, доцент

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

Одним из этапов при проектировании поршневых двигателей является расчет крутильных колебаний коленчатого вала в рамках всей силовой установки [1]. При вычислениях действительная крутильная система заменяется эквивалентной дискретной с приведением масс на основании равенства кинетической энергии, а жесткостей равенства потенциальной энергии упругих деформаций. Описанная процедура, в достаточной степени, изучена и может быть реализована как на базе аналитических моделей, так и методами вычислительной механики[2]. Из-за значительной трудоемкости вычислений при рассмотрении автомобильных шин, часто используются экспериментальные данные из учебника Чистякова В.К.[3].

Однако для разных типов шин крутильная жесткость может серьезно отличаться, и ее определение для конкретного случая является важной прикладной задачей представляющей практический интерес.

В качестве объекта исследования выбрана шина марки NOKIAN 225/45 R17. На основании выполненных измерений всех составляющих элементов образца была построена твердотельная модель. Созданная модель шины состоит из следующих частей: резиновой основы, стальных силовых бортов, металлизированных брекерров и нейлонового корда.

Для определения диаметра металлизированных брекерров, которые представляют собой три скрученные проволоки, использован микрометр МК-75 с ценой деления 0.01мм. Так как брекерры располагаются не прямо по окружности шины, был определен их угол наклона (составил 75 градусов), а для моделирования выделен слой, прилегающий к ним для которого материал рассматривался как однонаправленный композит. Свойства определялись на основании простейшей микромоделли с относительным объемным содержанием металлизированных вставок с учетом преобразования упругих характеристик при повороте системы координат.

На базе разработанной модели в ПК ANSYS Workbench выполнен анализ накачки и прижатия шины в статической постановке и качения по твердой поверхности.

В качестве граничных условий использовалось давление в шине 0.2МПа, а так же сила прижатия, определяемая массой автомобиля и ее распределением на переднюю и заднюю ось в соотношении 60/40. Крутящий момент на колесе определялся крутящим моментом двигателя с учетом передаточного отношения коробки передач и участков трансмиссии к ведущим колесам.

Результатом работы являются определение крутильной жесткости шины и уточнение модели для расчета вынужденных крутильных колебаний коленчатого вала исследуемого двигателя.

Список литературы

1. Конструирование двигателей внутреннего сгорания / под ред. Н.Д. Чайнова. М.: Машиностроение, 2011. 496 с.
 2. Исследование напряженно-деформированного состояния крышки цилиндра высокофорсированного дизеля / Л.Л. Мягков, Н.С. Маластовский, Л.Н. Дьякова, А.С. Блинов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2015. № 2 (659).
-

С. 42-52.

3. Чистяков В.К. Динамика поршневых и комбинированных двигателей внутреннего сгорания: Учебное пособие для машиностроительных вузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания». М.: Машиностроение, 1989. 256 с.: ил.

СЕКЦИЯ «ГАЗОТУРБИННЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ»

УДК 621.565.945

СПОСОБЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА В АППАРАТАХ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА

А.В. Глуокснис, специалист

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

anastasiagluoksnis@gmail.com

Е.В. Чумак, специалист

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

[lena4101997@yandex.ru](mailto:lana4101997@yandex.ru)

Научный руководитель: С.А. Бурцев, к.т.н., доцент

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

Описаны основные типы аппаратов воздушного охлаждения природного газа на компрессорных станциях и требования, предъявляемые к ним. Указаны способы повышения эффективности теплообмена. Проведено сравнение двух типов интенсификаторов (ребра и мелкие полусферические лунки). Показано преимущество использования лунок.

Для перекачки природного газа используются специальные компрессорные станции (КС), повышающие давление газа в 1,2–1,7 раз до уровня 7,5 (5,5) МПа. Повышение давления сопровождается увеличением температуры газа на выходе КС, может привести к ряду негативных последствий: разрушению изоляционного покрытия трубопровода, увеличению потерь давления на прокачку и др. Именно поэтому существует необходимость охлаждения газа после КС. Для этих целей применяют аппараты воздушного охлаждения (АВО).

В зависимости от расположения теплообменной секции АВО подразделяются на вертикальные, V-образные, зигзагообразные и горизонтальные, которые бывают с нижним и верхним расположением вентилятора. Выбор варианта компоновки секций определяется условиями эксплуатации, величиной необходимой поверхности теплообмена и допустимым гидравлическим сопротивлением трубного пространства.

Основные требования, предъявляемые к АВО природного газа: отсутствие смешения газа и охлаждающей среды, малая засоряемость поверхностей теплообмена и всего аппарата, удобство ревизий и ремонта, надежность работы АВО и отдельных его узлов, небольшая стоимость и простота изготовления.

Эффективность работы АВО определяется, в первую очередь, эффективностью теплообмена со стороны окружающей среды (давление природного газа составляет примерно 7,5 МПа и даже при небольшой скорости течения коэффициент теплоотдачи со стороны природного газа во много раз выше).

Повышение эффективности теплообмена (увеличение коэффициента теплоотдачи) ведется в двух направлениях: без принудительного обдува, что требует минимального гидравлического сопротивления, и при небольшой вынужденной конвекции.

Известно, что использование оребренных труб позволяет эффективно интенсифицировать теплообмен только в ограниченном диапазоне размеров ребер. При дальнейшем увеличении поверхности ребер происходит снижение эффективности ребра [1] и значительный рост гидравлических потерь [3].

В работе [2], посвященной анализу эффективности применения лунок, показано, что значительную роль играет форма лунок. Глубокие лунки лучше интенсифицируют теплообмен, но приводят к росту сопротивления почти на порядок; мелкие (относительная

глубина до 0,2) сферические лунки позволяют повысить теплоотдачу в 1,2–2,0 раза при сопоставимом росте сопротивления.

Исследование, выполненное по методике [3], показало, что при условии постоянства мощности на прокачку, количества переданной теплоты и расхода по сравнению с гладкими трубами использование ребер позволяет уменьшить длину теплообменной секции примерно в 3 раза и объем в 1,8 раз, однако происходит увеличение числа труб в пучке. Использование полусферических лунок позволяет уменьшить длину и объем в примерно в 2 раза и незначительно сократить число труб в пучке. Соответственно, объем теплообменной секции АВО с облуненными трубами на 15% меньше, чем с оребренными.

Таким образом, наиболее перспективным интенсификатором теплообмена в данной ситуации являются мелкие полусферические лунки, которые позволяют повысить теплоотдачу в 2 раза при сопоставимом росте сопротивления. Также использование полусферических лунок позволяет уменьшить время работы вентилятора и потребляемую им мощность.

Список литературы

1. Теплообменные аппараты и системы охлаждения газотурбинных и комбинированных установок / В.Л. Иванов, Э.А. Манушин, А.И. Леонтьев и др.; Под ред. А.И. Леонтьева. М.: Изд-во МГТУ, 2003. 592 с.
2. Leontiev A.I., Kiselev N.A., Vinogradov Yu.A. et al. Experimental investigation of heat transfer and drag on surfaces coated with dimples of different shape // International Journal of Thermal Sciences, 2017, V. 118, pp. 152–167. DOI: 10.1016/j.ijthermalsci.2017.04.027
3. Выбор рациональных интенсификаторов теплообмена в теплообменном оборудовании / С.А. Бурцев и др. // Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2016. № 12. С. 35-56.

УДК 621.438:662.739

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ДЛЯ ЗАМКНУТЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

А.В. Глуокснис, специалист

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

anastasiagluoksnis@gmail.com

Е.В. Чумак, специалист

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

[lena4101997@yandex.ru](mailto:lana4101997@yandex.ru)

Научный руководитель: С.А. Бурцев, к.т.н., доцент

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

Приведено понятие замкнутой газотурбинной энергетической установки. Указаны основные виды топлив, используемых в данных установках, и показано, что возможно использование твердого топлива. Описаны основные типы устройств для сжигания твердых бытовых отходов и выполнен анализ их применимости в составе замкнутой газотурбинной энергетической установки.

Замкнутыми газотурбинными энергетическими установками (ЗГТЭУ) называют установки, в которых по замкнутому контуру непрерывно циркулирует одно и то же рабочее тело. В этой ситуации выбор рабочего тела определяется условиями работы, мощностью установки и т.д. [1]. Соответственно, вместо камеры сгорания в ЗГТЭУ устанавливается нагреватель, в котором рабочее тело нагревается за счет подвода внешней теплоты. В качестве нагревателя можно использовать любое устройство,

позволяющее подвести теплоту к рабочему телу: солнечный концентратор, ядерный источник теплоты, внешняя топка, инсинератор и т.д.

Используемые в классической газотурбинной установке виды топлива обычно ограничены жидкими (возможно, криогенными) и газообразными топливами [2]. Применение внешней топки (камеры сгорания) позволяет использовать любое топливо: уголь, торф, сланцы, дрова, жидкие и газообразные углеводороды (включая тяжелые сорта жидкого топлива, содержащие серу, ванадий и другие вредные примеси), твердые бытовые отходы (ТБО) и т.д.

Мусоросжигание с последующим использованием выделившейся теплоты является сложным, но в то же время наиболее результативным способом утилизации отходов [3]. Сокращается масса ТБО, подлежащих захоронению, обеззараживаются медицинские отходы, а выделяемая при сгорании энергия может быть использована для получения электроэнергии в ЗГТЭУ. В качестве устройства для сжигания ТБО в ЗГТЭУ могут быть использованы топочные камеры, инсинераторы и плазменные системы.

В топочной камере происходит процесс горения, при котором химическая энергия топлива преобразуется в тепловую энергию продуктов сгорания, передаваемую далее рабочему телу ЗГТЭУ. Основные преимущества камерных топок заключаются в следующем: возможность экономичного использования практически всех видов топлив и относительная простота регулирования режима работы и, следовательно, возможность полной автоматизации топочного процесса.

Инсинераторами называют специализированные установки, которые предназначены для термической переработки твердых и жидких отходов, как минерального, так и органического происхождения. Работа оборудования основывается на таком принципе: в камерах сгорания и дожигания отходов происходит процесс утилизации мусора, в системе газоочистки выхлопы очищаются от опасных веществ, осуществление регенерации выделившегося тепла. Таким образом, инсинерация обеспечивает утилизацию всех неметаллических остатков большинства видов утильсырья.

Плазменная переработка, позволяет безопасно для окружающей среды утилизировать тонны мусора в кратчайшие сроки, а также получать на выходе сырье для повторного использования в промышленных интересах. Смысл данного метода заключается в термообработке отходов и доведении их до газообразного состояния. Основной задачей плазменной переработки является замещение мусоросжигающих заводов, которые во время переработки мусора выбрасывают в атмосферу колоссальное количество угарного газа и ядовитых выделений, образующихся при горении пластика и прочих искусственных химических соединений.

Достоинствами данного метода являются: полное сгорание всех токсичных материалов и газов, уменьшение объема отходов почти в 300 раз по сравнению с первоначальным, сокращение затрат на переработку 1 тонны мусора в три раза по сравнению с любым другим методом [3].

Таким образом, использование мусоросжигающего устройства в качестве нагревателя для ЗГТУ позволяет не только утилизировать ТБО, но и использовать выделившуюся при этом теплоту для получения электроэнергии. При этом процесс сжигания мусора можно сделать экологически более чистым, используя сложные технологии очистки продуктов сгорания, которые не попадают в проточную часть энергоустановки.

Список литературы

1. Арбеков А.Н. Выбор рабочего тела для замкнутых газотурбинных установок мощностью от 6 до 12 кВт, работающих на органическом топливе // ТВТ. 2014. Т. 52, № 1. С. 131–135.

2. Бурцев С.А., Донг Ге Анализ целесообразности применения водородного топлива для двигателей ближне- и среднемагистральных самолетов // Безопасность в техносфере. 2016. Т. 5, № 2. С. 11-17.
3. Плазменная технология утилизации отходов. Режим доступа: <http://betosteel.ru/articles/plazmennaya-texnologiya-utilizacii-otxodov.html> (дата обращения: 14.04.2019).

УДК 621.438.082.2

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КПД ПРИВОДНЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

Е.М. Комаров, студент

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

egormkomarov@mail.ru

Научный руководитель: Р.З. Тумашев, к.т.н., доцент

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

Одной из проблем, стоящих перед газовой промышленностью и определяющих перспективы ее дальнейшего развития, является снижение расхода энергоресурсов на собственные нужды. Сезонное колебание в подаче газа по газопроводу из-за неравномерного потребления газа в течение года промышленными, коммунально-бытовыми и другими потребителями приводит к неравномерному использованию установленного оборудования, снижению среднегодовой загрузки газоперекачивающих агрегатов (ГПА) и, как следствие, перерасходу топливного газа из-за отклонения режимов работы станции от оптимальных.

Спецификой газовой отрасли является необходимость транспортировки больших объемов газа на значительные расстояния с месторождений Крайнего Севера в Европейскую часть России и далее. Техничко-экономическая эффективность этого процесса влияет на цену газа у потребителей, составляя на сегодняшний день до 52% его стоимости [1]. Резервы и возможности значительного сокращения этой величины, как показывают исследования [1], в отрасли имеются, но требуют системного и взвешенного подхода к проектированию и модернизации оборудования компрессорных станций (КС) и, в частности, газоперекачивающих агрегатов [1].

В составе парка ГПА около 86 % агрегатов имеют газотурбинный привод (ГТП). Около 90 % всех ГПА с ГТП морально и физически устарели. Усредненный коэффициент полезного действия (КПД) ГТУ сегодня составляет порядка 20 - 25 % [2]. Дальнейшее использование таких агрегатов приводит к существенному повышению эксплуатационных затрат в связи с необходимостью обеспечения жизненного цикла ГПА за пределами расчетного ресурса их работы, что приводит к перерасходу природного газа на собственные нужды, а простой агрегатов во время ремонта приводит к прямым потерям за счет недопоставок газа потребителям.

В самом общем виде ГПА нового поколения должны обеспечивать высокий уровень основных эксплуатационных показателей, включая высокую экономичность (КПД на уровне 34...36 % в зависимости от мощности агрегата), высокую надежность и готовность (наработка на отказ не менее 3,5 тыс. ч, межремонтный цикл на уровне 8-25-50 тыс. ч (ТО1-ТО2-ТО3) с общим ресурсом свыше 100 тыс. ч, коэффициентом готовности на уровне 0,98 при коэффициенте технического использования на уровне 0,93-0,95. При этом выбросы NO_x должны составлять не более 50... 100 мг/нм³[2].

На сегодняшний день одной из перспективных установок, соответствующих современным требованиям, является газотурбинная установка фирмы General Electric (США) - MS5002E, входящая в состав ГПА-32 «Ладога» мощностью 32 МВт. ГПА-32

«Ладога» является машиной стационарного исполнения класса 32 МВт, созданный на основе лицензионной турбины нового поколения MS5002E, предназначенной для условий эксплуатации любой сложности, с высоким КПД (36 %) и низким уровнем выбросов ($\text{NO}_x=18 \text{ ppm}$), большим ресурсом работы, хорошей ремонтопригодностью.

Повысить экономическую эффективность ГПА данного типа до $h = 43...44\%$, при сохранении надёжности и ресурса, можно путём использования сложного цикла (СЦ) – регенерация теплоты и промежуточное охлаждение циклового воздуха. Реализация концепции экономии энергоресурсов с использованием ГТП СЦ требует создания теплообменного оборудования (регенераторов и воздухоохладителей) с тепловой эффективностью не менее 80 – 85%.

Для увеличения КПД ГТУ (в классе 1-32 МВт) необходимо использовать несколько возможных вариантов [3]:

- простой цикл ГТУ с дальнейшим повышением параметров цикла, совершенствование систем охлаждения, применением новых материалов, достигаемый КПД 35 - 42 %;
- регенеративный цикл ГТУ для агрегатов мощностью менее 10 МВт, КПД 36 ... 40 % (2007 г.)
- сложный цикл (с промежуточным охлаждением и регенерацией), КПД 41 – 45 %;

Перспективная установка, предложенная автором, мощностью 32 МВт с использованием сложного цикла включает в себя следующие основные узлы: комплексное воздухоочистительное устройство, компрессор низкого давления, воздухоохладитель, компрессор высокого давления, низкоэмиссионная камера сгорания, теплообменник-рекуператор, турбина высокого давления, силовая турбина привода нагнетателя, выхлопное устройство.

Данная установка имеет следующие термодинамические параметры:

- температура газа - $T_z^* = 1423\text{K}$;
- суммарная степень повышения давления в компрессорах - $\pi_k^* = 12$;
- степень регенерации в рекуператоре - $\sigma = 0,84$;
- температура на выходе из газоохладителя - $T_x^* = 305\text{K}$;
- расход воздуха на входе в первый компрессор - $G_g = 83,8 \text{ кг/с}$.

Конструкция данной установки, аналогично ГПА-32 «Ладога», предполагает блочно-контейнерную компоновку газотурбинного агрегата и всех вспомогательных систем, а также рекуператора и газоохладителя в одном или нескольких контейнерах, позволяющих осуществлять быстрый монтаж и выход установки на режим.

В сравнении с ГПА-32 «Ладога», новая установка, имеющая сложный цикл позволит иметь КПД 42,6 %, при массогабаритных показателях установки, близких к показателям ГПА-32. При этом секундный расход топлива на номинальном режиме такой установки будет на 10-15% меньше, чем у ГПА-32 в подобных условиях.

Усложнение цикла приводит к появлению дополнительных затрат на производство и обслуживание теплообменных аппаратов установки, но такое усовершенствование установки позволит поднять экономичность установки, уменьшить массогабаритные параметры лопаточных машин за счет уменьшения ступеней, и, следовательно, уменьшить ее удельную стоимость.

Технической базой перевооружения должно стать новое поколение создаваемых газотурбинных ГПА, в конструкции которых заложена возможность для дальнейшего развития показателей (экономичность, экологические характеристики, надёжность, стоимость производства и установки). Дальнейшее развитие проекта по повышению

эффективности ГПА включает в себя ряд конкретных конструктивных мероприятий, обеспечивающих повышение КПД каждого из существующих типов ГТУ до 46 %.

Список литературы

1. Крюков О.В. Энергосбережение и автоматизация электрооборудования компрессорных станций // Вектор ТиС, 2010. 560 с.
2. Васильев Б.Ю. Исследование эффективности современных электроприводных газоперекачивающих агрегатов // Нефтегазовое дело. 2012, № 4. С. 104 -111.
3. Щуровский В.А., Синицын Ю.Н., Черемин А.В., Ушаков Д.С. Газотранспортное оборудование: состояние и перспективы // Газотранспортные системы и технологии сегодня и завтра. М.: ООО «ВНИИГАЗ», 2008. С. 42–52.

УДК 62-683

СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕПЛООБМЕНА В ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЕ

Е.М. Леонов, специалист

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

egormkomarov@mail.ru

Научный руководитель: С.А. Бурцев, к.т.н., доцент

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

Пористые структуры в последние годы вызывают все больший интерес. Перспективы их применение в теплообменных аппаратах и фильтрационных элементах весьма высоки. Однако сложность расчета их гидравлических и тепловых параметров являются препятствие для их повсеместного использования. Основными проблемами при расчете теплообмена и гидравлического сопротивления разнородных пористых структур является произвольный выбор характерного размера пористой среды: средний размер пор, эквивалентный гидравлический радиус, средний размер частиц, квадратный корень из коэффициента проницаемости. Неточность выбора этих параметров приводит к серьезным погрешностям в расчете, проведенного по классическому варианту.

Перенос теплоты в пористых средах при вынужденном течении в них жидкостей осуществляется несколькими способами. Коэффициент теплоотдачи изменяется в зависимости от свойств материала и теплоносителя, интенсивности и характера процесса. При этом он обязательно сопровождается разностью температур между твердой и жидкой фазами, независимо от того, какую величину они имеют.

Отдельные составляющие теплопередачи теплоты рассмотрим на примере одномерного стационарного процесса, который описывается системой осредненных уравнений [1].

$$\begin{cases} \lambda \frac{d^2 T}{dx^2} = h_v(T - t) \\ Gc_p \frac{dt}{dx} = h_v(T - t) \end{cases} \quad (1)$$

Эта система является общепринятой и учитывает:

$\lambda \frac{d^2 T}{dx^2}$ – перенос теплоты через пористый каркас;

$h_v(T - t)$ – объёмный внутрипоровый теплообмен между твердой структурой и потоком;

$Gc_p \frac{dt}{dx}$ – конвективный перенос теплоты;

Систему (1) удобно записать в виде:

$$\frac{d^3 T}{dx^3} - B \frac{dT}{dx} + A \frac{d^2 T}{dx^2} = 0, \quad (2)$$

где $B = \frac{h_v L^2}{\lambda}$, $A = \frac{h_v L}{G c_p}$.

Искать решения этого дифференциального уравнения будем в виде

$$T = C_1 e^{D_1 x} + C_2 e^{D_2 x} + C_3, \quad (3)$$

где $D_{1,2} = -\frac{A}{2} \pm \frac{\sqrt{A^2 + 4B}}{2}$.

Исходя из системы (1), уравнений (2), (3), имеем что

$$t = C_1 \left(1 - \frac{D_1^2}{B}\right) e^{D_1 x} + C_2 \left(1 - \frac{D_2^2}{B}\right) e^{D_2 x} + C_3 \quad (4)$$

Уравнения (3), (4) образуют систему, для решения которой необходимо задать граничные условия.

Начнем рассматривать пористое тело со стороны внутренней холодной стенки. Первое граничное условие тогда будет иметь вид:

$$X=0 \quad \frac{\lambda dT}{dx} = G c_p (t' - t_0) \quad (5)$$

Внешняя поверхность стенки подвергается воздействию потоку высокотемпературного газа с температурой t_r , тогда второе граничное условие:

$$X=1 \quad \frac{\lambda dT}{dx} = \alpha'' (t_r - T'') \quad (6)$$

Температура охлаждающей жидкости перед непосредственным соприкосновением с пористой матрицей будет отличаться от своей начальной температуры. Изменение температуры происходит за счет подогрева жидкости горячей матрицей. Следовательно, третье граничное условие будет меть вид:

$$X=0 \quad \frac{\lambda dT}{dx} = \alpha' (T - t_0) \quad (7)$$

Таким образом мы получаем систему граничных условий:

$$\begin{cases} X = 1 \quad \frac{\lambda dT}{dx} = \alpha'' (t_r - T'') \\ X = 0 \quad \frac{\lambda dT}{dx} = \alpha' (T - t_0) \\ X = 0 \quad \alpha' (T - t_0) = G c_p (t' - t_0) \end{cases} \quad (8)$$

Систему (8), с учетом уточнений и уравнений (3), (4) можно представить в виде уравнений:

$$\begin{cases} \lambda(C_1 D_1 + C_2 D_2)(1 - \Pi) = \alpha' L(C_1 + C_2 + C_3 - t_0) \\ \lambda(C_1 D_1 e^{D_1} + C_2 D_2 e^{D_2})(1 - \Pi) = \alpha'' L(t_r - (C_1 e^{D_1} + C_2 e^{D_2} + C_3)) \\ G c_p \left(C_1 \left(1 - \frac{D_1^2}{B}\right) + C_2 \left(1 - \frac{D_2^2}{B}\right) + C_3 - t_0\right) = \alpha' A(1 - \Pi)(C_1 + C_2 + C_3) - \alpha' \times A \times \Pi \times t_0 \end{cases} \quad (9)$$

В данной работе создаётся математическая модель на основе экспериментальных данных транспирационного охлаждения пористой матрицы. Подробное описание эксперимента можно найти в [2].

В системе уравнений (9) присутствуют 3 неизвестных коэффициента: α' , α'' и h_v . Определить их предполагается с помощью специальных экспериментальных данных, проведённых для данного пористого материала, которые представлены в работе [3]. В результате анализа и интерполяции собранных данных удалось получить точные значения неизвестных коэффициентов, удовлетворяющих результатам, полученным в эксперименте [2].

Список литературы

1. Научные основы технологий XXI века / под редакцией Леонтьева А.И., Пилюгина Н.Н., Полежаева Ю.В., Поляева В.М., УНПЦ М.: Энергомаш. 2000. 135 с.

2. T. Langener, J. von Wolfersdorf, M. Selzer, H. Hald Experimental investigations of transpiration cooling applied to C/C material // International Journal of Thermal Sciences. 2011. С. 70-81.
3. М.Э. Аэров, О.М. Тодес, Д.А. Наринский Аппараты со стационарным зернистым слое. Гидравлические и тепловые основы работы // Л.: Химия. Ленинградское отделение 1979г. 171с.

УДК 621.452.322

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВИГАТЕЛЯ В СОСТАВЕ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ САМОЛЕТА БОЛЬШИХ СКОРОСТЕЙ ПОЛЁТА

П.В. Нягин, студент

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

NyaginPavel@gmail.com

Научный руководитель: Ю.А. Эзрохи, к.т.н., доцент

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

Требования, предъявляемые к силовым установкам (СУ) летательных аппаратов (ЛА), формируются в зависимости от задач, решаемых этими самолетами, и в общем случае включают более десятка противоречивых показателей из различных дисциплин, таких как разгонные, маневренные, технико-экономические, экологические и многие другие характеристики.

Проблема формирования оптимального облика и проектных параметров двигателя неразрывно связана с разработкой и применением математических моделей (ММ) различного уровня сложности, описывающих рабочий процесс в элементах СУ (воздухозаборнике, двигателе, выходном устройстве) и их массово-габаритные характеристики, вопросы компоновки СУ в составе ЛА, а также летно-технические характеристики (ЛТХ) авиационного комплекса (АК) с учетом возможных профилей полета во всем диапазоне его эксплуатационных режимов[1].

Конечной целью математического моделирования при проектировании самолета и его силовой установки является получение оптимальных значений проектных параметров и программ управления двигателем [2]. Сложность данной задачи заключается в большом количестве параметров, влияющих на целевые функции, а также наличием большого числа критериев оценки эффективности.

Решение многокритериальных задач на начальных этапах проектирования целесообразно осуществлять в соответствии с известным принципом Парето [3], согласно которому в пространстве аргументов должна быть выявлена область, в пределах которой нельзя добиться увеличения ни одного частного критерия без уменьшения других.

В итоге, концептуальные исследования эффективности применения двигателя в составе ЛА должны производиться в результате:

- непосредственного сопоставления рассчитанных показателей эффективности применения альтернативных вариантов двигателя на определенном ЛА;
- расчёта Парето-оптимального множества решений, удовлетворяющего системе ограничений на принятые критериальные показатели;

В составе СУ перспективного высокоскоростного самолета (ВС) могут быть эффективно использованы высокотемпературные турбореактивные двухконтурные двигатели с форсажной камерой и смешением потоков двух контуров (ТРДДФ), различные варианты двигателей изменяемого цикла (ДИЦ), а также комбинированные турбопрямоточные двигатели (ТПД), имеющие помимо контура ТРДДФ дополнительный прямоточный контур. Возможность выбора того или иного варианта схемно-технического

облика СУ определяется как назначением летательного аппарата, так и будущим прогрессом в материалах и технологиях.

В данной работе был рассмотрен ТРДДФ «традиционной» схемы с перспективным уровнем параметров эффективности узлов.

Для формирования рационального облика двигателя для перспективного ВС, решалась задача многофакторной многокритериальной оптимизации, где в качестве оптимизируемых параметров рассматривались:

– параметры «завязки» ЛА: тяговооружённость самолета, определенная по взлетной тяге, и удельная нагрузка на его крыло при фиксированном значении взлётной массы;

– основные параметры рабочего процесса двигателя на взлетном режиме: температура газа в критическом сечении соплового аппарата турбины высокого давления (СА ТВД), степень двухконтурности и суммарная степень повышения давления.

В работе, на примере СУ перспективного высокоскоростного ЛА, продемонстрирована процедура проведения оптимизационных исследований, направленных на формирование ее оптимального облика, проведен анализ влияния основных проектных параметров двигателя и самолета на протекание ЛТХ, а также представлены результаты решения многокритериальной многофакторной задачи оптимизации.

Список литературы

1. Югов О.К., Селиванов О.Д. Основы интеграции самолета и двигателя. М.: Машиностроение, 1989. 304. с.
2. Югов О.К., Селиванов О.Д., Дружинин Л.Н. Оптимальное управление силовой установкой самолета. М.: Машиностроение, 1978. 204 с.
3. Соболев И.М., Статников Р.Б. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями. М.: Наука, 1981.

УДК 536.71

РАСЧЕТ ПЛОТНОСТЕЙ БИНАРНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ГЕЛИЯ ПРИ БОЛЬШИХ ДАВЛЕНИЯХ

Е.А. Поляков, специалист

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

e3.gpolyakov@gmail.com

Научный руководитель: Д.С. Кочуров, ассистент

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

Принцип работы устройства газодинамической температурной стратификации (трубы Леонтьева) основан на нарушении аналогии Рейнольдса, которое проявляется в преобладании толщины теплового пограничного слоя δ_t над динамическим δ_d . Такое нарушение обнаруживается, например, при течении сжимаемого рабочего тела с числом Прандтля $Pr < 1$. Стоит отметить, что чем меньше значение Pr , тем больше разница между δ_t и δ_d , но, в то же время, уменьшается коэффициент восстановления температуры γ , который определяет эффективность устройства газодинамической температурной стратификации. Чем меньше значение γ , тем больше температурный перепад между тепловыми пограничными слоями сжимаемого и несжимаемого потоков, разделенных стенкой, что позволяет передавать с той же площади большее количество тепла [1].

В природе есть вещества, обладающие малыми Pr . На основе таких веществ образуются смеси, которые выступают в роли рабочего тела, обладающего уникальными свойствами. Такими рабочими телами являются бинарные смеси на основе He [2]. Но для работы с такими смесями необходимо обладать большим объемом знаний об их

параметрах в широком диапазоне давлений p и температур T в зависимости от состава x_2 (мольной доли тяжелого компонента). Одними из таких параметров являются массовая плотность ρ и теплоемкость в пределе нулевой плотности. При обладании информацией об указанных параметрах смесей, работа с ними являлась бы обычной технической задачей.

Большинство известных методик, предлагающие рассчитывать ρ смесей газов в зависимости от x_2 , построены вокруг законов смешения для параметров, входящих в состав выражений для ρ чистых газов, составляющих смесь. Такими являются вириальные коэффициенты в составе разложения коэффициента сжимаемости Z в ряд Тейлора в окрестности нулевой плотности [3]. В многопараметрических уравнениях состояния такими коэффициентами являются параметры-константы, полученные путем обработки большого количества экспериментальных данных.

Главным преимуществом методики вириального разложения Z в ряд в окрестности нулевой плотности - является её простота. Но в то же время она обладает существенным недостатком - при больших p и T , утрачивается информация о поведении Z . В связи с чем, область расчетов ρ , в которых точность результатов оптимальна Поляков, ограничена. Методика с использованием многопараметрических уравнений состояния напротив, является трудоемкой в решении относительно ρ в широких диапазонах p и T . Но, в результате дает высокую точность, даже в области фазовых переходов.

Данная работа посвящена созданию универсальной методики расчета ρ бинарных смесей газов на основе Нв, в том числе при больших p . Предложенная методика основана на разложении Z для чистых газов в ряд по p около характерного давления p_0 (отличного от нуля) со вторым B и третьим C вириальными коэффициентами, зависящими от p и T . Для доопределения системы уравнений используется постоянное отношение между B и C , при всех значениях p равное их отношению при p_0 . Для получения B и C бинарных смесей, зависящих от x_2 , использованы хорошо известные правила смешения (правило смешения для B подвергнуто модификации). Z для чистых газов в широком интервале p и T вычисляется при помощи многопараметрических уравнений состояния по форме, в которой применяются регрессионные полиномы для энергии Гельмгольца.

Выполнена верификация предложенной методики расчета ρ бинарных смесей на основе Нв по экспериментальным данным для смесей He-Ar и He-N₂ при T выше критических по тяжелому компоненту, давлениях до 70 МПа и полном диапазоне составов. Для сравнения представлены результаты расчетов ρ в тех же интервалах p и T по широко распространенной методике разложения Z в ряд по плотности около нуля при B и C , не зависящих от давления/плотности. Показано, что предложенная методика обеспечивает значительно меньшие отклонения расчетных значений ρ от экспериментальных в рассматриваемом диапазоне p и T .

Список литературы

1. Теория тепломассообмена: Учебник для вузов / С.И. Исаев, И.А. Кожин, В.И. Кофанов [и др.]; под ред. А.И. Леонтьева. М.: Высш. школа, 1979. 495 с.
2. Бурцев, С.А., Кочуров, Д.С., Щеголев, Н.Л. Исследование влияния доли гелия на значение критерия Прандтля газовых смесей // Наука и образование. 2014. №5. С. 314-329.
3. Tourier P., El-Genk S. Properties of noble gases and binary mixtures for closed Brayton Cycle applications // Energy Conversion and Management. 2008. P. 469-492.

УДК 533.6.011.6

ТЕПЛООБМЕН ПРИ ОБТЕКАНИИ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЛАСТИНЫ ПРИ НАЛИЧИИ ДИССИПАЦИИ

Хрулёв Д.Г., специалист

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

dlff@yandex.ru

Научный руководитель: С.А. Бурцев, к.т.н., доцент

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

В данной работе было рассмотрено двумерное плоское течение несжимаемой жидкости с постоянными свойствами при отсутствии массовых сил и внутренних источников теплоты. Для данного случая справедлива система уравнений Навье-Стокса [1] и уравнение энергии [2] в следующем виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial V_x}{\partial t} + V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_x}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial^2 V_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V_x}{\partial y^2} \right); \\ \frac{\partial V_y}{\partial t} + V_x \frac{\partial V_y}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_y}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \left(\frac{\partial^2 V_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V_y}{\partial y^2} \right); \\ \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} = 0; \\ \frac{\partial T}{\partial t} + V_x \frac{\partial T}{\partial x} + V_y \frac{\partial T}{\partial y} = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) + \frac{\mu}{\rho c_p} \left[2 \left(\frac{\partial V_x}{\partial x} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial V_y}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial V_x}{\partial y} + \frac{\partial V_y}{\partial x} \right)^2 \right]. \end{array} \right. \quad (1)$$

Было произведено упрощение данной системы для случая пограничного слоя при стационарном обтекании изотермической пластины параллельным ей потоком при наличии диссипации, которое может быть представлено системой уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_x}{\partial y} = \nu \frac{\partial^2 V_x}{\partial y^2}; \\ \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} = 0; \\ V_x \frac{\partial T}{\partial x} + V_y \frac{\partial T}{\partial y} = a \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\mu}{\rho c_p} \left(\frac{\partial V_x}{\partial y} \right)^2; \\ V_\infty = const. \end{array} \right. \quad (2)$$

Был рассмотрен случай ламинарного пограничного слоя, причем учтено влияние числа Прандтля. Была решена задача Блазиуса и найдены распределения скоростей в ламинарном пограничном слое, после чего для различных чисел Прандтля были получены распределения температуры. Полученные численные значения близки к результатам аналогичных исследований [2],[3].

Далее был рассмотрен турбулентный пограничный слой. Принято допущение о начале турбулентного пограничного слоя с кромки пластины. Была принята модель двухслойного турбулентного пограничного слоя с ламинарным подслоем. Было принято допущение о распределении продольной составляющей скорости по «закону 1/7» в подслое с развитой турбулентностью вида:

$$V_x = V_\infty \left(\frac{y}{\delta} \right)^{\frac{1}{7}}. \quad (3)$$

В ламинарном подслое было принято допущение о линейном распределении продольной составляющей скорости. Были получены распределения скоростей в турбулентном пограничном слое. Для системы уравнений (2) были составлены граничные условия вида:

$$\begin{cases} V_x(x, 0) = 0; \\ V_y(x, 0) = 0; \\ V_x(x, \delta) = V_\infty; \\ V_y(x, \delta) = 0; \\ T^*(x, y) = \text{const.} \end{cases} \quad (4)$$

Система уравнений (2) при допущении (3) и граничных условиях (4) может быть решена численными методами относительно составляющих скоростей и температуры. При различных числах Прандтля на стенке изолированной пластины будет наблюдаться несоответствие статической температуры и температуры торможения потока в его ядре [2], что может быть использовано для решения ряда прикладных задач в области расчета теплового состояния обшивки высокоскоростных летательных аппаратов.

Список литературы

1. Прандтль Л. Гидроаэромеханика. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. 576 с.
2. Теория тепломассообмена: Учебник для технических университетов и вузов / С.И. Исаев, И.А. Кожинов, В.И. Кофанов и др.; под ред. А.И. Леонтьева. 2-е изд., испр. И доп. М: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1997. 683 с.
3. Петухов Б.С. Теплообмен в движущейся однофазной среде. Ламинарный пограничный слой: Монография. М: Изд-во МЭИ, 1993. 352 с.

СЕКЦИЯ «ТЕПЛОФИЗИКА»

УДК 538.975

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАКРО- И НАНО- СТРУКТУРИРОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ ПО СПЕКТРУ ПРОПУСКАНИЯ В ИК ДИАПАЗОНЕ

Веснин В.Р., бакалавр

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

vesnin.volodya@gmail.com

Научный руководитель: А.С. Скрыбин, к.т.н., доцент

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

В настоящее время тонкие пленки оксида титана и их производные широко используются для создания ИК абсорберов в фотовольтаике, просветляющих покрытий в оптике и различных датчиков (например, болометр) [1]. В связи с этим весьма актуальной задачей является получение опытных данных об оптических свойствах тонких пленок на основе титана на стеклянной подложке в ближнем и среднем ИК диапазонах $\lambda = 1,8...7$ мкм.

Для получения покрытий на стеклянной подложке применялись методы распыления с использованием ионного источника и магнетрона в вакууме при остаточном давлении $10^{-2}...10^{-5}$ торр. Процесс напыления атомов титана на стеклянную подложку производился в смеси аргона и кислорода при давлении $p \approx 3$ мПа. Предварительно производилась очистка подложки аргоновым пучком (с плотностью тока $j = 0.5$ мА/см² и энергией $E = 1$ кэВ) для удаления остаточных загрязнений, которые могут ухудшить адгезию покрытия. В результате получены тонкопленочные покрытия из оксида титана с характерной толщиной 500 и 600 нм.

Исследование спектра пропускания T образцов производилось с помощью ИК Фурье-спектрометра ФСН 2201. Измерения осуществлялись с разрешением $0,5$ см⁻¹ в спектральном диапазоне $1500 - 5500$ см⁻¹. Были получены коэффициенты пропускания для 3 образцов: 1) стеклянная подложка SiO₂ (толщиной ≈ 3 мм) без покрытия; 2) тонкая пленка Ti_xO_y (толщиной ≈ 500 нм) на стеклянной подложке; 3) тонкая пленка TiO (толщиной ≈ 600 нм) на подложке. Коэффициент пропускания $\bar{T}_s$ для стеклянной подложки в диапазоне $\lambda = 1,8...2,8$ равен 0,8, при $\lambda = 3...7$ мкм $\bar{T}_s = 0,1$. Нанесение пленки Ti_xO_y на подложку понизило пропускание излучения в ≈ 3 раза, а TiO – в ≈ 8 раз.

Данные ИК Фурье-спектроскопии для подложки из SiO₂ позволяют получить информацию о коэффициенте экстинкции k_s , применив закон Бугера-Ламберта-Бера. Показатель преломления n_s был определен по соотношению Крамерса-Кронига. Коэффициент отражения R_s был рассчитан по формуле Френеля, а коэффициент поглощения стекла $A_s = 1 - R_s - T_s$. Для определения коэффициента отражения R тонкопленочных покрытий на стекле были приняты определенные допущения, а именно то, что тонкие пленки (без подложки) не поглощают ($A = 0$). Поэтому для систем тонкая пленка-подложка A равен поглощательной способности стеклянной подложки.

С использованием математической оптимизации были найдены оптимальные параметры осцилляторов с частотой ω_k , силой f_k и временем релаксации $1/\Gamma_k$ дисперсионной модели Лоренца-Друде [2]. Разработан метод определения оптических констант по дисперсионной модели. Для верификации модели было проведено сравнение с известными данными [3].

Список литературы

1. Shimazaki K., Ohnishi A., Nagasaka Y. Computational design of solar reflection and far-infrared transmission films for a variable emittance device //Appl. Optics. 2003. Vol. 42. No. 7. P. 1360-1366.

2. Rakić A. D. et al. Optical properties of metallic films for vertical-cavity optoelectronic devices // Appl. optics. 1998. Vol. 37. No. 22. P. 5271-5283.
3. Ordal M. A. et al. Optical properties of fourteen metals in the infrared and far infrared: Al, Co, Cu, Au, Fe, Pb, Mo, Ni, Pd, Pt, Ag, Ti, V, W // App. Optics. 1985. Vol. 24. No. 24. P. 4493-4499.

УДК 537.52

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВЫХ ИМПЛАНТАТОВ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОРОШКА ГИДРОКСИАПАТИТА (ГА)

А.А. Крикоров, бакалавр

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

dtapp@mail.ru

Научный руководитель: А.С. Скрыбин, к.т.н., доцент

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

В настоящее время одной из самых больших проблем современной медицины является создание имплантатов с высокой приживаемостью. Биосовместимость можно повысить путем нанесения на поверхность импланта (титан) биоактивного вещества, такого как гидроксиапатит (ГА). Данный минерал является минеральной составляющей костей и зубов и способен стимулировать процесс остеогенеза при замене им утерянной части кости.

Важным фактором, определяющим способность имплантата стимулировать остеогенез, является развитость (шероховатость, пористость) поверхности подложки. Так, для титана (Ti) необходимо принудительное нанесение биоинертной пленки оксида титана (TiO₂). Данная пленка улучшает коррозионную стойкость из-за ее пассивности, препятствует выходу ионов с поверхности материала, поэтому ткани вокруг имплантата не изменяются, а также повышает адгезию между покрытием и имплантатом [1,2]. Еще одним важным фактором, характеризующим поверхность, является пористость подложки. Пористая структура также повышает адгезию между покрытием и имплантатом и, в перспективе, позволит закладывать в поры лекарства для их дальнейшего попадания в организм человека.

Одним из перспективных способов получения оксидных пленок на поверхности титана (Ti) и создания пористой структуры на поверхности является метод микродугового оксидирования (МДО). Данный метод также позволяет получать развитые поверхности за счет возникновения микродуг [3].

В качестве материала для подложек использовался титановый сплав ВТ6, который предварительно шлифовался для удаления загрязнений. Микродуговое оксидирование для каждого из образцов производилось в растворе электролита (TiO₂, Na₃PO₄*12H₂O и NaAlO₃ (сухой)) при напряжении $U_d = 380$ В в течение $\tau = 5$ мин. Каждые 2 минуты производился барботаж для перемешивания раствора.

Далее образцы помещались в установку ULRTASONIC CLEANER, в которой происходила ультразвуковая обработка поверхности подложек. Данная обработка проводилась для развития геометрии поверхности (сделать ее более пористой). Данная обработка выполнялась в течение 15 минут. Затем образцы промывались под проточной водой и высушивались. Рентгеноструктурный анализ, проведенный на дифрактометре ДРОН-3М (излучение CuK_α), подтвердил образование в поверхностном слое поликристаллических фаз оксида титана (анатаз, рутил).

Список литературы

1. Куляшова К.С., Шаркеев Ю.П. Получение синтетического гидроксиапатита для формирования биопокровов на имплантатах медицинского назначения // Химия в интересах устойчивого развития. 2011. Т. 19. С. 447-453.
2. Шевцов М.А., Галибин О.В., Юдинцева Н.М., Блинова М.И., Пинаев Г.П., Щербина К.К., Шведовченко И.В., Питкин М.Р. Остеоинтеграция в реконструктивной хирургии: современное состояние и перспективы развития направления (обзор литературы) // Травматология и ортопедия России. 2012. Т. 4. №. 66. С. 128-130.
3. Суминов И., Белкин П., Эпельфельд А., Людин В., Крит Б., Борисов А. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов в 2-х томах / Под общей редакцией Суминова И. // Том II. Москва: Техносфера, 2011. 516 с.

УДК 621.039

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ГЕНЕРАЦИИ НЕЙТРОНОВ В ДЕЙТЕРИЕВОЙ ПЛАЗМЕ

Федюнин Д.Е., бакалавр

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

Fedyunin24@mail.ru

Научный руководитель: А.Ю. Чирков, д.ф.-м.н.

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

Перспектива использования термоядерной энергии, производимой в высокотемпературной плазме, сегодня рассматривается практически только на основе реакции дейтерия и трития (D–T) в установках магнитного удержания типа токамак. Для реализации реактора необходимо, чтобы коэффициент усиления мощности в плазме достигал значения $Q = 5-10$. Проблемой создания реактора является отсутствие конструкционных материалов с необходимой радиационной стойкостью в условиях нейтронных потоков уровня 1 МВт/м^2 . Другое направление термоядерной энергии – источник термоядерных нейтронов. Это менее мощное и относительно компактное устройство с пониженным уровнем нейтронных потоков и усилением $Q = 0.1-1$ в зависимости от назначения. Источник термоядерных нейтронов может применяться как драйвер гибридного термоядерно-ядерного реактора, для утилизации радиоактивных отходов, для испытания материалов и др. Использование D–T-реакции предполагает наработку трития, что также связано с существенными технологическими сложностями. Существенное достоинство гибридной системы с D–D-циклом состоит в том, что отпадает необходимость наработки трития вblankете. Тритий нарабатывается только в D–D-реакции в плазме. Отсутствие необходимости наработки трития вblankете существенно упрощает ряд проблем, связанных с технологиями тритиевого цикла гибридного реактора.

Проблема D–D-реакции – низкая скорость, что не позволяет достичь приемлемой эффективности в реакторе на основе токамака. В принципе, возможно увеличение скорости реакции за счет мощной инжекции в плазму пучка нейтральных атомов [1]. При энергиях инжекции 1–2 МэВ усиление в дейтериевой плазме может составить $Q = 0.2-0.5$ [2]. Доля энергии в быстрых нейтронах при этом более 50%. Расчеты показывают принципиальную возможность реализовать существенный выход нейтронов из дейтериевой плазмы с низким содержанием трития.

Условия достаточно высокой эффективности термоядерной системы с D–D-реакцией требуют удержания плазмы с высокими β (β – отношение давления плазмы к магнитному давлению). Это в принципе может быть выполнено в открытой ловушке, а также обращенной магнитной конфигурации и ряде других систем. С технической точки зрения, открытая ловушка наиболее привлекательна из-за простоты конструкции. С точки

зрения реализуемости требуемых термоядерных режимов, надежное физическое обоснование концепции на основе открытой ловушки вряд ли возможно, так как параметры сегодняшних экспериментальных установок сравнительно далеки от тех, что необходимо достичь для D–D-синтеза с $Q \sim 1$. В открытой ловушке существует определенная проблема получения высоких температур при переходе удержания плазмы в ней в кинетический режим (бесстолкновительный). В сегодняшних экспериментах рекордные температуры достигают значений, характерных для кинетического режима. Несмотря на то, что классический закон удержания энергии в бесстолкновительном кинетическом режиме не отвечает условиям тепловой устойчивости, продвижение к еще более высоким температурам возможно. Тем не менее, рассмотрение простой геометрии открытой ловушки полезно для оценок параметров плазмы, размеров, мощности, уровня нейтронных потоков и ряда других величин.

Реализация реактора-токамака D–D-топливе приводит к весьма высоким требованиям для параметров такой системы. Коэффициент усиления мощности в плазме сравнительно низок ($Q \sim 0.3$), а параметр β должен быть сравнительно высоким, что может быть выполнено при аспектном отношении $A = 2$. Проблема низких Q может быть частично решена за счет использования части трития, нарабатываемого в D–D-реакторе, в качестве топлива для D–T-реактора сравнимой мощности, но большей эффективности и меньших размеров [3].

Список литературы

1. Chirkov A.Yu. Optimal parameters of fusion neutron sources with a powerful injection heating // Journal of Fusion Energy. 2015. V. 34. P. 528–531.
2. Веснин В.Р., Чирков А.Ю. Оценка параметров источника термоядерных нейтронов на основе дейтериевой плазмы // ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез. 2018. Т. 41. С. 34–40.
3. Чирков А.Ю., Федюнин Д.Е. Возможные параметры нейтронного источника на основе токамака с наработкой трития в дейтериевой плазме // Инженерная физика. 2018. № 12. С. 12–18.

СЕКЦИЯ «ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ И УСТАНОВКИ»

УДК 621.039.536

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ ПС СУЗ ВВЭР-1000

А.В. Драгунова, специалист

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

a-dragunova@bk.ru

Научный руководитель: А.А. Сатин, к.т.н., заместитель декана

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

Для обеспечения быстрого прекращения ядерной реакции в реакторе ВВЭР-1000, автоматического регулирования в целях поддержания мощности на заданном уровне, перевода с одного уровня мощности на другой, выравнивания поля энерговыделения, компенсации быстрых изменений реактивности путем частичного или полного введения в зону применяются поглощающие стержни – ПС СУЗv[1-3].

ПС СУЗ состоит из 18 поглощающих элементов, которые крепятся на пружинных подвесках в специальных гнездах захватной головки для штанги привода.

В ходе выполнения работы для первого расчета была создана упрощенная модель траверсы ПС СУЗ, проведено ее разбиение на конечно-элементную сетку. Траверса была закреплена по верхнему торцу. К модели прикладывается давление от силы тяжести ПС СУЗ. С учетом ее массы 18,5 кг, она составляет 181,5 Н, тогда давление на нижнюю часть траверсы 133кПа. Максимальное перемещение составило $6 \cdot 10^{-5}$ мм, максимальное приведенное напряжение 0,5 МПа.

Во втором расчете был смоделирован удар ПС СУЗ о головку ТВС при срабатывании аварийной защиты и падении стержней под собственным весом. Помимо траверсы, были смоделированы оболочки пэлов. Модель была закреплена по верхнему торцу звездочки. К каждой оболочке была приложена сила тяжести, равная 7,36 Н. К нижнему торцу цилиндра звездочки была приложена сила от перегрузки, равная 6715 Н. Максимальное перемещение составило 0,015 мм, максимальное приведенное напряжение 60 МПа.

Расчет проведен в программном комплексе ANSYS Mechanical APDL. Конечно-элементная модель в первом случае содержала 26250 элементов типа SOLID185 и 45360 узлов, во втором – 44250 и 82080 соответственно.

В результате была получена методика расчета прочности кластерного пучка ПС СУЗ реактора ВВЭР-1000. Максимальные приведенные напряжения при нормальной эксплуатации, а так же при срабатывании аварийной защиты не превышают допускаемые.

Список литературы

1. Шмелев В. Д., Драгунов Ю. Г., Денисов В. П., Васильченко И. Н. Активные зоны ВВЭР для атомных электростанций. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. 220 с.: ил.
2. Кушманов С.А., Махин В.М., Чуркин А.Н. и др Перспективный поглощающий стержень системы управления и защиты ВВЭР: конструкция, методики и результаты обоснования. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Обеспечение безопасности АЭС. 2011. № 30. С. 15-27.
3. Васильченко И.Н., Кушманов С.А., Махин В.М. Задачи исследований ПЭЛов для ВВЭР-1200. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Обеспечение безопасности АЭС. 2009. № 25. С. 44-49.

УДК 062

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ СУДОВОЙ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ

А.М. Зотов, специалист

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

artemzotov97@gmail.com

Научный руководитель: О.С. озлов, к.т.н., доцент

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

Математическое моделирование, в особенности динамических процессов, является важной частью проектирования и обоснования безопасности ядерных энергетических установок. Создание моделей реакторных установок, совместно учитывающих различные процессы (теплогидравлические, нейтронно-физические, управляющие) и их взаимное влияние в динамике, важно и полезно как при разработке новых РУ, так и при сопровождении эксплуатации существующих.

Для разработки математической модели водо-водяной моноблочной реакторной установки использовался программный комплекс SimInTech [1]. ПК SimInTech является средой для структурного моделирования и естественным развитием разработанного на кафедре Э7 ПК МВТУ; SimInTech используется для создания математических моделей, алгоритмов управления, интерфейсов управления и автоматической генерации кода для программируемых контроллеров и графических дисплеев. С помощью SimInTech можно проводить детальный анализ нестационарных процессов в различных объектах управления, в том числе и в ядерных энергоустановках.

При разработке модели реакторной установки были выбраны довольно простые математические модели – модель однорупповой точечной кинетики [2] для описания нейтронной физики, одномерные модели для описания теплогидравлических процессов. Точность описания реальных процессов этими моделями достаточна для моделирования динамических процессов, для которых важно проводить вычисления достаточно быстро.

Разработанная модель состоит из двух частей – модели физических процессов в реакторной установке и модели логики системы управления. Возможности ПК SimInTech позволяют автоматически сгенерировать программный код для контроллера на основе созданной модели логики автоматического управления. Таким образом, спроектированные в среде SimInTech алгоритмы управления можно напрямую переносить в реальные объекты.

Проведено моделирование переходных процессов в двух режимах эксплуатации – маневре мощностью и отказе одного ГЦН. В первом режиме объект исследования продемонстрировал высокое качество переходного процесса, а во втором качество переходного процесса было признано недостаточным. Предложены возможности оптимизации параметров системы управления, которые заметно улучшают качество переходного процесса во втором режиме. В том числе рассмотрена возможность использования средств ПК SimInTech для автоматической оптимизации параметров системы по заданным критериям.

В дальнейшем предполагается провести эксперимент, при котором программа, сгенерированная по модели логики управления будет загружена на контроллер и будет проведено моделирование с обменом данными между контроллером и персональным компьютером, на котором будет рассчитываться модель физических процессов, выполняющая роль цифрового двойника реального объекта управления.

Список литературы

1. Карташов Б.А., Шабаетв Е.А., Козлов О.С., Щекатуров А.М. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech. М.: Изд-во «ДМК-Пресс», 2017. 424 с.

2. Ганев И.Х. Физика и расчет реактора. М., Энергоатомиздат, 1992. С. 196-200

УДК 621.039.5

ОПТИМИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО СОСТАВА АКТИВНОЙ ЗОНЫ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ АСММ

О.С. Смирнов, специалист

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

airdock@ya.ru

Научный руководитель: Д.Г. Куликов, ассистент

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

В работе описывается процесс разработки активной зоны для интегрального водоохлаждаемого реактора малой мощности с использованием ПК MCU для моделирования и расчета. Суть проектов атомной станции малой мощности (АСММ) заключается в разработке и постройке компактных, безопасных и эффективных маломощных (до 300 МВт) ЯЭУ на базе реакторной установки (РУ) с реакторами нового поколения. АСММ могут стать значительным фактором развития отдаленных регионов. В России основными задачами АСММ являются обеспечение энергией прибрежных районов Дальнего Востока и Крайнего Севера, обеспечение энергией нефтегазовой промышленности на морских шельфах. [1]

В работе рассматривается процесс разработки активной зоны для компактного интегрального реактора с водой под давлением тепловой мощностью 15 МВт. Были выполнены следующие этапы:

1. Ознакомление с методикой расчета в ПК MCU, приобретение навыков моделирования активной зоны и работы с программным кодом;
2. Выбор геометрических параметров активной зоны, прототипного решения конструкции ТВС;
3. Создание и расчет базовой расчетной модели в ПК MCU для оценки работоспособности выбранного решения и отладки исходных данных;
4. Анализ влияния материального состава активной зоны на нейтронно-физические характеристики;
5. Модификация модели активной зоны с целью обеспечения заданной продолжительности кампании, уменьшению избыточной реактивности;
6. Разработка органов управления реактивностью в соответствии с требованиями по безопасности [2];

Активная зона — кассетная, состоящая из 37 чехловых ТВС, прототипом для которых послужили ТВС активной зоны РУ КЛТ-40С. Основными отличиями ТВС новой активной зоны являются: уменьшенная до 70 см высота топливного столба, использование никелевого сплава 42ХН для оболочек твэлов, увеличенный диаметр твэлов, отражатель из металлического бериллия и новая конструкция поглощающих стержней;

Для моделирования и расчета использовался ПК MCU-5. Программа, собранная из модулей пакета MCU-5, предназначена для моделирования процессов переноса нейтронов, фотонов, электронов и позитронов аналоговыми и весовыми (неаналоговыми) методами Монте-Карло на основе оцененных ядерных данных в ядерных реакторах с учетом изменения изотопного состава материалов реактора в процессе кампании. Она имеет модульную структуру и состоит из большого числа модулей, основными являются:

Геометрический модуль универсального типа NCG, который позволяет моделировать трехмерные системы с произвольной геометрией, используя комбинаторный подход. Физический модуль программы, позволяющий проводить

моделирование столкновений частиц с веществом на базе перечисленных систем констант, при этом допускается использование различных моделей взаимодействия. [3]

Список литературы

1. Ачкасов А.Н., Гречко Г.И., Гладков О.Г., Павлов В.Л., Пепа В.Н., Шишкин В.А. Реакторные установки интегрального исполнения для плавучей АЭС малой мощности, предназначенной для энергоснабжения труднодоступных и отдаленных районов: препринт НИКИЭТ ЕТ-95/03. М.: НИКИЭТ, 1995.
2. Общие положения обеспечения безопасности ядерных энергетических установок судов. НП-022-2000. М.: Госатомнадзор России, 2000.
3. Шкаровский Д.А. Описание применения и инструкция для пользователей программ, собранных из модулей пакета MCU-5. Москва: МИФИ, 2012. 11 с.

УДК 621.039.536

СРАВНЕНИЕ КАРКАСОВ ТВСА И ТВС-2М

В.Э. Меринова, специалист

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

torisee@mail.ru

Научный руководитель: А.А. Сатин, к.т.н., заместитель декана
МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Энергомашиностроение»

Искривление каркасов тепловыделяюще сборки (ТВС) реакторов большой мощности типа ВВЭР является проблемой важной для обеспечения безопасности атомных энергетических станций. Чрезмерное искривление может привести не только к изменению локального водо-уранового соотношения, но к застреванию в направляющих каналах поглощающих стержней аварийной защиты. Для решения данной проблемы были разработаны два альтернативных пути. Первый, связан с приваркой направляющих каналов к дистанционирующим решеткам – ТВС-2М. Второй путь – установка дополнительных силовых элементов – уголков, привел к созданию ТВСА [1-2].

В результате каркасы ТВС-2М и ТВСА по разному воспринимают силовые нагрузки. В ТВС-2 и продольные, и поперечные нагрузки воспринимает силовой каркас из сваренных направляющих каналов и дистанционирующих решеток. В ТВСА направляющие каналы воспринимают только продольные нагрузки, тогда как на уголки приходятся поперечные усилия от соседних ТВС.

В работе и использованием программы ANSYS Mechanical APDL проведено сравнение жесткости каркасов от поперечных и продольных нагрузок.

По результатам работы, получены зависимости прогиба ТВС-2М и ТВСА от приложенных усилий, которые показали, что каркас ТВСА сильно восприимчив к продольным нагрузкам, которые даже при минимальном начальном искривлении направляющих каналов (допускает до 2 мм при сборке) может при усиленном поджатии привести к прогибам свыше 7 мм, являющемся предельным в проекте активной зоны реактора ВВЭР-1000.

Список литературы

1. Азарова Е.Н., Крупнова Т.В., Стрелкова Р.Д. Влияние различных параметров на жесткость кассет третьего поколения реактора ВВЭР-440 // Экологическая и радиационная безопасность объектов атомной энергетики: материалы IV научно-практической конференции / под ред. М.И. Орловой, Е.Е. Ежовой. 2017. С. 10-15.
2. Шмелев В. Д., Драгунов Ю. Г., Денисов В. П., Васильченко И. Н. Активные зоны ВВЭР для атомных электростанций. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. 220 с.: ил.

УДК 621.039**СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ТАРИРОВКИ РАСХОДОМЕРНОЙ ШАЙБЫ НА АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ СТЕНДЕ**

Д.В. Топоров, специалист

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

toporovdenisv@yandex.ru

Научный руководитель: С.И. Гетья, ассистент

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

В данной работе в ходе выполнения экспериментов были получены распределения скорости потока по диаметру канала и распределение значений скорости по квадратной сетке, наложенной на сечение канала. Рассчитаны (определены) тарифовочные характеристики измерительного оборудования и расходомерной шайбы.

Измерения проводились на газодинамической установке с использованием координатного устройства для перемещения измерительного зонда.

В докладе содержится информация о тарифовке измерительного оборудования (датчик перепада давления Honeywell DUXL10D) и расходомерной шайбы, виртуальных инструментов разработанных в среде LabVIEW для управления экспериментом и обработки сигналов, описание экспериментальной установки. Проведен сравнительный анализ способов тарифовки расходомерных шайб. Полученные результаты тарифовок использовались в НИР по исследованию распределения потоков теплоносителя в каналах макета фрагмента активной зоны реактора БРЕСТ.

Список литературы

1. Повх И.Л. Техническая гидромеханика, 2-е изд., доп, Л., «Машиностроение» (Ленингр. Отд-ние), 1976, 504 с. с ил.
3. Повх И.Л. Аэродинамический эксперимент в машиностроении. 3-е изд, доп. и исправл. Л.: Машиностроение (Ленингр. Отд-ние), 1974. 480 с.

УДК 621.039**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ МЕМБРАННОГО КОМПЛЕКСА УЛР ПРИ ТЯЖЕЛОЙ ЗПА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ВНЕШНЕГО ОХЛАЖДЕНИЯ**

К.К. Бадешко, специалист

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

badeshko@gmail.com

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

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

Современные АЭС с реакторами ВВЭР-1200 характеризуются повышенным уровнем безопасности и имеют в своем составе технические средства, специально предусмотренные для управления запроектной аварией (ЗПА) и снижения ее радиационных последствий. Одним из таких средств является устройство локализации расплава (УЛР), которое в процессе протекания тяжелой ЗПА, связанной с разрушением активной зоны и выходом расплава за пределы корпуса реактора, обеспечивает прием, размещение и охлаждение расплава активной зоны (кориума) внутри корпуса ловушки в шахте реактора.

В работе рассматривается стадия функционирования УЛР, при которой расплав активной зоны завершил физико-химическое взаимодействие со специальным наполнителем и сформировавшееся зеркало расплава интенсивно нагревает расположенное выше оборудование УЛР.

Рассматривается мембранный комплекс, который обеспечивает герметизацию ловушки расплава от затопления водой, поступающей для охлаждения наружной поверхности корпуса УЛР.

Температурные поля мембранного комплекса УЛР исследовались для случая штатной подачи охлаждающей воды на поверхность расплава и при отказе систем подачи воды внутрь УЛР по общей причине. Приведены результаты численных расчетов в программном комплексе STAR-CCM+ распределений температур мембранного комплекса при различных положениях уровня охлаждающей воды в шахте реактора. Проведен анализ влияния различных параметров расчетной модели и механизмов теплообмена на температурное состояние элементов УЛР.

Список литературы

1. Кухтевич И.В., Безлепки В.В., Сидоров А.С. и др. Концепция локализации расплава кориума на внекорпусной стадии запроектной аварии АЭС с ВВЭР-1000 // Теплоэнергетика. 2001. №9. С. 2-7.
2. Сидоров А.С., Недорезов А.Б., Рогов М.Ф. и др. Устройство локализации расплава Тяньваньской АЭС с ВВЭР-1000 // Теплоэнергетика. 2001. № 9. С. 8-13.
3. Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков В.П. Справочник по теплогидравлическим расчетам (ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы). Под общ. ред. П.Л. Кириллова. М.: Энергоатомиздат, 1990.

УДК 669.018.29

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВОДОРОДНОГО ОХРУПЧИВАНИЯ И ГИДРИДНОГО РАЗРУШЕНИЯ ЦИРКОНИЕВЫХ ИЗДЕЛИЙ АКТИВНЫХ ЗОН ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Г.О. Бобков, специалист

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

gerbobkov@yandex.ru

Научный руководитель: А.С. Сотников, к.т.н., доцент

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

Проанализированы данные о причинах водородного охрупчивания и гидридного разрушения циркониевых изделий активных зон ЯУ.

Рассмотрены механизмы деградации и разрушения наводороженных изделий из сплавов циркония.

Обсуждены влияние уровня растягивающих напряжений на ориентацию гидридов.

Представлены закономерности ЗГР циркониевых изделий и способы его возможного предотвращения.

Изложены некоторые особенности методики наводороживания твэльных циркониевых оболочек путем «сухого» насыщения из твердой водородосодержащей фазы.

Список литературы

1. В.А., Котов П.В., Желтковская Т.Н. Температурная зависимость скорости замедленного развития сплава Zr-2,5%Nb // Материаловедение. 2000. №1. С. 52-59.
2. Иванова С.В. Замедленное гидридное растрескивание циркониевых канальных труб – фактор, определяющий их работоспособность // Сб. докл. Четвертой межотраслевой конф. по реакторному материаловедению (Дмитровград, 15-19 мая 1994). С. 61-70.
3. Займовский А.С., Никулина А.В., Решетников Н.Г. Циркониевые сплавы в ядерной энергетике. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1994. 256 с.

УДК 621.039.536

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ПРУЖИННОГО БЛОКА ГОЛОВКИ ТВС ВВЭР

М.С. Лебедева, специалист

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

levpoel@gmail.com

Научный руководитель: А.А. Сатин, к.т.н., заместитель декана

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

Для обеспечения поджатия тепловыделяющей сборки (ТВС) в активной зоне реактора, в головке ТВС устанавливается пружинный блок. Пружинный блок состоит из 19 пружин, выполненных из стали ХН77ТЮР. В условиях эксплуатации пружины подвергаются радиационной ползучести, что влияет на их геометрические размеры и как следствие возникает релаксация усилий пружинного блока [1-2].

Целью настоящей работы являлось создание методики расчета пружины пружинного блока ТВС ВВЭР, а также корректировка формулы скорости радиационной ползучести с помощью разработанной методики.

Расчетная модель создавалась в программном комплексе ANSYS Mechanical APDL и представляла собой пружину, закрепленную между двумя блоками. Конечнo-элементная модель состояла из 155942 узлов и 129690 конечных элементов типа SOLID185.

Закон распределения скорости радиационной ползучести определяется зависимостью:

$$\varepsilon = A \cdot f \cdot \sigma^n \cdot \exp\left(-\frac{Q}{T}\right),$$

где ε - скорость ползучести материала пружины, 1/с; σ - эквивалентное напряжение в витках пружины, МПа; A – параметр, определяющий скорость ползучести материала пружины; f – плотность потока нейтронов, 1/см²с; n – материальная константа; Q – материальная константа, К; T – температура материала пружины, К.

Первоначально было известно, что после эксплуатации высота пружины изменилась на 2,7 мм. Рабочая температура пружины составляла 623К и модуль упругости при этой температуре равен $1,91 \cdot 10^5$ МПа. Материальные константы n и Q для данного материала равны соответственно 4 и 10000 К. Плотность потока нейтронов, действующего на пружину равна 10^{13} 1/см²с.

Для стали ХН77ТЮР параметр A был неизвестен, поэтому в ходе работы проводился расчет по его определению. Расчет состоял из трех шагов: на первом шаге прикладывалась нагрузка, равная полному поджатию пружину; на втором шаге пружина выдерживалась под нагрузкой в течение времени эксплуатации; на третьем шаге нагрузка снималась. В результате расчета был получен параметр A равный $1,8 \cdot 10^{-29}$.

Список литературы

1. Пузанов Д.Н., Вялицын Д.Н. Расчетное определение оптимального усилия поджатия тепловыделяющих сборок в ходе эксплуатации // Режим доступа: <http://www.gidropress.podolsk.ru/files/proceedings/kms2013/documents/kms2013-010.pdf>.
2. Шмелев В. Д., Драгунов Ю. Г., Денисов В. П., Васильченко И. Н. Активные зоны ВВЭР для атомных электростанций. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. 220 с.: ил.

УДК 669.018.29

**ВЛИЯНИЕ ВНУТРИТВЭЛЬНОЙ СРЕДЫ ТОПЛИВА ПОВЫШЕННОГО
ВЫГОРАНИЯ НА КОРРОЗИОННОЕ РАСТРЕСКИВАНИЕ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ
ОБОЛОЧЕК ТВЭЛОВ**

А.А. Богомолов, специалист

starchaser@inbox.ru

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

Научный руководитель: А.С. Сотников, к.т.н., доцент

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

Представлены литературные данные по накоплению йода в диоксиде урана в зависимости от выгорания топлива и расчетные значения выделения стабильных изотопов йода в наиболее напряженном твэле реактора ВВЭР-1000.

Показано, что одним из механизмов образования свободного йода является радиолиз термодинамически прочного соединения иодида цезия.

Анализ толщины оксидной пленки на внутренней поверхности оболочек твэлов реактора ВВЭР-1000 свидетельствует о том, что сплошная оксидная пленка достигает значений от 8 до 15 мкм при выгорании до 48,0 МВт•сут./кгU, что в предположении о том, что если рост оксида (ZrO_2) происходит за счет кислорода, поступающего из газовой фазы топливо-оболочка, то расчетные значения минимальных и максимальных парциальных концентраций кислорода в газовой фазе составляют $3 \cdot 10^{-17}$ моль/см³ и $5 \cdot 10^{-5}$ моль/см³ соответственно.

Расчетно-экспериментальные исследования разложения иодида цезия в газовой фазе зазора топливо-оболочка твэла показали, что в твэлах с повышенным выгоранием топлива в связи с увеличением парциального давления высвобожденного кислорода, поступающего в зазор топливо-оболочка в указанном диапазоне концентраций кислорода, реальная концентрация йода под оболочкой твэла уменьшается более, чем на два порядка.

Установлено, что с увеличением выгорания топлива динамика радиационно-химических процессов под оболочкой твэла с участием кислорода, йода, иодида цезия и инертных газов (Xe, Kr, Ne) приводит к уменьшению выхода свободного йода и, как следствие, может способствовать повышению времени до разрушения и значений пороговых напряжений разрушений циркониевых оболочек по механизму коррозионного растрескивания под напряжением.

СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

УДК 629.039.58

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ МЕСТНОСТИ МЕТОДОМ СЛУЧАЙНЫХ СЛОЖЕНИЙ

Р.С. Ехлаков, магистрант

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

ekhlakovrs@student.bmstu.ru

Научные руководители: В.В. Татаринов, канд. физико-математических наук, доцент

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

А.С. Дутов, старший преподаватель

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

Несмотря на существенное улучшение состояния безопасности на радиационных объектах, исключить наличие аварийных ситуаций, в том числе и выбросов радиоактивных веществ за пределы санитарно-защитных зон, нельзя. Причиной таких выбросов могут служить как природные катаклизмы в районах нахождения радиационно-опасных объектов, так и диверсионно-террористическая деятельность. Современные подходы к моделированию радиационной обстановки основаны на разнообразных решениях полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии. Различные методы дают более или менее удовлетворительные результаты для распространения радиоактивных веществ в условиях относительно стабильного приземного слоя воздуха. При авариях на радиационно-опасных объектах, в условиях, когда неопределенность пространственно-временных характеристик ветра в приземном слое воздуха высока, необходимы иные подходы к моделированию радиоактивного загрязнения местности. Учет большого числа независимых причин, действующих на объемный источник радиоактивного загрязнения, затруднительно учесть в том или ином аналитическом виде. Это требует большого объема исходных данных для прогнозирования, а даже при их наличии не позволяет избежать существенной неопределенности в величинах индивидуального и коллективного риска для населения.

В настоящее время применяются две основные методики построения зон радиоактивного загрязнения местности: вероятностная и детерминированная. Однако ни та, ни другая не являются достаточно эффективными при прогнозировании последствий воздействия радиационного фактора, так как вероятностная методика определяет большие площади заражения, а детерминированная методика недостаточно точна. В этой связи актуальным является совершенствование метода построения зон радиоактивного загрязнения местности, позволяющего сочетать вероятностную и детерминированную методики. Одним из таких методов является алгоритм последовательных случайных сложений, предложенный Фоссом и использованный при моделировании обобщенного броуновского движения. Как показал Фосс, алгоритм нетрудно обобщить на большое число измерений [1].

Аргументами, описывающими в данном алгоритме поверхность, являются показатель Херста H и масштабный коэффициент r . Для двухмерных поверхностей масштабный коэффициент равен $1/\sqrt{2}$ и тем самым единственным параметром, описывающим поверхность, является показатель Херста, который будет определять «изрезанность» ландшафта. Переход к моделированию радиоактивного загрязнения местности осуществляется путем очевидного соотношения с высотой поверхности плотности радиоактивного загрязнения территории, при этом также возникает возможность моделирования динамики изменения характера загрязнения. Исходными данными для рассмотрения подобной модели можно взять характер радиоактивного

загрязнения участка местности, смоделированный в соответствии с вышеописанным алгоритмом, который назовем базовой поверхностью [2, 3, 4].

Предположим, что известны плотности загрязнения в трех произвольных точках базовой поверхности $A_{i(зад)}$ ($i = 1, 2, 3$), которые примем равными 1,0, 3,0 и 4,0 отн. ед. С использованием алгоритма случайных сложений возможно построить поверхность для некоторого показателя Херста H с нулевым значением плотности загрязнения в четырех вершинах квадрата, которая даст в точках A_i некоторые значения плотности $A_{i(1)}$. Эти значения будут отличаться от заданных $A_{i(зад)}$. Величина среднеквадратичного отклонения является мерой того, насколько хорошо результирующая поверхность для данном шаге (итерации) совпадает с заданными значениями плотности загрязнения в точках A_i базовой поверхности. Повторное выполнение алгоритма на следующем шаге даст новую поверхность, которая складывается с предыдущей. В результате таких сложений получаются новые значения плотности в точках – $A_{i(2)}$, для которых рассчитывается σ_2 . При условии, что $\sigma_2 < \sigma_1$ рассчитывается новая – третья поверхность, добавляемая к предыдущей, в противном случае расчет производится вновь для второй поверхности. Выполнение алгоритма прекращается, когда отклонение плотности загрязнения от заданных значений базовой поверхности не станет меньше некоторой малой величины.

В связи со случайным характером построения вид каждой реализации алгоритма будет отличаться от базовой поверхности. Оценить расхождение между базовой поверхностью и построенной возможно по среднеквадратичному отклонению σ значений плотности загрязнения по формуле 1:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (P_{0i} - P_i)^2}{N}}, \quad 1)$$

где P_{0i} и P_i – значения плотности загрязнения в i -ой точке, соответственно, базовой и рабочей поверхности.

Результатами работы возможно выделить: сходства между характеристиками процессов, формирующих рельеф и процессами, формирующих распределение радиоактивных веществ на местности; разработанный алгоритм, включающий в себя вероятностный и детерминированный подходы, позволяющий получить прогноз радиоактивного загрязнения местности по имеющимся данным измерений в некоторых точках; выявление основного параметра алгоритма, определяющего «изрезанность» ландшафта поверхности – показатель Херста.

Список литературы

1. Федер Е. Фракталы. М.: Мир, 1991. 261 с.
2. Физика ядерного взрыва. В 5 т. Том 1. Развитие взрыва. Изд 3-е, с исправл. Министерство обороны РФ, 2014. 832 с.
3. Татаринов В.В., Дутов А.С. Применение методов фрактальной геометрии при моделировании радиоактивного заражения местности // Технологии техносферной безопасности. 2015. № 2 (60). С. 174-179.
4. Moiseeva E., Tatarinov V. and Dutov A. Application of the method of random additions for the simulation of radioactive contamination // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 492 012008, 2019.

УДК 628.32

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА РАЗДЕЛЕНИЯ ИЛОВЫХ СМЕСЕЙ

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

Для интенсификации разделения иловых смесей предлагаются различные способы. В то же время применяемые технологические схемы могут быть улучшены за счет усовершенствования существующих сооружений [1-3].

При уплотнении иловой смеси требуется минимизировать процессы турбулентности, в связи с этим был разработан отстойник оригинальной конструкции. Очищаемый сток поступает во входной патрубок. Для уменьшения скорости очищаемого стока сечение патрубка плавно расширяется, меняя форму с круглого на прямоугольное. Далее жидкость проходит через наклонные пластины, использование которых также способствует уменьшению турбулентных процессов. В результате чего в аппарате лучше происходит процесс уплотнения. Зона отвода осадка также имеет наклонные пластины для непрерывности процесса уплотнения. Для дальнейшей доочистки сточных вод предлагается использовать зернистый фильтр. Загрузкой был выбран АС сорбент.

С добавлением реагентов процесс разделения иловых смесей можно существенно интенсифицировать.

В лабораторных условиях производилось сравнение эффективности применения для разделения иловой суспензии на биологически очищенную воду и осадок следующих коагулянтов: 10% сернокислого железа, 10% раствора лимонной кислоты, 0,1% раствора суперфлока, 5% раствора извести, 10% раствора каустика. Через равные промежутки времени проводились замеры высоты столба свободной воды. Эксперименты показали, что наибольшую эффективность для разделения иловой суспензии имеет 10% раствор сернокислого железа.

Так как состав иловой воды неоднороден, опытным путем подбирались наиболее эффективная доза 10% раствора сернокислого железа для разделения. Проводились эксперименты на 2,4,8,16 мл раствора на 250 мл стока. Каждые пятнадцать минут проводились замеры высоты столба свободной воды (в мм).

Эксперименты показали, что наилучшее соотношение эффективности и экономичности 10% раствора сернокислого железа для разделения иловой суспензии достигается при добавлении 16 мл реагента на 250 мл стока (64 мл на 1 л). Реагентное отстаивание производилось в течение 10 минут.

Перед фильтрацией в иловую воду добавляли 5% раствор акваурата-30, который способствовал процессу контактной коагуляции. Для определения наиболее эффективной дозы проводили фильтрацию с различными пробными дозами: 20, 40, 60, 80 мл на 1 л иловой воды и измеряли мутность до и после фильтрации на турбидиметре.

Таким образом, для разделения иловой смеси предлагается использовать технологическую схему, состоящую из флотоуплотнителя и зернистого фильтра. Для интенсификации процесса предлагается добавлять 10% раствор сернокислого железа в количестве 64 мл на 1 л иловой воды и отстаивать в течение 10 минут. Для проведения процесса контактной коагуляции предлагается добавлять 5% раствор акваурата-30 в количестве 60 мл на 1 л для достижения нормы мутности в 10 мг/л по взвешенным веществам.

Список литературы

1. Луков С.А. Горбачев Е.А. Интенсификация процесса уплотнения избыточного активного ила // Водохозяйственный комплекс России: состояние, проблемы, перспективы: 11 Всерос. науч.-практ. конф.: сб. материалов. Пенза: РИО ПГСХА, 2004. С. 79–81.
2. Ксенофонтов Б.С. Многостадийная модель флотации и флотокомбайны. М., 2019, С. 180-181.
3. Флотоотстойник: пат. 132434 Рос. Федерация: МПК С 02 F1/24 / Ксенофонтов Б.С., Петрова Е.В.; патентообладатель МГТУ им. Н.Э. Баумана. № 2013108965/05; заявл. 28.02.2013; опубл. 20.09.2013, Бюл. № 26. 2 с.: ил.

УДК 628.168

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРА ПУЗЫРЬКОВ

М.Д. Болдырев, магистрант

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

Maxboldyrev@me.com

Научные руководители: М.В. Иванов, к.т.н., доцент

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

Измерение размера газовой полости в жидкостях очень важно во всех сферах, от промышленности, до океанографии [1]. На текущий момент существует три метода определения размера газовой полости:

- фотометрический метод;
- акустический [2];
- оптический.

Фотометрический дешев, но его невозможно применять в непрозрачной воде. Акустический метод дает большие погрешности из-за отраженного от стенок сосуда сигнала, а оптический метод достаточно дорогой из-за необходимости применять лазерное оборудование. Определение размера газовой полости акустическим методом возможно только при использовании формулы Миннаерта [3].

$$f = \frac{1}{2\pi a} \left(\frac{3\gamma p_A}{\rho} \right)^{1/2},$$

где a — радиус пузырька,

γ — политропный коэффициент,

p_A — давление внешней среды

ρ — плотность воды.

В работе была поставлена задача сравнить размеры пузырьков, полученные фотометрическим методом, с распределением пузырьков, полученным акустическим методом. Для этого был собран лабораторный стенд, состоящий из компрессора и подводных к аэратору патрубков. Аэратор был расположен на дне аквариума. На трех разных глубинах этого же аквариума были расположены гидрофоны, подключенные к компьютеру. Так же была установлена камера, снимающая процесс движения пузырьков на фото.

Для обработки полученных фотографий была написана программа на языке python3. Алгоритм распознавания пузырька на фото был следующим:

1. Импортируется снимок
2. Преобразовывается в черно-белый формат для увеличения контрастности
3. На контрастном изображении находятся перепады цвета

4. Проводится сглаживание найденных точек
5. Строится замкнутый контур по найденным точкам
6. Считается площадь найденных объектов
7. Строится окружность с центром в найденной фигуре
8. Строится график по количеству найденных окружностей
9. Полученные результаты сохраняются в выходное изображение

Было проведено три эксперимента со снятием данных и прогоном их через написанную программу. Во всех трех случаях, значения графиков распределения пузырей коррелировали, что говорит о высокой точности работы программы и подтверждает формулу Миннаерта, доказывая связь между фотометрическим и акустическими способами определения кавитационных полостей в жидкостях.

При детальном рассмотрении итоговых изображений были замечены следующие глюки в работе программы:

- При наложении одного пузырька на другой, программа определяла «общие» границы и считала площадь большего пузырька, чем в действительности. Из-за этого появлялись погрешности в графиках.
- Взвешенные частицы определялись программой как микроскопические пузырьки. Это так же влияло на график
- На текущий момент входные изображения должны соответствовать определенным параметрам, таким как высокая резкость и светлый фон. При несоблюдении этих параметров, программа не всегда находит пузырьки.

Все вышеописанные проблемы планируется решить при помощи улучшения текущего алгоритма, например использовать как один из входных параметров цвет фона и принудительно удалять его из изображения. Удалять взвешенные частицы и наложение пузырьков друг на друга поможет нейронная сеть, обученная на успешно найденных пузырьках.

Так же, для того, чтобы сделать из простого алгоритма полноценный программный продукт, требуется настроить пользовательский интерфейс, установить настройки размеров пикселей к метрическим величинам для получения распределения графиков в физических величинах.

Список литературы

1. Ksenofontov, B., Senik, E., & Ivanov, M. (2019, March). Analysis of hydraulic modes of operation of the divergent plates block of the flotation-sedimentation tank. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 492, No. 1, p. 012024). IOP Publishing.
2. Ksenofontov, B. (2019, March). Multistage model of flotation process for water purification. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 492, No. 1, p. 012033). IOP Publishing.
3. Ivanov, M. V., & Ksenofontov, B. S. (2014). Intensification of flotation treatment by exposure to vibration. Water Science and Technology, 69(7), 1434-1439.

УДК 62-784.431

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦИКЛОНОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ ANSYS

А.Р. Гарбузова, бакалавр

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

garbuzova.anastasia1@gmail.com

Научный руководитель: Е.Ю. Шарай, старший преподаватель

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

В настоящее время циклоны являются основным оборудованием для очистки воздуха от пыли на предприятиях по деревообработке, благодаря своим технико-

экономическим показателям [1, с. 1]. Степень очистки в циклонах зависит от конструкции и размеров циклонных аппаратов, скорости запыленного потока, физических свойств пыли и размеров ее частиц. Как правило, эффективное улавливание циклонами достигается при размерах частиц более 5 мкм. Однако эффективность улавливания частиц размером менее 40 мкм не превышает 80%. Остается актуальной задача повышения эффективности циклонных аппаратов при улавливании мелкодисперсных частиц пыли.

В работе рассматриваются три конструкции циклонов, широко используемые в технологической схеме аспирации воздуха деревообрабатывающих цехов: циклонов СЦН-40, циклон с обратным конусом (ЦОК), циклон с конусом «вортекс». При анализе было установлено, что эффективность данных циклонов невысока и для частиц менее 40 мкм варьируется от 38 % до 53 %.

Был проведен ряд исследований влияния глубины погружения патрубка на эффективность пылеулавливания в диапазоне частиц от 1 мкм до 200 мкм. Из результатов исследований можно сделать вывод, что максимальную эффективность можно получить при соотношении высоты погружения патрубка S к высоте цилиндрической циклона h между значениями 1 и 0,6.

Список литературы

1. Булыгин Ю.И., Панченко О.С., Романов В.А. Повышение эффективности обеспыливания воздуха рабочих зон металлообрабатывающих и деревообрабатывающих производств // Вестник ДГТУ. 2013. № 7/8 (75).

СЕКЦИЯ «ЮРИСПРУДЕНЦИЯ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ И СУДЕБНАЯ ЭКСПЕРТИЗА»

УДК 347.77.04

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НА ОСНОВАНИИ ОТКРЫТЫХ ЛИЦЕНЗИЙ

А.В. Архипова, магистрант

МГТУ им. Баумана, Кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

arvatess@yandex.ru

Научный руководитель: Ю.В. Григорьев, преподаватель

МГТУ им. Баумана, Кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

При выборе программного обеспечения (далее – ПО) руководители организаций нередко заменяют платные программы на их свободно распространяемые аналоги. Однако бесплатное распространение не означает, что авторские права на программу нельзя нарушить [1].

Существует две категории бесплатных программных продуктов: одни распространяются по договорам типа End User Licence Agreement (далее - EULA), другие – как программные продукты с открытым исходным кодом. Оба варианта лицензирования подпадают под понятие «открытая лицензия», однако объем правомочий сторон в указанных договорах заметно различается.

Договоры EULA как правило предоставляют меньший объем прав, позволяя лицензиату лишь использовать программу, в то время как, ПО с открытым исходным кодом разрешается дорабатывать и использовать в дальнейших разработках. Тем не менее, открытый исходный код, как правило, не может быть «закрыт» впоследствии.

Чтобы разобраться со всеми возможными особенностями используемого ПО, организации, никогда на производившей его учет, необходимо провести анализ, состоящий из следующих этапов работы.

1. Выявление используемого ПО

На этой стадии формируется список используемого компанией программного ПО. Следует учитывать, что обычно такой список нуждается в дальнейшей доработке, так как бесплатным программам, уделяется наименьшее внимание, и ни объема используемых прав, ни производителя не фиксируется.

2. Определение правообладателей и используемых ими лицензий

Цель данного этапа - получить максимум информации. Как минимум она должна включать: точное название программ, год создания (или версию), наименование правообладателя, текст используемого лицензионного договора.

Для открытых лицензий особенные затруднения возникают с поиском текста договора. Также возможны проблемы с установлением правообладателя и авторов изменений, внесшихся в программу с открытым исходным кодом.

3. Проверка соблюдения условий лицензий

На данном этапе необходимо определить особенности использования программы организацией [2]. Они могут зависеть от типа открытой лицензии или от конкретных условий договора. Следует учитывать, что даже классическая копилефт лицензия, накладывает определенные ограничения на лицензиата.

4. Внесение программного обеспечения в базы данных

После получения полноценного представления о корректности использования ПО, следует ввести соответствующую информацию в базы данных организации, то есть

название каждой программы и ее версию, информацию о правообладателе, условия использования и/или стоимость использования программы, сроки лицензирования [3].

Однако иногда, прежде чем внести данные в реестры, приходится решить такие вопросы как:

- искажения первичной информации
- сложности установления правообладателя
- отсутствие текста лицензии
- получение документального подтверждения использованной лицензии
- выявление некорректного использования программного продукта

В случае возникновения подобных вопросов процесс внесения информации в базы данных значительно затягивается.

Список литературы

1. Тарасов Д.А. Типичные условия, способствующие и препятствующие нарушениям авторских и смежных прав в сфере компьютерного программного обеспечения Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_36439985_88064401.pdf.
2. Буренина, В. И. Система законодательства, регулирующего научно-техническую деятельность: проблемы и противоречия // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. 2013. № 9, Ч. 1. С. 19-24
3. Амелина К.Е., Коробец Б.Н., Кравченко А.А. Охрана IT-решений: интернет-сайты: учебное пособие. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 154 с.

УДК 347.91

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ОБЕСПЕЧИТЕЛЬНЫХ МЕР ЗАЩИТЫ АВТОРСКИХ И (ИЛИ) СМЕЖНЫХ ПРАВ В ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ, В ТОМ ЧИСЛЕ В СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

Д.Ю. Ашуркина, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

mil578ana@gmail.com

Научный руководитель: Н.А. Сафонова, преподаватель

МГТУ им. Баумана, Кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

На сегодняшний день в Российской Федерации очень актуальна проблема защиты информации в информационно-телекоммуникационных сетях, в особенности в сети «Интернет». Основным элементом сети «Интернет» является сайт.

Файлы контента интернет-сайта содержат большое количество видов различной информации, которую можно отнести к результатам интеллектуальной деятельности. Примерами могут послужить произведения науки, литературы и искусства, программы для ЭВМ, фонограммы [1, с. 4].

Но, к сожалению, за привлекательным фасадом интерфейса различных информационных сервисов, предоставляемых информационно-телекоммуникационными сетями, в том числе сетью «Интернет», мало кто задумывается о регулярном нарушении авторских и смежных прав.

В Российской Федерации существует ряд законов, направленных на защиту объектов интеллектуальной собственности. Благодаря новому законодательству был расширен круг объектов, подлежащих защите. Возросло количество мер, порядков и процедур, которые способствуют ограничению распространения информации,

нарушающей интеллектуальные права в сети «Интернете». В их числе как раз и находятся предварительные обеспечительные меры по исковым требованиям о защите авторских и (или) смежных прав.

Также появляются новые субъекты правоотношений по вопросу ограничения распространения информации с целью защиты авторских и (или) смежных прав: правообладатели, суд, Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (далее Роскомнадзор), владельцы сайтов, провайдеры хостинга, операторы связи, Министерство связи России.

Федеральный закон от 24 ноября 2014 года № 364-ФЗ дает право правообладателю подавать заявления в Московский городской суд (далее Мосгорсуд) о принятии предварительных обеспечительных мер не только в отношении фильмов, но и в отношении других объектов авторских и (или) смежных прав [2]. Фотографические произведения и произведения, полученные аналогичными способами, не входят в круг данных объектов.

Заявление о принятии предварительных обеспечительных мер должно быть подано правообладателем в Мосгорсуд на основании статьи 144.1 ГПК РФ [3]. Далее суд удовлетворяет заявление, если были предоставлены специальные правоустанавливающие документы и доказательства правонарушения и направляет соответствующее определение в Роскомнадзор. В случае если исковое заявление не было подано, суд отменяет определение о предварительных обеспечительных мерах. В ином случае, если заявление было подано в установленный законом срок, суд возбуждает производство по делу и привлекает к процессу ответчиков и Роскомнадзор.

После того как определение о предварительных обеспечительных мерах вступило в силу, Роскомнадзор составляет акт мониторинга сайта и определяет хостинг-провайдера сайтов в совокупности с его контактными данными. Затем направляется уведомление о необходимости удалить указанную информацию либо ограничить к ней доступ. Суд, в свою очередь, проводит предварительное и основное заседание, чтобы ознакомиться с актом мониторинга сайта, после чего выносит решение по делу. В уведомлении Роскомнадзора о нарушении авторских прав должны быть указаны все типы идентифицирующих сведений: сетевой адрес сайта, доменное имя, указатели конкретных страниц сайта.

В связи с расширением круга объектов авторских и смежных прав, подпадающих под судебную защиту Московского городского суда, возросло количество исков о защите интеллектуальных прав в сети «Интернет». Права авторов активно защищаются государственными органами власти, но результат имеет лишь временный характер. Нередко, ограничение доступа к информационным ресурсам несправедливо ущемляет права ответчика. Ответчик, в таком случае, понесет убытки, размер которых не всегда удастся точно определить.

В результате введения новых законов с целью защиты объектов интеллектуальной собственности появились тенденции к добровольному удалению нелегального контента сайтами-нарушителями и использованию новых способов отслеживания неоригинального контента.

Эффективность защиты объектов интеллектуальной собственности в информационно-коммуникационных сетях при использовании предварительных обеспечительных мер возможна только при комплексном воздействии актуального законодательства, новых программных продуктов и способов предоставления доступа к материалам в информационно-телекоммуникационных сетях.

Список литературы

1. Амелина К.Е., Коробец Б.Н., Кравченко А.А. Интернет-сайт с точки зрения категорий интеллектуальной собственности // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». Том 7, №5

2015. Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/62TVN515.pdf>. DOI: 10.15862/62TVN515
2. Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» и Гражданский процессуальный кодекс Российской Федерации» от 24.11.2014 N 364-ФЗ (последняя редакция)
 3. Гражданский процессуальный кодекс Российской Федерации от 14.11.2002 N 138-ФЗ (ред. от 27.12.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 28.12.2018) // Российская газета, № 220, 20.11.2002.

УДК 340.69

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБРАЗЦОВ В РАМКАХ СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Д.Ю. Ашуркина, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Е.Р. Хорошавцева, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

mil578ana@gmail.com

Научный руководитель: В.В. Гулевская, преподаватель

МГТУ им. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Согласно современным тенденциям, промышленные образцы нуждаются в правовой защите как никогда. На сегодняшний день спрос серийной продукции с одинаковым функциональным назначением определяется в основном именно эстетическим видом изделия, который заставляет покупателя сделать выбор в пользу той или иной продукции, что определяет объемы продаж. Объемы продаж резко снижаются из-за фальсификации, подделки, имитации известных брендов, а также заимствования отдельных элементов дизайна.

Каждый объект интеллектуальной собственности обладает своей уникальностью. По этой причине, чтобы провести судебную экспертизу или экспертное исследование данных объектов нужно привлечь лиц, обладающих специальными знаниями. Но на данный момент отсутствует специальная методическая литература, предназначенная для проведения судебной экспертизы объектов интеллектуальной собственности [1, с. 16].

Судебная экспертиза промышленных образцов входит в группу судебных патентно-технических экспертиз и основывается на законодательстве о судебно-экспертной деятельности.

Итак, промышленный образец, как определено в законодательстве, является художественно-конструкторское решение изделия промышленного или кустарно-ремесленного производства, определяющее его внешний вид [2, ст. 1352].

Примерами промышленных образцов из рассмотренной нами судебной практики являлись изделия, представляющие собой коробку, термочехол, буровую машину, вибратор рыхлительного бульдозерного оборудования, приемно-контрольный охранно-пожарный прибор. Можно сделать вывод, что объекты, исследуемые в процессе проведения данных патентно-технических экспертиз достаточно разнообразны. Из этого следует, что исследования промышленных образцов требуют обширных знаний из

области не только патентоведения, но и механики, электроники, физики, химии, дизайна и других областей.

На основе анализа судебной практики представляется возможным выделить основные типы вопросов, которые были поставлены перед экспертом при исследовании промышленных образцов.

Во-первых, содержатся ли в изделии, представленном на исследование, все существенные признаки промышленного образца по патенту №__, или совокупность признаков, производящая на потребителя такое же общее впечатление, какое производит указанный промышленный образец, при условии, что изделия имеют сходное назначение.

Во-вторых, является ли промышленный образец по патенту РФ №__ по своим существенным признакам новым и оригинальным.

Признаки, определяющие внешний вид изделия и воплощенный в нем промышленный образец, подразделяются на существенные признаки и несущественные.

Существенные признаки промышленного образца принимаются во внимание при проверке «новизны» и «оригинальности» промышленного образца. К существенным признакам промышленного образца относятся признаки, определяющие эстетические и (или) эргономические особенности внешнего вида изделия [2, ст. 1352].

Проанализируем рекомендации по вопросам экспертизы заявок на промышленные образцы, разработанные Роспатентом.

На первоначальном этапе исследования промышленного образца производится проверка такого критерия исследуемого объекта как «новизна», сопоставляются признаки промышленных образцов, включенные в перечень существенных признаков. Далее производится проверка критерия «оригинальность», сравниваются общее впечатление, производимое проверяемым промышленным образцом с общим впечатлением, производимым промышленным образцом - ближайшим аналогом.

Данные рекомендации часто, но не всегда используются при проведении судебных экспертиз промышленных образцов негосударственными экспертными организациями, частными экспертами и патентными поверенными.

Отсутствие единых методик проведения рассматриваемых судебных экспертиз приводит к различным ответам экспертов на поставленные вопросы.

При формировании судебной экспертизы объектов интеллектуальной собственности как самостоятельного рода судебных экспертиз необходимо включить в его перечень вид исследования, связанный с охраной прав на промышленные образцы и разработать методические материалы для проведения судебной экспертизы промышленных образцов.

Список литературы

1. Смирнова С.А., Гулевская В.В., Омелянюк Г.Г. Судебная экспертиза объектов интеллектуальной собственности – новое направление судебно-экспертной деятельности Минюста России // Теория и практика судебной экспертизы. 2018. Т. 13. № 2. С. 16–26. DOI: 10.30764/1819-2785-2018-13-2-16-26
2. «Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая)» от 18.12.2006 N 230-ФЗ (ред. от 23.05.2018).

УДК 342

НАУКА АДМИНИСТРАТИВНОГО ПРАВА РФ: НАЗАД В БУДУЩЕЕ

Е.К. Морозова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция,
интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»morozowashenia@gmail.com

Научный руководитель: С.Г. Богданова, преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция,
интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Административное право (полицейское право) – политико-юридическая наука, которая изучает вопросы государственного управления. Проникла в Россию в XVIII веке в виде переводных изданий.

Российские исследователи изучали науку, используя статистические данные Н.Х. Бунге и разделив науку на 3 раздела: 1) общее учение о внутреннем управлении; 2) учение об управлении, касающимся личных интересов; 3) учение об управлении, хозяйственный интерес.

Под советским административным правом понимали систему юридических норм, как отрасль социалистического права. Данная система регулировала общественные отношения в сфере госуправления.

К источникам относились: Конституция СССР и систематизированные законы, указы Президиума Верховного Совета СССР и республик, также постановление Совета Министров СССР и союзных республик, а к "специфическим" источникам административного права в СССР - постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР.

В СССР часто были случаи, когда, к примеру, административной ответственностью заменяется уголовная за те деяния, которые представляли большую общественную опасность.

Конституцией РФ было введено понятие исполнительная власть и государственная власть разделена на законодательную, исполнительную и судебную.[1]

Начало управления заметно у восточных славян, где было племенное управление в лице вождя и совета старейшин.

Можно обозначить такие направления развития науки [3] :

IX – XII века – десятичная численная система управления; XII – XIV века – дворцово-вотчинная система; XV – первая половина XVII - формирование основ административного права в Русском централизованном государстве, где приоритетное место, как источник права, занимает закон; вторая половина XVII – XVIII веков – становление полицейского права; XIX – начала XX веков –отрасль полицейского права получает законодательное закрепление. Создание Совета министров в 1906 году. С 1917 и по конец 1920 годов создается Советское административное право. Далее происходит формирование бюрократической системы управления и применение противоправных репрессий. В 1960 – 80 годах в СССР происходят положительные сдвиги в развитии административного права и смягчены санкции, приняты Основы законодательства СССР и союзных республик об административных правонарушениях. 1984 год - Кодекс РСФСР об административных правонарушениях. В середине 1980 – начале 90-х годов вводится принцип разделения властей и верховенство закона. Административное право вновь возвращается к оформлению самостоятельной отрасли управления.

Вне государственно-правовых явлений данная отрасль права не существовала.[2] Накопление законодательного материала идет медленно и противоречиво.

В целом, российское административное право сейчас находится на новом этапе. Оно имеет перспективы для развития, которые обусловлены использованием опыта демократических зарубежных государств.

Список литературы

1. Конституция Российской Федерации (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 N 2-ФКЗ, от 21.07.2014 N 11-ФКЗ) Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Мигачев Ю. И. Административное право Российской Федерации: учебник / Ю. И. Мигачев, Л. Л. Попов, С. В. Тихомиров; под ред. Л. Л. Попова. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2015. 519 с.
3. Буныкин Н.Е. Концепция становления и развития административного права в России: Монография. Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2002. 148 с.

УДК 342

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ю.М. Ключкова, К.Е. Харитоненко, А.А.Штапаук, Т.С.Таппагарова, студенты
МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

U.klochkova@yandex.ru

Научный руководитель: В.В. Гулевская, к.ю.н. преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Совершенствование судебно- экспертной деятельности, начинается в 60–70-х гг. XX в. К первому этапу относится компьютеризация судебной экспертизы, которая началась в середине 60-х гг. Появляются работы различных экспертов, например, Г.М. Собко –изучает идентификационные исследования почерка; Р.С. Рашитов описывает условия автоматизации дактилоскопической идентификации; Н.С. Полевой и Л.Г. Эджубов трактуют автоматизацию идентификационной процедуры при судебно-баллистической экспертизе, и т.д. В это же время в споре о целесообразности замены человека машиной, побеждают оба. Признана роль эксперта в руководстве машиной. На втором этапе в судебно-экспертную деятельность встраиваются новые информационных технологий по ряду направлений, как следствие, возникают проблемы их интеграции. Предмет данной работы, разобрать эти направления - компьютеризация судебной экспертизы, например такие направления как, применение универсальных аппаратных средств и программного обеспечения; системы, предназначенные для набора и редактирования документов, программы управления базами данных, перерабатывающие и систематизирующие кипу информации.. Информационные технологии сохраняют и натурные коллекции и картотеки в компьютерных базах, автоматизированные информационно-поисковые системы (АИПС) судебно-экспертного назначения, работают на основе возможности компьютера по накоплению, обработке и выдаче данных в соответствии с запросами. Информатизация судебной экспертизы решается путем формирования программных комплексов для экспертных задач, включая написание экспертного заключения. Работа вычислительной техники в экспертизе сформировало новый термин — «компьютерные экспертные технологии». Компьютерные экспертные технологии — это экспертные технологии, с помощью математико-кибернетических методов использующие и спецтехнику и спец программы, для сбора, хранения и переработки информации. Есть три элемента: 1) технические средства, 2) методы

познания, 3) научный потенциал и практический опыт субъекта деятельности — эксперта. Эксперт должен уметь пользоваться: универсальными средствами, универсальным программным обеспечением; базами данных и автоматизированными информационно-поисковыми системами и т.д. Он должен быть знаком как со специальными компьютерными технологиями, так и универсальными. Нам предстоит изучать проблемы компетенции и компетентности эксперта в условиях компьютеризации судебно-экспертной деятельности; правила использования экспертом компьютерных технологий и включение специалистов для компьютеро-технического сопровождения исследования. Данные вопросы помогут в решении комплексных судебно-экспертных исследований. Синтетическая природа дисциплины, включая такие науки, как криминалистика и судебная экспертиза, обуславливает необходимость сочетания смежных проблем.

Список литературы.

1. Яковлев А.Н. «Формальные пределы компетенции экспертов компьютерно-технической и компьютерной экспертизы» // Компьютерно-техническая экспертиза. 2007. № 1. С. 76-79.
2. Руденкова Ю.С. Хайретдинов Д.А. Хатунцев Н.А. Применение автоматизированных идентификационных технологий в экспертной деятельности // Международная научно-практическая конференция «Проблемы классификации судебных экспертиз, сертификации и валидации методического обеспечения, стандартизация судебно-экспертной деятельности» (Москва 21 января 2016г): материалы. М.: Проспект, 2016. С. 46.
4. Пискунова Е.В. Компьютерные технологии в судебно-экспертной деятельности. Курс лекций / под ред. Т.Ф.Моисеевой. М.: РГУП, 2016.

УДК 343

ПРОБЛЕМАТИКА В СФЕРЕ РЕАЛИЗАЦИИ УГОЛОВНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ТЕРРОРИСТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ФОРМЕ ЕЕ ФИНАНСИРОВАНИЯ

В.В. Касаткина, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

viktoriya321@icloud.com

Повышение уровня террористической угрозы вызвано несколькими факторами: финансирование этой деятельности и материально-техническое оснащение. Как следствие этого, противодействие финансированию терроризма разными средствами и способами признано одним из важнейших способов борьбы с террористической деятельностью в целом. [1]

Уголовный кодекс Российской Федерации (далее УК РФ) предусматривает в качестве альтернативного деяния финансирование террористической деятельности в пункте 4 статьи 205.1. Под финансированием в таком случае понимается сбор денежных средств или их предоставление с явной и осознанной целью финансирования организаций и подготовки или совершения хоть одного из преступлений, которые предусмотрены в пункте 1 примечаний к статье 205.1 УК РФ, а также совершения иных действий отнесенных уголовным законодательством к этой деятельности.

Проблема, возникающая при изучении признаков [2], которые относят то или иное деяние к финансированию террористической деятельности, не только в моральных или этических соображениях, но и в наказании для лица, совершившего эту деятельность. Возникает определенный вопрос в реализации уголовной ответственности, который

заключается в том, что виновным лицом совершается формально два преступления, а именно: само финансирование террористической деятельности, а также соучастие лица в совершении деяний, которые перечислены в статьях, указанных в пункте 1 примечания к статье 205.1, финансирование которых он осуществляет.

Квалификация действий этого лица в частности деяния по финансированию незаконного вооружения, созданного или создаваемого для совершения преступлений, предусмотренных ст. 205, 205.1, 205.2, 206, 208, 277, 278, 279, 360 УК РФ и т. д. можно подразделить на такие виды:

1. Если лицо не является членом незаконного вооруженного формирования, созданного для совершения преступлений, предусмотренных статьями выше, но осуществляет его финансирование, он подлежит уголовной ответственности только по ст. 205.1 УК РФ. Однако, при этом если факт создания незаконного вооруженного формирования для целей совершения преступлений террористической направленности не доказан, то действия лица по его финансированию полностью охватываются ч. 1 ст. 208 УК РФ и дополнительной квалификации по ст. 205.1 УК РФ не требуют;

2. Действия лица, которое является членом незаконного вооруженного формирования, созданного для совершения преступлений, и принимает участие в его деятельности путем финансирования, подлежат самостоятельной квалификации по совокупности ч. 2 ст. 208 УК РФ и ст. 205.1 УК РФ, а также по статье Особенной части УК РФ за совершение преступления террористической направленности, в подготовке или совершении которого он участвовал;

3. Организатор и (или) руководитель незаконного вооруженного формирования, одновременно осуществляющий его финансирование, также должен нести ответственность по совокупности преступлений, предусмотренных ч. 1 ст. 208 УК РФ и ст. 205.1 УК РФ, а также по статье Особенной части УК РФ за совершение преступления террористической направленности, если оно охватывалось его умыслом.

Подводя итог, можно сказать, что в этом изучении вопроса, недостаточно хорошо проанализирована практика, так как зачастую теория и практика под собой имеют различные основания при определении как квалификации [3], так и реализации наказания виновного лица.

Список литературы

1. Богомолов С.Ю. Ответственность за финансирование терроризма: уголовно-правовое и криминологическое исследование: дис. ... к.ю.н. Нижний Новгород, 2017. 100 с.
2. Карасева М.Ю. Уголовная ответственность за похищение человека // Вестник СевКавГТИ. 2017. №4 (31). С. 148-152.
3. Карасева М. Ю. Преступление в сфере компьютерных технологий // Экономика и право. XXI век. 2012. № 4. С. 100-103.

УДК 34.09**ЭФФЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА РИСКОВ В ИННОВАЦИОННОМ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВЕ**

П.В. Кузнецова, магистрант

kuznetsovapv@student.bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Научный руководитель: К.Е. Амелина, к.ю.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Предпринимательская деятельность всегда сопряжена с рядом рисков, полностью избежать возникновения каких-либо рисков событий невозможно. Актуальность проведения эффективной политики риск-менеджмента в компании или проекте может значительно повысить шансы положительного эффекта. При этом, инновационное предпринимательство сопряжено с определёнными рисками, которые обусловлены характером осуществляемой деятельности. При грамотно выбранном методе оценки рисков представляется возможным учесть эти риски при ведении предпринимательской деятельности и минимизировать их последствия.

Инновационное предпринимательство предполагает реализацию новаторских идей индивидуальных предпринимателей, ориентируется на поиск новых, более эффективных технологий переработки ресурсов, и более прогрессивных методов ведения хозяйства, приводящих к максимизации прибыли. [3, с.176] Инновационное предпринимательство полностью основывается на инновациях, поэтому результат такой деятельности – либо новый товар, либо товар с принципиально новыми характеристиками или свойствами, либо новые технологии.

Для инновационной предпринимательской деятельности характерны, в том числе, риск упущения «хорошей» идеи [2, с.48], риск невозможности решения поставленной задачи, риск невыявления объектов интеллектуальной собственности, подлежащих правовой охране, риск ошибочной оценки объектов интеллектуальной собственности, риск опережения в создании и регистрации объекта интеллектуальной собственности, риск отсутствия заинтересованности инвестора в технологии/инновационном продукте, риск выявления явных недостатков разработки/технологии, риск ошибок в составлении патентной формулы и описания изобретения, риск больших убытков на регистрацию и поддержание правовой охраны объекта интеллектуальной собственности.

Оценить количественно все выше перечисленными риски не представляется возможным.

Из существующих моделей риск-менеджмента рассмотрим метод SWOT-анализа, суть которого состоит в составлении таблицы, позволяющей наглядно противопоставлять сильные и слабые стороны проекта, его возможные угрозы. Благодаря этому методу оценки рисков представляется возможным формирование проблемного поля рисков инновационной деятельности и/или инновационного проекта. [1, с. 503]

В качестве примера возьмём инновационный проект, который нацелен на разработку и производство электро-автомобилей в России. Предположим, что разработка такого автомобиля производится впервые. Востребованность продукта на рынке крайне непредсказуема, однако, преимущества концепта электрокаров очевидны: сохранение экологии, отсутствие зависимости потребителей от цен на топливо, технологическое развитие. Автомобили планируется продавать по цене выше среднего уровня цен на автомобили.

С помощью SWOT-анализа нужно выбрать оптимальную стратегию осуществления инновационного проекта.

При проведении SWOT-анализа прорабатывается несколько комбинаций внутренних и внешних условий осуществления проекта, которые на первый взгляд между собой не связаны, но при этом при одновременном наступлении могут нести как положительный, так и отрицательный эффект, а также усиливать влияние друг друга на исход событий.

Для построения правильной стратегии осуществления инновационного проекта (который использован в данном примере) необходимо проработать все варианты развития событий при имеющемся наборе рисков и возможностей. С помощью комбинаций можно оценить качественные, а в некоторых случаях и количественные (превышение себестоимости над прибылью) риски проекта и с осознанием их извлекать максимальную полезность из инновационной предпринимательской деятельности.

Список литературы

1. Бурков В.Н., Буркова И.В., Адамец Д.Ю., Амелина К.Е., Горошко И.В. Управление сложными проектными рисками на основе качественных оценок // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2018). Материалы одиннадцатой международной конференции. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2018. С.502-504
2. Григорьев Ю.В. Управление изобретательской деятельностью: риски при выполнении НИОКР // Качество, инновации, образование. 2008. № 2. С.46-52
3. Шумпетер Й.А. Теория экономического развития: монография. М.: Директмедиа Паблишинг, 2008. 400 с.

УДК 343

КРИМИНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОРТРЕТ СОВРЕМЕННОГО МАНЬЯКА

А.Т. Турсунова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

amina4104@yandex.ru

Под «серийным убийцей» понимают лицо, которое совершило три и более отдельных убийств людей, попадающих, по мнению преступника, под образ жертвы, разделенных между собой периодами эмоционального покоя, в большинстве случаев убийства совершены с особой жестокостью. Факторы, побуждающие к убийствам у маньяков можно разделить на три вида: 1. особое состояние мозга; 2. неправильное воспитание; 3. неблагоприятные социальные обстоятельства.

В научной литературе Робертом Ресселером выделены два вида маньяков: организованный несоциальный и дезорганизованный асоциальный. Первые - «оборотни», они наделены весьма развитыми интеллектуальными способностями, отдают себе отчет о своих деяниях, целенаправленно выбирают жертву, особо тщательно продумывают как механизм преступления, так и уничтожение улик. Вторые же являются полной противоположностью: они не отличаются ни интеллектом, ни рациональностью, внешне они отталкивают от себя, нелюдимы, стараются избегать контакта (особенно с женщинами), зачастую в их медицинской карте можно обнаружить диагностируемые психиатрами умственные патологии. Совершая убийство, они действуют в результате внезапной неконтролируемой ярости, убивают «первого встречного», практически не избавляются от улик, в качестве которых обычно выступают подручные средства, никакой прогрессии в осуществлении убийств у них нет.

Статистика утверждает, что маньяками чаще всего становятся мужчины в возрасте от 18 до 50 лет. Они могут вести «двойную жизнь», убийца гармонично вписывается в общество, в его поведении невозможно заметить никакого отклонения от нормы и жестокости.

Являются ли серийные убийцы пережитком времен Советского Союза и постсоветской России? В современной России серийниками в большинстве своем становятся группы молодых людей из неполных семей, без постоянного места работы в возрасте от 14 до 30 лет. Доминирующий мотив носит характер самоутверждения. Современные маньяки демонстрируют трупы, части их тел и видеозаписи. Жертвами чаще всего становятся неблагополучные слои общества и пожилые люди.

Именно общество, окружающий мир, родители и сверстники своим отношением рожают склонность личности к жестокости. Необходимо уделять особое внимание диагностике психики человека и стоит обратить особое внимание на неполные и неблагополучные семьи, где ребенок наиболее подвержен стрессовым ситуациям, которые зачастую несут существенную роль в будущем. Я считаю, что на данном этапе развития такой науки как криминология следует уделить глубокое изучение личности серийных убийц для разработки предупредительных мер как со стороны государства, так и со стороны общества в борьбе со столь опасным преступником. К сожалению, в настоящее время выявить маньяка в толпе людей крайне сложно, но в последующих своих работах я собираюсь найти эффективный способ вычисления серийника.

Список литературы

1. Толкачева Л. В. Личность преступника как центральный элемент криминалистической характеристики серийных убийств // III Международная научная конференция «Юридические науки: проблемы и перспективы»: материалы (г. Казань, май 2015 г.). Казань: Бук, 2015. С. 203-207.
2. Карасева М.Ю. Уголовная ответственность за похищение человека // Вестник СевКавГТИ. 2017. №4 (31). С. 148-152.
3. Карасева М.Ю. Криминологическая характеристика субъекта преступления // Экономика и право. XXI век. 2013. №1. С. 85-92.

УДК 343

ТЕРРОРИЗМ – СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЕ

С.С. Рамлова, студент

МГТУ им. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

ramlova00@mail.ru

Важнейшей глобальной проблемой современного мира считается терроризм. Он является одной из основных угроз населению земли. Проблемы и методы борьбы с ним обсуждают на самом высоком уровне. На сегодняшний день не найдено эффективных способов для борьбы с этой проблемой.

Слово «террорист» приобрело негативный смысл уже в ходе Великой французской революции. Позже термин определяется как система правления, основанная на страхе. Более широкое употребление данный термин приобрел к 70-м годам 20 века.

Первые самые известные теракты в России были совершены во времена правления Александра II. 4 апреля 1866 года — Дмитрий Каракозов стрелял в императора Александра II у ворот Летнего сада.

По характеру субъекта террористической деятельности, терроризм делится на: индивидуальный и коллективный. По своим целям терроризм делится на: националистический, религиозный, государственный, международный и ядерный.

Самым известными способами предотвращения терроризма является:

- 1) проведение экономических и политических реформ для повышения жизненного уровня населения
- 2) всеобщая информационная война
- 3) Ужесточение внутренней политики, введение тоталитарного режима над деятельностью граждан, применение к террористам жестких мер наказания (общепринятая мера по борьбе с терроризмом)
- 4) физическое устранение лидеров террористов, проведение репрессивных мероприятий

Современный терроризм представлен южноамериканскими герильеро (участник вооруженных групп в странах 3 мира) и исламскими фундаменталистами. Современные организации оперируют в международных масштабах (используя новейшие достижения в области связи, транспорта, вооружений) и являются источником угрозы для жизни огромного количества людей.

Терроризм уже поразил юг, юго-восток Азии, Европу, Африку, юг Северной Америки и север Южной Америки.

В.В. Путин всегда выступал против терроризма. Он подчеркивает, что за позитивными показателями по уничтожению террористов стоит «спасение жизни людей».

В данной работе рассмотрены основные аспекты терроризма: дано юридическое определение этого явления с точки зрения российского и американского права, проведена его классификация, определены причины и цели терроризма, а также описаны основные меры борьбы с ним и исторические корни терроризма, прослежено его географическое распространение в современном мире. Подчеркнуто, что борьба с терроризмом может вестись только комплексно в сотрудничестве соответствующих служб и организаций всех заинтересованных стран.

УДК 347.661.2

ОСОБЕННОСТИ НАСЛЕДОВАНИЯ РОДИТЕЛЯМИ И ДЕТЬМИ

М.В. Талалай, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Машиностроительные технологии»

talalay@list.ru

Научный руководитель: Н.Е. Тиханова, старший преподаватель

МГТУ им. Н. Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Идея о наследовании и особом положении родителей и детей возникла еще в древности и в первую очередь касалась права собственности на недвижимость: смерть отдельного домохозяина приводила к его замене ближайшим родственником. Одним из старейших видов посмертных распоряжений было распоряжение отца о разделе семейного имущества между детьми — законными наследниками.

В настоящее время в России существует два основания наследования: по закону и по завещанию. Имущество, наследуемое по закону, делится поровну между наследниками той очереди, которая призывается к наследованию. Гражданский кодекс РФ (ГК РФ) устанавливает восемь очередей наследников, в первую очередь входят супруг, дети и родители. При наследовании по завещанию несовершеннолетние или

нетрудоспособные дети наследодателя, его нетрудоспособные родители наследуют независимо от содержания завещания не менее половины доли, которая причиталась бы каждому из них при наследовании по закону (обязательная доля в наследстве).

С другой стороны – ст. 1117 ГК РФ предусматривает случаи, когда из разряда первоочередных или обязательных родители и дети рискуют оказаться в разряде недостойных наследников. Так родители, лишённые родительских прав, являются недостойными наследниками, а, значит, исключаются из списка наследников. Единственным исключением в данной ситуации является восстановление родителей в правах до смерти ребенка. Согласно ст. 71 Семейного кодекса РФ (СК РФ) ребенок, в отношении которого родители (один из них) лишены родительских прав сохраняет имущественные права, основанные на факте родства с родителями и другими родственниками, в том числе право на получение наследства. Такие же права предусмотрены и ст. 74 СК РФ для ребенка, в отношении которого родители (один из них) ограничены в родительских правах. Таким образом, лишение родительских прав, как и их ограничение, никаким образом не ограничивает право ребенка на получение наследства, а родители, лишённые родительских прав, утрачивают подобное право в связи с данным обстоятельством.

Как прямо указано в п. 1 ст. 1117 ГК РФ лишённые родительских прав родители могут быть признаны недостойными наследниками только при наследовании по закону, что означает возможность составления в пользу них завещания – «прощения» недостойного наследника. Совершить завещание технически можно только после лишения родительских прав даже в случае совершения завещания в возрасте от 16 до 18 лет вследствие досрочно приобретенной дееспособности, поскольку в отношении полностью дееспособного лица (в том числе и досрочно) родительские права прекращаются, а, значит, их невозможно лишить [3, с. 107-108].

В соответствии с п. 2 ст. 1117 ГК РФ по требованию заинтересованного лица суд отстраняет от наследования по закону лиц, злостно уклонявшихся от выполнения лежавших на них в силу закона обязанностей по содержанию наследодателя. Алиментная обязанность должна быть подтверждена решением суда о взыскании алиментов, за исключением обязанности родителей по содержанию своих несовершеннолетних детей, которая вытекает из закона. Доказательствами злостности уклонения могут быть: приговор об осуждении за злостное уклонение от уплаты алиментов, справка судебных приставов - исполнителей о задолженности по алиментам [1].

В целом процедура отстранения от наследования касается, прежде всего, недобросовестных родителей и призвана стимулировать их должное поведение. Родители получают все или ничего, в зависимости от своего отношения к детям, и такая поляриность объясняется уникальностью их положения [2, с. 193].

Согласно статье 1147 ГК РФ при наследовании по закону усыновленный и его потомство с одной стороны и усыновитель и его родственники с другой приравниваются к родственникам по происхождению (кровным родственникам). В то же время усыновленный и его потомство не наследуют по закону после смерти родственников по происхождению, а родственники по происхождению не наследуют по закону после смерти усыновленного и его потомства. То есть факт усыновления в делах наследования полностью относит человека к семье усыновителя и разрывает биологическую связь усыновленного со своими родственниками.

Таким образом, особые морально-физиологические связи родителей и детей обуславливают специфику их наследования друг после друга, в том числе в таких тяжелых и нетипичных для общества ситуациях, как усыновление и лишение родительских прав.

Список литературы

1. О судебной практике по делам о наследовании: Постановление Пленума ВС РФ от 29 мая 2012 г. N 9. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
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. Тиханова Н.Е. Основания и механизм признания наследника недостойным // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: История и право. 2014. № 4. С. 105-109.

УДК 347.661.2**ОХРАНА НАСЛЕДСТВЕННОГО ИМУЩЕСТВА И УПРАВЛЕНИЕ ИМ**

О.В. Ильенко, студент

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

woidegreen@bk.ru

Научный руководитель: Н.Е. Тиханова, старший преподаватель

МГТУ им. Н. Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

После открытия наследства должны быть приняты необходимые меры по охране и управлению наследственным имуществом. Делается это уполномоченными лицами в целях защиты прав наследников, предотвращения утраты имущества или получения прибыли от его использования.

Срок принятия наследства составляет шесть месяцев, в течение которых имущество наследодателя находится в уязвимом состоянии (может быть расхищено, утеряно и т.д.). Поэтому возникает необходимость принять меры по охране наследства (охранительные меры), а в некоторых случаях – по управлению им [2, с. 48].

Гражданский кодекс РФ устанавливает круг лиц, уполномоченных на охрану и управление наследством.

1. Нотариус по месту открытия наследства (если имеет место наследование по закону).

«Основы законодательства РФ о нотариате» гласят, что нотариус для обеспечения сохранности наследства вправе принимать меры по собственной инициативе, и обязан делать это при поступлении соответствующего заявления от заинтересованного лица: наследника, отказополучателя, органа опеки и попечительства, кредитора наследодателя и др.

2. Исполнитель завещания – душеприказчик (если указан в завещании). Если функция по исполнению завещания возложена на душеприказчика, он должен в течение месяца со дня открытия наследства выразить свое согласие на исполнение воли завещателя путем подачи нотариусу заявления о согласии, которое будет прилагаться к завещанию. Принять обязательства по исполнению завещания можно и при совершении завещания наследодателем (для этого назначенный исполнитель завещания должен присутствовать при удостоверении завещания). Согласившийся душеприказчик без решения суда не может прекратить исполнение своих обязательств, более того, может быть привлечен к ответственности за их неисполнение или ненадлежащее исполнение.

3. Нотариус по месту нахождения части наследственного имущества (если наследственное имущество находится в разных местах). В данном случае ведущих наследственное дело нотариус по месту открытия наследства делегирует свою обязанность по обеспечению сохранности имущества нотариусу по месту нахождения

части наследственного имущества. Для этого ему необходимо отправить поручение через органы исполнительной власти.

4. Должностные лица органов местного самоуправления и консульские учреждения РФ (если им предоставлено право на совершение нотариальных действий, например, если наследство находится за пределами РФ).

Срок охраны и управления наследственным имуществом определяется уполномоченным на это лицом и зависит от характера и ценности наследства, а также времени, необходимого наследникам для вступления во владение наследством.

Бывают ситуации, когда специфика наследственного имущества такова, что не терпит ожидания вступления в наследственные права, а требует оперативного управления (доли или акции в уставном капитале, предприятие и т.д.). В таком случае нотариус (исполнитель завещания) заключает договор доверительного управления наследственным имуществом. В договоре указываются действия, которые доверительный управляющий вправе совершать в интересах сохранения наследственного имущества (например, участвовать в собраниях или получать дивиденды, принимать решения по вопросам компании).

Охранительные меры и доверительное управление наследственным имуществом осуществляется на возмездной основе. Все расходы по охране наследства и управлению им возмещаются за счет наследства и в пределах его стоимости.

Как видно, правовая регламентация процесса осуществления охранительных мероприятий и управления наследственным имуществом имеет свои особенности, которые целесообразно учитывать и использовать при принятии наследства.

Список литературы

1. Правоведение. Курс лекций / под ред. К.Е. Амелиной. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. 144 с.
2. Тиханова Н.Е. Наследственное право: методическое пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. 52 с.

УДК 343

СЕКСУАЛЬНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕСОВЕРШЕННОЛЕТНИХ И ДЕТСКАЯ ПРОСТИТУЦИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ИХ РЕШЕНИЯ ПО УК РФ

Н.Ю. Проненкова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция,
интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

nina.pronenkova@ya.ru

Научный руководитель: М.Ю. Милаева, преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция,
интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Несомненно, несовершеннолетние в большей степени не защищены и уязвимы воздействию на них со стороны взрослых. Преступления обладают высокой степенью общественной опасности, происходит значимая деформация половой морали детей, а потому прослеживается тенденция к росту заболеваний, снижению уровня образования.

Определения понятия сексуальной эксплуатации нет как в нормативно-правовых актах РФ, так и в юридической литературе. В Уголовном Кодексе РФ возраст согласия на половое сношение определяется по ст. 134 -16 лет. Любой половой контакт, произошедший помимо воли несовершеннолетнего лица, следует квалифицировать по ст. 131, 132, 133 УК РФ независимо от того, было ли обещано вознаграждение. Если

установлено добровольное согласие и воля несовершеннолетнего лица (16-18 лет) получить вознаграждение за услуги, квалифицируется по ст. 240.1 УК РФ.

В административном законодательстве установлена ответственность за занятие проституцией (ст. 6.11 КоАП РФ). Ответственность по данной статье наступает в 16 лет, значит, законодатель считает реальным понимать и осознавать противоправность своих действий, а именно вступления в половую связь за вознаграждение. Исключения могут составить лишь лица с задержкой интеллектуального развития несовершеннолетнего или же введение в заблуждение, введение лица в опьянение, которые будут потенциальными жертвами педофилов. Таким образом, сложно признать несовершеннолетнего лица (16-18 лет) потерпевшим в преступлении по ст. 240.1 УК РФ еще и по причине корыстных целей получения вознаграждения от деятельности.

Основным фактором очень скудной судебной практики по делам, возбужденным по ст. 240.1 УК РФ, являются действия, основанные на добровольности виновного, потерпевшего и третьего лица, осуществляющего организацию деятельности за вознаграждение. По причине сокрытия информации о деянии потерпевшим и виновным приближает латентность этого преступления к 100 %.

Рассмотрев проблематику, можно выделить факторы, толкающие несовершеннолетних на совершение преступления или становления его жертвой. С каждым годом дети взрослеют все раньше и раньше, что способствует и росту криминогенности. Все эти факторы тесно связаны между собой: 1. Культурологический фактор. 2. Экономический фактор: низкий доход в семье, безработица, отсутствие социальной помощи от государства. 3. Фактор, определяющий сферу развлечений для определенной части населения. 4. Нравственный фактор. 5. Одним из факторов является семейный. 6. Медицинский фактор. 7. Фактор латентности преступлений. 8. Сложности возвращения к обычному образу жизни.

Таким образом, законодательство предусматривает защиту несовершеннолетних от посягательств на них, вовлечения в сферу проституции. Однако не все статьи четко отражают особенности регулирования данной сферой, а практика имеет высокий уровень латентности преступлений, что является большой проблемой, которая может привести к возможности ухода от ответственности.

Список литературы

1. Алихаджиева, И.С. Проблемы квалификации получения сексуальных услуг несовершеннолетнего и иных преступлений, представляющих опасность для сексуальной сферы несовершеннолетних // Современное право. 2014. № 12. С. 117-122.
2. Карасёва М. Ю. Уголовная ответственность за похищение человека // Вестник СевКавГТИ. 2017. № 4(31). С. 148-152.
3. Карасёва М.Ю. Криминологическая характеристика субъекта преступления // Экономика и право. XXI век. 2013. № 1. С. 85-92.

УДК 342**ПРАВОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ АДМИНИСТРАТИВНО-ПРАВОВОГО СТАТУСА СУБЪЕКТОВ АДМИНИСТРАТИВНОГО ПРАВА**

Н.С. Бондарев, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция,
интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

nikita55577@gmail.com

Научный руководитель: Е.Д. Костылева, к.ю.н. доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция,
интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Вопрос о субъектах административного права является одним из важнейших, так как они выступают участниками административно-правовых отношений, т. е. решают задачи и осуществляют функции исполнительной власти, координирующие, распорядительные, контрольно-надзорные полномочия в области государственного управления и местного самоуправления, рассматривают дела о правонарушениях, совершаемых физическими и юридическими лицами в хозяйственной, налоговой, финансовой, таможенной сфере, строительстве, сфере общественного порядка.

Субъект административного права – это лицо, обладающее определенным административно-правовым статусом, имеющее возможность и способное вступать в административно-правовые отношения по собственной воле или в силу юридической обязанности, возлагаемой на него правовой нормой.

Субъектов административного права принято классифицировать на индивидуальные и коллективные. Индивидуальными субъектами являются граждане РФ иностранные граждане и лица без гражданства. Эти лица не состоят в устойчивых, непрерывных организационных отношениях с органами исполнительной власти или публичного управления. Субъектами административно-правовых отношений граждане становятся, например, в силу необходимости совершения какого-либо действия, выполнения установленной для них обязанности, получения разрешения (лицензии) соответствующего государственного органа, оспаривания в суде действий (бездействия) или решения органов исполнительной власти, нарушающих права, свободы и законные интересы (на гражданина налагается административное взыскание за совершенное административное правонарушение; он направляет жалобу в суд на действие должностного лица, нарушившего его право или ограничившего его свободы; граждане учреждают общественное объединение и т. д.). К индивидуальным субъектам административного права относятся также государственный служащий или должностное лицо. Они занимают государственные должности в государственных органах власти, находятся в устойчивых и непрерывных организационных отношениях с указанными органами; их статус одинаковым образом регламентирован нормативными правовыми актами; они осуществляют компетенцию государственных органов и имеют для этого соответствующие государственно-властные полномочия; выполняют действия и принимают решения от имени государственных органов (при этом они — индивидуальные субъекты права).

Коллективные субъекты административного права — это группы людей, являющиеся организациями, которые выступают во внешних отношениях как самостоятельный субъект права; порядок их создания и деятельность регламентированы нормативными правовыми актами. В административно-правовых отношениях коллективные субъекты права действуют от своего имени; законы и иные нормативные правовые акты предоставляют им права и возлагают на них конкретные обязанности. К

числу коллективных субъектов административного права относятся создаваемые в течение нескольких последних лет государственные корпорации.

Субъект административного права всегда является субъектом права. Одни и те же субъекты права могут одновременно быть субъектами различных отраслей права, в том числе публичного административного права, иными словами, один и тот же гражданин может быть субъектом как гражданского, так и административного или уголовного права. Суть соответствующих правоотношений раскрывается через понятие правоспособности, ее характер, содержание и объем.

Административная правоспособность и административная дееспособность — главные составляющие административно-правового статуса субъектов административного права. Административная правоспособность — вид общей правоспособности субъекта права. Последняя представляет собой установленную законодательством и гарантированную государством возможность конкретного субъекта права (гражданина, государственного органа, государственного служащего, должностного лица, хозяйственного общества, некоммерческой организации и т. д.) вступать в различные правоотношения. Правоспособность — это возможность приобретать соответствующие права и исполнять обязанности, совершать действия и принимать решения, возбуждать административные производства и рассматривать дела об административных правонарушениях, нести ответственность в случае нарушения правовых норм и несоблюдения установленных законом требований. Таким образом, правоспособность служит условием возникновения реальных правоотношений, предпосылкой приобретения каждой из сторон этих правоотношений конкретных прав и обязанностей. Реализация прав и обязанностей субъекта административного права обеспечивается наступлением юридических фактов, образующих правоотношения.

Список литературы

1. Костылева Е.Д. Принцип единства органов государственной власти Российской Федерации, в решениях Конституционного Суда РФ // Социально-политические науки. 2018. № 5. С. 136-138.
2. Костылева Е.Д. Проблемы судебной защиты прав человека, обеспечивающих нравственно-духовную ценность личности, в Российской Федерации // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. 2016. № 1. С. 93-98.
3. Костылева Е.Д. Понятие, виды и источники европейских международно-правовых стандартов в области прав человека // Право и государство: теория и практика. 2007. № 7 (31). С. 24-28.

УДК 347.91

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ В ПРОЦЕССУАЛЬНЫХ ДОКУМЕНТАХ

И.А. Глебова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

GlebovaIrinaa@yandex.ru

Научный руководитель: Н.А. Сафонова, преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Под напором новых технологий вынуждена меняться и консервативная судебная система. Современные этапы развития информационных технологий не могли не оказать существенного влияния на ее деятельность. Так, с января 2017 г. вступили в силу

масштабные изменения в Гражданском процессуальном кодексе РФ, которые коснулись вопросов применения электронных документов в деятельности судов [2, с.176].

В настоящее время одним из основных условий законного и эффективного документооборота между субъектами хозяйствования и государственными органами является применение электронной цифровой подписи, засвидетельствованной усиленным сертификатом. Судебная система также активно использует современные технические средства дистанционного представления документов.

Электронная цифровая подпись (далее - ЭЦП) являет собой вид электронной подписи, приобретенный в результате криптографического преобразования набора электронных данных, который присоединяется к данному набору или логически с ним соединяется и дает возможность засвидетельствовать его целостность и идентифицировать личность подписавшегося.

ЭЦП применяется юридическими и физическими лицами как аналог собственноручной подписи. Юридическая сила электронного документа, подписанного ЭЦП, равносильна юридической силе бумажного документа с подписью уполномоченного лица и печатью.

Применение ЭЦП разрешает существенно сберечь время при обмене документацией, освобождает от необходимости заверять документы у нотариуса, понижает риск финансовых потерь из-за плохо защищенного документооборота и деловой переписки. Также ЭЦП применяется при участии в электронных торгах и при подаче отчетности в контролирующие органы. При использовании электронных документов, подписанных ЭЦП, можно оперативно проводить сделки независимо от географического расположения сторон. Также ЭЦП может быть подписано несколько связанных между собой электронных документов, объединенных в пакет, и при этом каждый из них считается подписанным данной подписью [3, с 48].

Кроме того, после принятия и вступления в силу изменений в процессуальные кодексы, на систему полного электронного документооборота должна перейти и судебная система в связи с чем, станет возможным подать иск и другие документы в электронном виде, а также оперативно получать от суда процессуальные документы, не обращаясь к бумажным носителям.

Для каждой ЭЦП создаются два ключа – личный и открытый. С помощью личного ключа документ подписывается и доступен он только автору. Открытый ключ является общедоступным (содержится в специализированном справочнике), чтоб другие лица смогли проверить подпись автора. ЭЦП накладывается с помощью личного ключа и проверяется с помощью открытого ключа.

ЭЦП и обязательный подтверждающий сертификат можно получить в аккредитованных центрах сертификации ключей электронной цифровой подписи.

В конце 2016 года судебный департамент при ВС РФ определил порядок подачи документов в суд в электронном виде, изложив его в 2 приказах (далее — Приказы):

- «Об утверждении Порядка подачи в федеральные суды общей юрисдикции...» от 27.12.2016 № 251;

-«Об утверждении Порядка подачи в арбитражные суды...» от 27.12.2016 № 252.

Электронная подача документов в суд разрешает юридическим и физическим лицам передавать исковые заявления и сопровождающие им приложения, применяя возможности телекоммуникационных каналов связи. Адресоваться в суд можно через ГАС «Правосудие» и сервис «Мой арбитр». Документы, передаваемые на рассмотрение, должны быть подписаны ЭЦП заявителя. Также законодательно зафиксированы случаи, когда усиленную квалифицированную электронную подпись непременно устанавливают и на электронных образах.

Представители физических и юридических лиц также могут создать личный кабинет и подавать документы в отношении одного и более представляемых.

Порядком подачи в ВС РФ документов в электронном виде, в том числе в форме электронного документа установлено, что в рамках гражданского, административного, уголовного судопроизводства и судопроизводства в арбитражных судах обращения (иски, заявления, жалобы, ходатайства и т. д.) направляют через личный кабинет, созданный в информационной системе официального сайта ВС РФ (<http://www.vsrfl.ru>).

Таким образом, кодексы предусматривают, что участник дела сможет получать от суда любые документы по его делу на свой официальный электронный адрес, если он зарегистрирован в ЕСИТС. Так же кодексами детализировано, что лица, которые зарегистрировали официальные электронные адреса в ЕСИТС, могут подавать процессуальные и другие документы, совершать иные процессуальные действия в электронной форме исключительно с помощью системы.

Вышеперечисленное осуществляется с помощью электронной цифровой подписи, приравненной к собственноручной.

Удобство использования ЭЦП в гражданском процессе неоспоримо. Информация о доступности собственной ЭЦП для граждан должна распространяться через средства массовой информации, что позволит расширить количество случаев применения ЭЦП не только юридическими лицами и государственными органами, но и гражданами.

Список литературы

1. Арбитражный процессуальный кодекс Российской Федерации от 24.07.2002 № 95-ФЗ (ред. от 25.12.2018)
2. Гражданский процессуальный кодекс Российской Федерации. Комментарий последних изменений. М.: Юрайт, 2018.
4. Вехов В.Б. Электронные доказательства: проблемы теории и практики // Научно-практический журнал «Правопорядок: история, теория, практика». 2016. № 4 (11). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnye-dokazatelstva-problemy-teorii-i-praktiki> (дата обращения (15.04.2019)).

УДК 341

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПРАВОВЫЕ СТАНДАРТЫ И ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ПРАВ ЖЕНЩИН

В.В. Ботвина, О.И. Минакова, студенты

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

botvina_nika@bk.ru

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

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Приоритетным элементом политики любого современного государства принято считать защиту прав и свобод человека. Однако именно защита прав женщин на данный момент является одним из наиболее острых вопросов международного права. Законодательная база по этому вопросу достаточно обширна. Существуют международные организации, чьей главной целью является защита прав и свобод человека, не зависимо от возраста, пола, расы, национальности или религиозной принадлежности: Европейский суд по правам человека, различные организации ООН и тд. Данные организации занимаются вопросами нарушения прав человека или группы людей в определенных областях, таких как культура, образование, трудовая деятельность. Помимо данных организаций, специализирующихся на правах человека в целом,

существует ряд других обществ, главной задачей которых является защита прав женщин. Ими являются: Организация по защите прав женщин UN Women, Women's Environment and Development Organization, International federation of University Women и другие. Эти организации выделяют материальную помощь, предоставляют гранты на образование, оказывают психологическую и юридическую помощь женщинам. Вопросам дискриминации женщин посвящены многие научные работы. Деятели в большинстве случаев придерживаются позиции, что защита прав женщин является частью общей проблемы искоренения неравенства и дискриминации в отношении женщин в обществе, а также необходимым элементом защиты прав человека в целом. Данная проблема остается чрезвычайно актуальной, поэтому она постоянно фигурирует в повестке заседаний органов ООН.

Действительно, защита прав и свобод человека является приоритетной задачей для всего мирового сообщества. Большое значение имеет тот факт, что законодательная база по этому вопросу заложила основу для самостоятельного направления международно-правового сотрудничества по вопросу достижения равноправия между мужчинами и женщинами. Международно-правовая база, обеспечивающая сотрудничество государств, закрепляет вопросы о ликвидации всех форм дискриминации в отношении женщин и направлена на осуществление равенства прав женщин и мужчин в той или иной области жизни каждого человека. Однако на практике все обстоит сложнее.

Правовое закрепление прав женщин существует, однако патриархальные устои, складывавшиеся веками, сохраняются во многих странах. До сих пор существует разделение на «женские» и «мужские» профессии, субъективное отношение при приеме на работу, выражающееся в предпочтении к мужчинам-работникам, а также разница в оплате женского и мужского труда. Но человеческий фактор является далеко не единственной проблемой в решении этого вопроса. Различные системы государства, его экономика, в некоторых ситуациях, просто не дают возможности реализовывать и защищать женщинам свои права.

Список литературы

1. Милль Д.С. О подчиненности женщины. / Пер. с англ. Н. Михайловского/ СПб.: Издание книгопродавца С. В. Звонарева, 1869.
2. Адриановская Т.Л. Правовая защита женщин от дискриминации в области труда и занятости // Сборник научных статей. 2004. Краснодар: Юрид. центр Пресс, 2004.
3. Лапшина И.Е. Конституционное право зарубежных стран в вопросах и ответах. М. : Проспект, 2005.

УДК 343.98

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-ТЕХНОЛОГИЙ В СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ

А.А. Ракова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

a.rakova@mail.ru

Научный руководитель: В.Б. Вехов, к.ю.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

На современном этапе развития науки и техники, в сложных условиях борьбы с преступностью компьютеризация деятельности органов расследования приобретает исключительно важное значение [1]. Начиная от дорожных аварий до убийств, 3D-

технологии доказали свою эффективность в процессе расследований происшествий, восстановлением необходимых доказательств и последующем более результативным заключением эксперта.

Область применения 3D-технологий в судебно-экспертной практике довольно широка: 1) Судебная медицина и судебная антропология - для реконструкции последовательности и характера телесных повреждений, фиксации и исследования раневых каналов, реконструкции лица по черепу, возрастной реконструкции, для реконструкции и последующей идентификации неопознанных трупов, подвергшихся сильной постмортальной деформации. Была разработана методика определения пола жертвы на основе компьютерного анализа 3D изображения черепа; 2) Биометрическая идентификация - идентификация лица по изображению или черепу (даже составление фотокомпозиционного портрета сегодня осуществляется с помощью специальных компьютерных программ и в 3D-формате) и даже по ушной раковине; 3) Осмотр места происшествия - обнаружение, фиксация и изъятия объектов на месте происшествия, реконструировать объекты разных размеров (от следов ног, рук, до следов укуса на мягких тканях человека, при этом, не повреждая ДНК) и последующая реконструкция места происшествия; 4) Опознавание - для лучшего опознания подозреваемых используют технологии виртуальной реальности, вместо 2D фотографий, данная технология применяется так же и для проверки показаний на месте или при судебно-психологической экспертизы достоверности показаний; 5) Компьютерное моделирование для ситуалогической экспертизы - реконструкция события преступления на основе анализа и обобщения различных первичных данных (протоколов осмотра места происшествия, допросов и других следственных действий) и заключений экспертов для автоматизации и доступной наглядности судебно-экспертного исследования [2].

Все вышеперечисленные методы 3D-технологий позволяют не только более эффективно решать задачи, традиционно встающие перед судебным экспертом, но и приступить к решению принципиально новых задач в сфере правоохранительной деятельности, оптимизируя весь процесс всестороннего и результативного расследования преступлений. Такого рода заключения экспертов также будут иметь совершенно другой эффект представления доказательственной базы по делу уже в суде, перед судьями или присяжными заседателями.

Список литературы

1. Вехов В.Б. Автоматизированные методики расследования преступлений как новое направление в криминалистической технике // Известия ТулГУ. Экономические и юридические науки. Вып. 3. Ч. II. Юридические науки. Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. С. 8-11.
2. Пискунова Е.В. Использование 3D-технологий в криминалистике и судебной экспертизе // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Государство и право: Реферативный журнал. 2014. № 4. С. 153-164. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/2014-04-042-ispolzovanie-3-d-tehnologiy-v-kriminalistike-i-sudebnoy-ekspertize-referativnyy-obzor> (дата обращения 29.04.2019).

УДК 347

ЗАКОН О ЗАКРЫТОМ СЕГМЕНТЕ РУНЕТА

Т.С. Никитина, студент

nikitinattt@yandex.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Аэрокосмический факультет

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

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденции, интеллектуальной собственности и судебной экспертизы»

В апреле 2019 года Советом Федерации был принят закон о внесении изменений в Федеральный закон «О связи» и Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации». Большинство жителей РФ не до конца понимают, что означает данный закон. Авторами - А.Клишасом, Л.Боковой, А.Луговым предлагается следующее:

- создать инфраструктуру, которая позволит обеспечить работоспособность российских интернет-ресурсов в случае невозможности подключения российских операторов связи к зарубежным корневым серверам;
- создать возможность для минимизации передачи за рубеж данных, которыми обмениваются между собой российские пользователи;
- операторы связи обязываются при возникновении угрозы обеспечить возможность централизованного управления трафиком;
- возможность установки на сетях связи технических средств, определяющих источник трафика, с помощью которых можно будет ограничить доступ к ресурсам с запрещенной информацией;
- проведение регулярных учений органов власти, операторов связи и владельцев технологических сетей по выявлению угроз и отработке мер по восстановлению работоспособности российского сегмента сети.

Лица, обязанные обеспечивать целостность Российского сегмента рунета: операторы связи, собственники или владельцы технологических сетей связей, собственники или владельцы точек обмена трафиком, собственники или владельцы линий связей, пересекающих границу России.

Основным субъектом-исполнителем станет Роскомнадзор, который возьмёт на себя управление российским сегментом интернета при возникновении угроз его стабильной работе. Определять виды угроз и меры по их устранению будет правительство РФ. Для реализации закона будет создана национальная система получения информации о доменных именах. Она нужна для того, чтобы при необходимости россияне не почувствовали отключения от иностранных корневых серверов.

Данный закон вводит новые понятия, такие как «точка обмена трафиком» и «номер автономной системы». *Точка обмена трафиком* — это физическое место, где соединяются между собой сети различных организаций. Упрощенно — это зал, где стоят стойки с коммутаторами и много-много проводов, в котором как на бирже предлагаются маршруты движения пакетов информации. *Номер автономной системы* — это обозначение сетевой структуры, которая принадлежит одной административной единице, и которая имеет соединения более чем с одним интернет-провайдером, таким образом обладает определенной самостоятельностью и самодостаточностью.

Подводя итог, можно сделать вывод: в России будет создана своя система доменных имен, которая, в случае отключения от глобальной сети, позволит пользователям сохранить конфиденциальность персональных данных. Данные меры необходимы в современном мире, так как нужно обеспечивать безопасную и устойчивую работу всей инфраструктуры российского сегмента рунета в случае каких-либо

информационных атак со стороны других стран. Также это позволит обеспечить устойчивое развитие экономики.

Список литературы

1. Федеральный закон «О связи» от 07.07.2003 № 126-ФЗ.
2. Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».
3. Правоведение. Курс лекций [К.Е. Амелина и др.]. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. 144 с.

УДК 347.6

НАСЛЕДСТВЕННЫЙ ФОНД В РОССИЙСКОМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВЕ

А.М. Давудова, специалист

МГТУ им. Н. Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Amina.Davudova@mail.ru

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

МГТУ им. Н. Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

1 сентября 2018 года в России вступил в силу Федеральный закон от 29.07.2017 N 259-ФЗ «О внесении изменений в части первую, вторую и третью Гражданского кодекса Российской Федерации», нормы которого регулируют возможность создания гражданами наследственного фонда. Инициатором данной новации, которая расширяет возможности граждан по распоряжению их имуществом на случай смерти, стала группа депутатов Государственной Думы РФ во главе с председателем Комитета по государственному строительству и законодательству Павлом Крашенинниковым.

Наследственным фондом признается создаваемый во исполнение завещания гражданина и на основе его имущества фонд, осуществляющий деятельность по управлению полученным в порядке наследования имуществом этого гражданина бессрочно или в течение определенного срока. Неотъемлемой частью завещания, условия которого предусматривают создание такого фонда, являются решение завещателя об учреждении наследственного фонда, устав фонда, а также условия управления фондом (статья 123.20-1 ГК РФ). Фонд создаётся после смерти гражданина, на условии, что это предусмотрено его завещанием. Ему может быть передано любое имущество: наличные деньги, ценные бумаги, недвижимое имущество, доли в компаниях и предметы искусства. В соответствии со статьей 1116 ГК РФ наследственный фонд является новым субъектом наследования по завещанию наравне с гражданами, юридическими лицами, публичными образованиями.

Действует особый порядок создания данной разновидности юридического лица. Условия и правила управления наследственным фондом определяет наследодатель еще при жизни, фиксируя их в своем решении об учреждении фонда. Решение наследодателя отражается в его завещании, которое удостоверяется нотариально. Отдельные условия функционирования наследственного фонда отражаются в уставе. Чтобы фонд начал работать, он должен быть учрежден.

Учреждение фонда после смерти гражданина осуществляется нотариусом, либо судом (по требованию душеприказчика или выгодоприобретателя) в случае, если нотариус не исполняет свои обязанности по созданию наследственного фонда. После смерти гражданина нотариус, ведущий наследственное дело, в течение трех дней с момента открытия наследственного дела направляет в уполномоченный государственный орган заявление о регистрации наследственного фонда. К заявлению он прикладывает

решение наследодателя об учреждении фонда. Предварительно нотариус должен предложить лицам, указанным в решении, войти в состав его органов и получить их согласие на это. При согласии указанных лиц нотариус направляет сведения о них в уполномоченный государственный орган (п.3 статья 123.20-2 ГК РФ). После создания фонд призывается к наследованию по завещанию в порядке, предусмотренном гражданским законодательством РФ.

Деятельность фонда начинается сразу после создания, без полугодового периода, который дается наследникам на вступление в наследство. Имущество фонда включает только имущество наследодателя и то имущество, которое появилось исключительно в результате собственной деятельности фонда. Никакие имущественные вклады со стороны не возможны.

В наследственном фонде необходимы управляющие органы, круг которых определяется завещателем заранее. Управляет фондом единоличный исполнительный орган, есть возможность создания коллегиального исполнительного органа. Членом этого органа в обоих случаях может быть как физическое, так и юридическое лицо. Исключение составляют выгодоприобретатели, которым закон запрещает входить в исполнительный орган, однако разрешает войти в состав попечительского совета и высшего коллегиального органа. Порядок изменения состава органов управления определяется уставом наследственного фонда, может быть изменён в судебном порядке.

Фонд прекращает деятельность по решению суда, при наступлении окончания срока, на которой он был создан, по причине невозможности формирования органов фонда, по иску государственного органа. Имущество фонда, оставшееся после ликвидации, переходит к выгодоприобретателям, а если они неизвестны, в собственность РФ.

Выделяют преимущества и недостатки наследственных фондов. Принятие закона о возможности учреждения наследственного фонда определенно способствует повышению привлекательности юрисдикции страны и возможности отказаться от вывода своих активов за рубеж. Благодаря фонду завещанное наследодателем дело начинает функционировать по истечении трех дней с открытия наследственного дела, без опасных для него простоев. Также значительным преимуществом является то, что имущество будет передаваться завещателем для конкретных целей, так как наследственный фонд позволяет не только сохранять имущество, но и приумножать его при условии грамотного управления. Однако при всех достоинствах, есть и недостатки этого правового института. Большую сложность представляет внесение изменений в устав и условия управления фондом (только через суд). Нововведения налагают на нотариусов новые обязанности, неисполнение которых может привести к неблагоприятным последствиям. Немалый недостаток заключается и в том, что на данный момент наследственный фонд противоречит ФЗ "О некоммерческих организациях", так как явно не несёт собой общественно полезных целей. Необходимо отметить, что фонд нельзя учредить при жизни. Также отсутствует возможность создания супругами совместного наследственного фонда.

С появлением новой правовой конструкции - наследственного фонда, граждане России получили возможность защитить свое имущество после смерти, но процесс внедрения этой формы управления имуществом в жизнь окончательно еще не доработан.

Список литературы

1. Федеральный закон «О внесении изменений в части первую, вторую и третью Гражданского кодекса Российской Федерации» от 29.07.2017г. №259-ФЗ. Режим доступа: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_221221/.

2. Виноградова Т.С. Создание наследственного фонда по нормам гражданского кодекса Российской Федерации // Аллея Науки. 2018. № 10(26).
3. Правоведение. Курс лекций [К.Е. Амелина и др.]. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. 144 с.

УДК 346.242

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ВОЙНЫ: МЕЖДУНАРОДНО-ПРАВОВОЙ АСПЕКТ

Р.Н. Айсин, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

aysin_r@mail.ru

Н.А. Каширин, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

NIKOLAY.KASHIRIN.99@mail.ru

А.Д. Пруднов, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

AndreyPrudnov@yandex.ru

Информация является отличным средством психологического воздействия на сознание человека. С появлением первых средств массовой информации (далее СМИ), она стала незаменимым орудием политиков.

И посредством информации политики стали манипулировать общественным мнением и добиваться своих целей, что можно расценивать как информационную войну. Информационная война — это воздействие на гражданское население и военнослужащих другого государства путём распространения определённой информации [1].

Существует две необходимых составляющих любой информационной войны: наличие СМИ и информации, подаваемой с использованием различных психологических приемов манипуляции.

Приемы манипуляции, с использованием СМИ были разработаны еще в начале 20-го века. С развитием науки и техники, контролировать сознание людей становится все проще. Так, в глобальной сети уже полным ходом применяются технологии воздействия на сознание человека. И главной опасностью, на взгляд авторов, является отсутствие всякой цензуры. Часто в социальных сетях можно увидеть призывы к насилию, расовой и религиозной дискриминации. Повторение подобной информации с достаточной частотой, закрепляют её в массовом сознании, и приводит к разложению общества, уничтожению государства.

В целях обеспечения безопасности, в Российской Федерации создаются закрытые административно-территориальные образования (ЗАТО), например, такие как город Мирный Архангельской области, город Знаменск Астраханской области и другие. В этих городах производят не только, различные виды ядерного оружия, но и точные приборы, и электронику. Они являются необходимыми составляющими современных ЭВМ, которые обеспечивают защиту Российского интернета [2].

Однако, обеспечение контроля над средой интернет, также не является гарантией защиты человека. Воздействие на его сознание может исходить не только извне, но и изнутри. Так, правительства нередко применяют методы запугивания населения, создавая образ внешнего врага, тем самым увеличивая полицейский контроль над обществом.

На сегодняшний день, информационная война не имеет правовой регламентации. В «праве войны» отсутствуют, какие-либо упоминания о ней. Данная ситуация, на взгляд авторов, является серьезным пробелом, поскольку от последствий подобных войн, в большей степени страдает гражданское население. Ведение таких войн нарушает права человека, закрепленные в статьях Всеобщей Декларации прав человека. Например, право на свободу мысли, совести и религии.

Неудивительно, что некоторые ученые призывают к подписанию соответствующих международных договоров в сфере ведения информационных войн, чтобы ограничить их применение рамками права.

Существует ряд международных актов, которые можно использовать в качестве законодательной базы, для дальнейшей регламентации информационных войн. В первую очередь, следует упомянуть такие, основополагающие акты, как Декларация прав человека, Конвенция ООН и Конвенция Совета Европы по правам человека. Они устанавливают пределы вмешательства в частную жизнь со стороны государства и других субъектов.

Список литературы

1. Информационная война как вид манипуляции. Режим доступа: <http://human.snauka.ru/2017/06/24211> (дата обращения. 01.05.2019)
2. Лапшина И.Е. Законодательное ограничение прав человека в закрытых административно-территориальных образованиях // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2014. Т. 26. С. 566–570.

УДК 346.242

МЕЖДУНАРОДНО-ПРАВОВАЯ РЕГЛАМЕНТАЦИЯ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ РАБОТОТГОВЛЕ И ТОРГОВЛЕ ЛЮДЬМИ

Храмцова Е.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

ekaterina.khramtsova@list.ru

В современном мире принцип свободы и неприкосновенности личности законодательно закреплен в основных международных правовых актах. Согласно Всеобщей декларации прав человека, никто не должен содержаться в рабстве или в подневольном состоянии, а рабство и работорговля запрещаются во всех их видах [1].

Термин «рабство» определяют как форму общественных взаимоотношений, при которых один человек находится в собственности у другого. Зачастую рабство является последствием такого явления, как работорговля, то есть продажа и покупка людей в рабство.

Существует несколько форм рабства. К ним можно отнести трудовое рабство, детский труд на сельскохозяйственных работах, шахтах и заводах, сексуальное рабство, использование рабского труда в вооруженных конфликтах и другие.

Работорговля в той или иной степени присутствует практически во всех странах мира, однако в странах Азии, Африки и Латинской Америки данная проблема стоит особенно остро.

В Российской Федерации права и свободы человека имеют законодательное закрепление. В частности, права и свободы, изложенные во Всеобщей декларации прав человека и Международном пакте о личных(гражданских) и политических правах, нашли свое отражение во второй главе Конституции РФ. [2] Работорговля и рабство в Российской Федерации являются уголовными преступлениями. Однако, несмотря на это,

по данным Глобального индекса рабства в России на сегодняшний день около 800 тысяч человек находятся в рабстве.

Наиболее массовые случаи работорговли связаны с нелегальными мигрантами. В частности, ситуация с рынками рабов в Ливии является ярким примером подобного явления.

Сегодня активную деятельность по борьбе с работорговлей ведут следующие организации: Организация объединенных наций, Организация по безопасности и сотрудничеству в Европе, Международная организация труда, Альтернатива и другие.

Впервые вопрос о работорговле был поднят в 1815 году на Венском конгрессе. Итогом рассмотрения данного вопроса стала Декларация об отмене торговли рабами. Следующим шагом стало принятие на Брюссельской конференции Генерального Акта по борьбе с работорговлей. В XX веке проблемой работорговли и использования рабского труда занялась Лига наций. 25 сентября 1926 года была подписана Конвенция о рабстве, закрепляющая за государствами обязательства по отмене рабства в кратчайший срок. После событий Второй мировой войны вместо Лиги наций начинает функционировать новая организация – ООН. При ООН создается Специальный комитет по вопросам рабства. [3]

Во многих слаборазвитых странах основной причиной работорговли является коррумпированность правоохранительных органов. Часто работорговцы находятся в сговоре с представителями правоохранительных органов, делят с ними часть прибыли от криминального бизнеса. Таким образом жертвы оказываются незащищены от противоправных действий работорговцев.

Изучая вышеприведенные факты, можно сделать вывод, что побороть работорговлю, действуя исключительно на государственном уровне, невозможно. Именно поэтому имеется острая необходимость в действиях международных организаций в данной области. Большинство государств-членов ООН являются участниками протокола о предупреждении и пресечении торговли людьми, особенно женщинами и детьми, и наказании за нее, дополняющего Конвенцию ООН против транснациональной организованной преступности. Но для полноценной борьбы с работорговлей необходимо урегулировать множество вопросов. Например, рассмотреть проблему незаконной миграции, противодействовать перевозчикам нелегальных мигрантов, производить расследования зафиксированных случаев торговли людьми и использования рабского труда, а также принимать меры по устранению последствий работорговли. Эффективная борьба с работорговлей возможна только при создании всесторонней транснациональной стратегии, включающей в себя отвечающую современным стандартам систему расследования преступлений подобного рода и привлечение к ответственности за данные преступления.

Список литературы

1. Всеобщая декларация прав человека (принята на третьей сессии Генеральной Ассамблеи ООН резолюцией 217 А (III) от 10 декабря 1948 г.) // Российская газета. 10 декабря 1998 г.
2. Лапшина И.Е. Конституционное право Российской Федерации. М., 2016.
3. Лебединец И.Н. Генезис международно-правового регулирования борьбы с рабством, работорговлей и другими формами торговли людьми // Актуальные проблемы российского права. 2016. № 3.

УДК 347.4**КУПЛЯ-ПРОДАЖА ПРЕДПРИЯТИЯ**

К.О. Ермолин, специалист

МГТУ им. Н. Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

ermolin.kirill@inbox.ru

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

МГТУ им. Н. Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Купля-продажа предприятия является одной из сложнейших видов гражданско-правовых сделок. В соответствии с п. 1 ст. 132 ГК РФ предприятием как объектом прав РФ признается имущественный комплекс, который используется для осуществления предпринимательской деятельности.

Источниками правового регулирования купли-продажи предприятия следует выделить: нормативно-правовые акты (НПА), подзаконные акты, а также инструкции и документы, по которым оформляется сделка.

Рассмотрим подробнее нормативно-правовые акты (НПА). Из НПА нас интересует, в первую очередь, §8 главы 30 IV раздела ГК РФ (ст. 559-566), касающийся продажи предприятия, где рассматриваются основополагающие вопросы купли-продажи (договор продажи предприятия, его форма и регистрация, права кредиторов при продаже и прочее). Также важна ст. 132 ГК РФ, дающая основную информацию о понятии «предприятие».

Наиболее важным аспектом при продаже предприятия является договор. Договор купли-продажи предприятия имеет две особенности. Первая - он всегда сопровождается уступкой прав требований продавца покупателю. Вторая - продавец переводит на покупателя долги. Это требует согласия кредиторов (кредитор - субъект, один из участников гражданского правоотношения, который в этом обязательстве имеет право потребовать от другого участника такого правоотношения — заёмщика определённого поведения), их права в процессе продажи предприятия регулируются ст. 562 ГК РФ. Согласие кредиторов на саму продажу предприятия не требуется, но при этом, если кредитор, после обязательного уведомления его об этом, не согласен с передачей этого предприятия новому лицу, он вправе потребовать прекращения обязательства, т.е. вправе потребовать признание договора продажи предприятия недействительным, частично или полностью.

Предметом договора может являться как предприятие, так и его часть. Договор может быть любой формы, предусмотренной для совершения сделок (ст. 434 ГК РФ). Он заключается либо в письменной форме путем составления одного документа, к которому прилагается все необходимая сопутствующая документация, к примеру, акт инвентаризации, либо в электронной форме. Сторонами договора могут быть как предприниматели (частные и юридические лица), так и государство. По договору продажи предприятия продавец не вправе передавать свои права на собственность другим лицам. При оформлении договора важную роль играет нотариус - должностное лицо, уполномоченное оформлять различные юридические акты и документы. Фактически, именно нотариус письменно заверяет (регистрирует) сделку купли-продажи.

Перед заключением договора купли-продажи предприятия стоит обратить свое внимание на так называемый предпродажный аудит. Предпродажный юридический аудит представляет собой системный процесс правовой оценки объективных данных деятельности проверяемой компании и выполняется в несколько основных этапов, на каждом из которых выполняется проверка определенной области учета фирмы: правовой, финансовый, налоговый аудиты и оценка стоимости предприятия.

Процесс заключения договора купли-продажи предприятия можно условно разделить на несколько этапов. Первый этап - принятие решения о продаже уполномоченным органом юридического лиц. Вторым этапом считается подготовка документов, которые являются неотъемлемой частью договора купли-продажи предприятия (п. 2 ст. 561 ГК РФ). Третьим этапом является обязательное уведомление кредиторов о продаже предприятия. Четвёртый этап - подписание договора купли-продажи предприятия обеими сторонами. Пятым этапом будет фактическая передача имущественного комплекса покупателю, и шестым этапом - государственная регистрация перехода права собственности на предприятие.

Рассмотрим вопрос о переходе права собственности на предприятие более подробно. Согласно п. 1 ст. 564 ГК РФ право собственности на предприятие переходит к покупателю с момента государственной регистрации этого права. Переход права собственности на предприятие обладает некоторыми особенностями по сравнению с общими правилами возникновения данного права. Эти особенности состоят в том, что возникновение права собственности может зависеть от оплаты стоимости предприятия, из чего следует, что переход данного права может устанавливаться договором. Поэтому, момент перехода права собственности не совпадает с моментом передачи предприятия покупателю.

Государственная регистрация перехода права собственности может иметь место только при участии обеих сторон. Так, при отклонении от государственной регистрации перехода прав собственности на предприятие наступают последствия, предусмотренные п. 3 ст. 551 ГК РФ.

Таким образом, правовое регулирование процесса купли-продажи предприятия в Российской Федерации на данный момент вполне достаточное для защиты интересов и продавца, и покупателя.

Список литературы

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ
2. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 26.01.1996 № 14-ФЗ
3. Правоведение. Курс лекций/ [К.Е. Амелина и др.]. - Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018.-144, [2]с.

УДК 347.91/.95

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИСЧИСЛЕНИЯ СРОКОВ В ГРАЖДАНСКОМ ПРОЦЕССЕ ПРИ ЭЛЕКТРОННОМ СУДОПРОИЗВОДСТВЕ

А.П. Скачкова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

n.skachkova.145@gmail.com

Научный руководитель: В.И.Стымковский, д.п.н., доцент

МГТУ им.Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

В настоящее время гражданский процесс представляет собой многоступенчатую возможность защиты нарушенного или оспариваемого права участником правоотношений, начиная от обращения с исковым заявлением, дальнейшей процедурой рассмотрения дела в суде первой инстанции соответствующими судами, вынесения итогового судебного акта по существу спора, а также обжалование состоявшихся судебных актов в апелляционной, кассационной, надзорной инстанциях, которые не являются обязательными, но востребованными в современных условиях осуществления правосудия.

Электронное правосудие в настоящее время имеет огромное значение для своевременного осуществления участниками гражданских процессуальных отношений своих прав и обязанностей в сфере гражданского судопроизводства.

Например, исковое заявление подается в течение срока исковой давности, установленного для данного вида спорных правоотношений. Для начала процедуры электронного делопроизводства с судом общей юрисдикции истец может подать исковое заявление в электронном виде через личный кабинет. Данное действие возможно путем использования особого интернет-портала ГАС «Правосудие» (www.sudrf.ru).

Доступ к личному кабинету осуществляется посредством идентификации и аутентификации. Документы, представляемые в электронном виде, должны быть подписаны электронной цифровой подписью заявителя.

Днем подачи заявления будет считаться день отправки заявления, а именно, в личном кабинете сразу ставится некая «отметка» о получении иска. Данное обстоятельство позволяет экономить время, не пропустить срок из-за отсутствия возможности ехать непосредственно в государственный орган в рамках рабочего времени суда, ожидать подачи иска, либо посещать почтовое отделение связи с той же целью.

Также исчисление сроков при электронном документообороте ставит суды в более жесткие условия соблюдения предусмотренных Гражданско-процессуальным кодексом РФ судебных сроков.

Так, согласно статье 133 ГПК РФ судья в течение пяти дней со дня поступления искового заявления рассматривает вопрос о его принятии к производству суда общей юрисдикции. У суда есть 4 варианта действий: принять заявление к производству, отказать в принятии, вернуть заявление и оставить без движения. О принятии заявления к производству суда судья выносит соответствующее определение, на основании которого возбуждается гражданское дело в суде первой инстанции, и продолжается движение дела [3].

Изготовление определения суда в электронном виде позволяет увидеть документ в системе практически сразу после его подписания, что устраняет возможность искусственного продления сроков судами. Кроме того, весь текст судебного акта становится доступным владельцу личного кабинета без дополнительного ожидания почтового пробега.

Основными проблемами в области исчисления сроков при обращении с документами в суд в электронном виде, а также получением электронной документации из суда можно обозначить следующие.

Во-первых, это вопрос добросовестности заявителя – пользователя электронного кабинета. Обратившись в суд из личного кабинета системы ГАС «Правосудие», пользователь должен систематически отслеживать состояние своих документов, этапы их прохождения в судебном органе, этап рассмотрения. Особенно важный момент - это исправление допущенных недочетов при оставлении иска или жалобы без движения в установленный судом срок.

Во-вторых, немаловажной проблемой является устойчивый доступ в личный кабинет в системе ГАС «ПРАВОСУДИЕ», что связано прежде всего со скоростью передачи информации, с исправной работой провайдеров, особенно в отдаленных местностях [2, с. 46-50]

В-третьих, проблемой исчисления сроков при электронной подаче документов становится различный уровень персональной подготовки участников одного спора в области владения навыками использования электронных сервисов. Одна сторона может активно использовать электронный доступ к правосудию, тогда как второй участник не имеет возможности или навыков получения информации по делу, находящемуся в производстве суда, через систему ГАС «Правосудие». Это ставит стороны в различное

положение, так как исчисление сроков для одного участника – это размещение документов в электронном личном кабинете, а для другого участника – непосредственное получение судебных актов заказным письмом почтовой службы.

Таким образом, исчисление сроков при электронном делопроизводстве позволяет значительно сократить сроки обращения в суды и рассмотрение дела по существу, осуществлять контроль за соблюдением процессуальных сроков как самими участниками, так и непосредственно судом.

Вместе с тем, требуется активное внедрение системы электронного правосудия в среду взаимодействия граждан и судебной системы, ознакомительная и просветительская деятельность, указывающая на удобство пользования и возможность соблюдения процессуальных сроков, нарушение которых может сделать невозможным защиту или восстановление нарушенного права в судебном порядке.

Список литературы

1. «Гражданский процессуальный кодекс Российской Федерации» от 14.11.2002 N 138-ФЗ (ред. от 27.12.2018) // Собрание законодательства РФ от 2002г. № 46, ст. 4532.
2. Вехов В.Б. Электронные доказательства: проблемы теории и практики. Правопорядок: история, теория, практика. 2016. №4 (11). С. 46-50. Режим доступа: <http://xn--74-6kcik0b0aabadif4s.xn--p1ai/files/content/11/46-50.pdf> (дата обращения 27.03.2019 г.)
3. Грибанов В.П. Осуществление и защита гражданских прав. 2-е изд., стереотип. М: «Статут», 2001. 411 с.

УДК 340.6

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ В ПРЕСТУПНЫХ ЦЕЛЯХ

М.А. Симонова, специалист

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

jedaytyan@gmail.com

А.П. Скачкова, специалист

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

n.skachkova.145@gmail.com

Научный руководитель: Д.А. Хайретдинов, доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Трехмерные принтеры являются одной из самых современных и распространяемых технологий в настоящее время. С каждым годом приобретение подобного устройства становится реальным для все более широкого круга пользователей. Подобные принтеры могут быть использованы в самых разных целях: от печати моделей по фильмам и играм, до печати строительных и биологических материалов, в том числе искусственных органов. Но главный интерес в рамках данной работы представляет использование технологии трехмерной печати в преступных целях.

Главную опасность являет собой то, что использование технологии для совершения преступления ограничивается лишь фантазией злоумышленника. Но для конкретизации предлагаем рассмотреть два случая применения трехмерной печати в преступных целях – это печать оружия и его конструктивных элементов, а также печать бампинг-ключей.

Вообще следует отметить, что в случаях, когда требуется провести экспертное исследование модели, распечатанной на 3D принтере или самого 3D принтера, целесообразнее прибегать к назначению комплексной судебной экспертизы. Это

обусловлено тем, что исследование поступившего на экспертизу принтера или печатной модели может не дать полного представления о механизме совершения преступления.

Можно выделить несколько видов экспертиз, которые могут быть проведены в целях исследования 3D принтера, его программного обеспечения, 3D модели и непосредственно печатной модели:

- компьютерно-техническая экспертиза;
- экспертиза материалов, веществ и изделий;
- баллистическая экспертиза и т.д.

Экспертные исследования также могут проводиться и в области трасологии и судебно-медицинской области, однако эти случаи более частные, нежели, например, экспертиза баллистическая.

Проведение компьютерно-технической экспертизы, на наш взгляд, является первоочередным и наиболее обязательным и целесообразным, так как любой 3D принтер работает благодаря связи с компьютером и программному обеспечению, установленному на данном компьютере. Модели, распечатанные на 3D принтере, в том числе и конструктивные части оружия, изначально моделируются в специальных программах, например OpenSCAD.

Целью проведения данной экспертизы, в таком случае, будет выявление цифровых следов соединения принтера с компьютером, который был использован для печати, а так же установление возможности соединения принтера с сетью. Дело в том, что некоторые модели 3D принтеров могут соединяться с компьютером не только с помощью периферии, но и удаленно, с помощью WI-FI. Следовательно, такие устройства могут оставлять цифровые следы не только при связи с компьютером, но и в сети интернет. Также принтеры могут реализовывать печать непосредственно с SD накопителя, в таких случаях следы файлов могут элементарно остаться в файловой системе принтера и выяснение того, была ли напечатана данная модель на конкретном принтере, не будет составлять для эксперта особого труда. [3]

Кроме того, при исследовании конкретного устройства, существует возможность производства экспериментальных образцов, которые могут определить была ли напечатана модель именно на этом устройстве. Дело в том, что исследование, проведенное в университете Буффало в 2018 году, установило, что каждый 3D принтер при печати оставляет на модели следы, уникальные для каждого устройства.

Метод определения по подобным следам происхождения оружия, контрафактных продуктов и прочих запрещенных товаров получил от исследователей название PrinTracker. Сущность метода заключается в том, что при печати каждый принтер наносит расплавленный филомент (пластиковую нить) слоями и каждый слой модели содержит крошечные складки, измеряемые менее чем миллиметром и имеющие название шаблоны заполнения. В идеале такие узоры должны быть однородными. Однако, тип модели принтера, нить, размер сопла технические особенности принтера и прочие факторы могут вносить собственные изменения в эти шаблоны, в результате чего объект не будет точно соответствовать проектной схеме. Образцы расположения и отклонения шаблонов заполнения от нормы уникальны и повторяемы, подобно человеческому отпечатку пальца. Данная технология схожа по принципу с технологией идентификации источника документа, которую правоохранительные органы используют уже долгое время.

Второй по важности в данном случае является экспертиза материалов, веществ и изделий. Причем наиболее важной ее идентификационной задачей будет установление источника происхождения объекта.

Основные материалы, которые используются в 3D печати:

- ASB пластик;
- PLA пластик;

- PVA пластик;
- Фотополимеры;
- Металлический порошок;
- Нейлон.

Определение материала особо важно, когда имеется основание полагать, что представленный на экспертизу объект был произведен с помощью конкретного устройства.

Большинство моделей печатаются из различных видов пластика ввиду его меньшей стоимости и того, что принтеры, способные изготавливать металлические модели отличаются по цене от более простых моделей в большую сторону. В связи с этим, практически всегда бампинг-ключи или самодельное печатное оружие изготавливаются из пластика. Реже, оружие может иметь некоторые металлические конструктивные детали, например это может быть дуло или крепежные элементы.

Существенную проблему представляет то, что некоторые модели такого «самопального» пластикового оружия могут разрываться при производстве выстрела и приходить в непригодность для дальнейшей эксплуатации, в связи с чем под вопросом стоит определение очередности судебных экспертиз. На наш взгляд, в подобной ситуации более приоритетной является проведение баллистической экспертизы и уже затем экспертизы материалов, веществ и изделий.

При этом при проведении экспертизы подлежат выяснению могут следующие вопросы:

- Марка, тип и вид исследуемого полимерного материала;
- Какому воздействию подвергалось изделие и его механизм;
- Находился ли объект в тех же условиях хранения, эксплуатации, что и представленные образцы;
- Каковы назначение и возможное применение данного изделия.

Что же касается проведения баллистической экспертизы, то она является одной из основных в том случае, когда следствие имеет дело с оружием, которое полностью или частично изготовлено с помощью технологии трехмерной печати. В данном случае она выделена отдельно, так как наиболее часто преступники используют трехмерные принтеры именно с целью кустарного изготовления оружия. Несмотря на то, что большинство таких «самопалов» изготовлены из пластика, они обладают достаточной огневой мощностью для того чтобы ранить человека или даже убить. [1]

В США в связи с большим распространением в сети интернет различных рабочих 3D моделей оружия временно был введен мараторий на изготовление оружия, в котором отсутствуют конструктивные части изготовленные из металла, следовательно, власти действительно осознают проблему распространенности подобных технологий и того, в каких целях она может быть использована.

Основной задачей баллистической экспертизы в данном случае будет являться установление того, являются ли части оружия распечатанного на 3D принтере частями огнестрельного оружия. Кроме того, перед экспертом могут быть поставлены вопросы следующего рода:

- Возможно ли вести систематическую стрельбу из представленного оружия;
- По типу какого оружия оно изготовлено;
- Какие манипуляции необходимо проделать с подобным оружием для производства выстрела и т.д.

В целом, по сущности, экспертиза оружия, распечатанного целиком или использующее конструктивные части, распечатанные на 3D принтере, мало отличается от экспертизы любого другого самодельного оружия, однако все еще требует должных знаний и подготовки от эксперта.

Кроме того, модели или непосредственно трехмерные принтеры могут становиться объектами исследования прочих экспертиз, в зависимости от конкретной ситуации, например бампинг-ключи могут стать объектом исследования трасологической экспертизы, однако в настоящий момент реалии таковы, что наибольшее распространение получает именно печать оружия при помощи технологии трехмерной печати.[2]

В заключение следует сказать, что в настоящее время имеются все технические возможности для проведения полноценного экспертного исследования моделей изготовленных на трехмерном принтере, с помощью которых могли быть совершены преступления.

Проведение такой экспертизы предполагает комплексный подход, так как при любом другом исследовании не может дать достаточно точных и исчерпывающих результатов.

Кроме того, проводятся постоянные усовершенствования старых и разработка новых методик исследования моделей и принтеров, благодаря чему процесс расследования и раскрытия преступлений значительно ускоряется. Законодательная база все еще достаточно слабо разработана в области контроля подобных технологий и требует совершенствования, однако пока существуют достаточные, пусть и не исчерпывающие методы исследования подобных технологий, закон всегда может найти и наказать даже самых технологически продвинутых преступников.

Список литературы

1. Вехов В.Б. Дорожка электронных следов как объект криминалистического исследования. Криминалисты Казахстана на службе правосудия: сб. статей. 2019. С. 15-29. Режим доступа: <http://xn--74-6kcik0b0aabadif4s.xn--p1ai/files/content/11/46-50.pdf> (дата обращения 27.03.2019 г.)
2. Дорожжин А. Как открыть замок с помощью 3D принтера // habr.ru: сетевой журнал. 2012. Режим доступа: <https://www.kaspersky.ru/blog/3d-printed-keys/10497/> (дата обращения 23.04.2019)
3. Дорожжин А. 3D печать и интернет свобода. // habr.ru: сетевой журнал. 2016. Режим доступа: <https://m.habr.com/ru/post/150312/> (дата обращения 23.04.2019г.)

УДК 004.738.5

СОЗДАНИЕ КЛАССИФИКАТОРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ В ФОРМЕ ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА В СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

М.А. Ульянова, специалист

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

ulyanova.mira@yandex.ru

Научный руководитель: А.Н. Яковлев, к.ю.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Специалистами в области компьютерно-технической экспертизы решается широкий спектр задач, для чего необходимо различное программное обеспечение, выбор которого зависит от объекта исследования. К тому же, в условиях непрекращающегося развития информационных технологий появляются всё новые инструменты, позволяющие проводить исследование более эффективно. Специалист в данной области должен постоянно актуализировать свои знания, изучая современные средства и методы

производства экспертизы различных объектов. Тем не менее, подобный объем информации следует систематизировать для более удобного использования.

Так, ранее нами обосновывалась целесообразность создания классификатора программного обеспечения для решения задач компьютерно-технической экспертизы [1]. В соответствии с данной идеей была создана модель справочного классификатора, содержащего сведения о программном обеспечении для производства полного цикла компьютерно-технической экспертизы средствами бесплатного и условно-бесплатного программного обеспечения. В ходе создания классификатора были проанализированы различные источники (в том числе неочевидные – репозитории Github конкретных пользователей), позволяющие получить наиболее полный список. Инструменты из составленного перечня соответствующим образом апробированы.

Определенным недостатком представленной ранее модели является форма её представления – предполагалось создание краткого бумажного справочника в табличном виде. Подобная реализация не позволяет обеспечить максимально эффективное использование данного информационного ресурса широким кругом лиц, в связи с чем было принято решение о смене формата на наиболее актуальный в настоящее время – сайт в сети «Интернет» [2].

В процессе анализа ресурсов в сети «Интернет» не было выявлено аналогичных проектов. Имеющиеся реализации зачастую являются фрагментарными, что не позволяет сформировать целостную картину о производстве компьютерно-технической экспертизы.

Так как ресурс в сети «Интернет» как платформа имеет большие возможности, была выбрана более широкая тематика. Макет сайта с названием «Forensificator» содержит разделы с информацией о форензике (цифровой криминалистике) и компьютерно-технической экспертизе в целом, представление перечня инструментов реализовано более удобным образом (интерактивные элементы, являющиеся ссылками на соответствующие категории), о каждом инструменте имеется общая информация и пример использования. Появляется возможность коллективного наполнения сайта заинтересованными в развитии данной области лицами, реализованная через форму обратной связи. Так, новые программные средства могут быть добавлены в общий реестр по инициативе посетителя ресурса после соответствующей модерации контента администрацией сайта.

Необходимо заметить, что одним из наиболее перспективных направлений использования подобного сайта может стать обучение специалистов в области компьютерно-технической экспертизы. Так, студентам может выдаваться домашнее задание, в соответствии с которым необходимо изучить определенный программный продукт и составить о нем справку по определенному шаблону (к примеру, область применения, статус, методические рекомендации по использованию). Подобная работа позволяет сформировать у обучающихся общие и профессиональные навыки и компетенции, необходимые будущему специалисту.

Реализация описанного проекта может способствовать развитию специалиста не только в соответствующей предметной области, но и расширить кругозор через изучение смежных областей знаний (информационная безопасность, программирование), в связи с чем планируется продолжение работы в данном направлении.

Список литературы

1. Ульянова М.А. Создание классификатора бесплатного и условно-бесплатного программного обеспечения для решения задач компьютерно-технической экспертизы // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2019» / отв. ред. И.А. Алешковский, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов. М.: МАКС Пресс, 2019.
2. Амелина К. Е., Коробец Б. Н., Кравченко А. А. Охрана IT-решений: интернет-сайты : учеб. пособие / Амелина К. Е., Коробец Б. Н., Кравченко А.А. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. 155 с.

УДК 343.98.067

КРИМИНАЛИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ LOG-ЗАПИСЕЙ В LINUX

А.А. Баюш, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

annabayush@mail.ru

Научный руководитель: Ю.В. Молодцова, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Под лог-файлом (или log-записью в конкретном журнале) понимается такой файл, в котором записывается все системные данные о непосредственном функционировании компьютера либо сервера в зависимости от исследуемого объекта. Произошли такие файлы этимологически от английского слова бревно (log), что очень символично, поскольку раньше, оставляя на нём зарубки, человек ориентировался в хронологии произошедших событий. Актуальность использования семейства Unix-подобных операционных систем трудно переоценить в области компьютерной форензики. В Linux существует ряд мощных и простых в использовании инструментов в области цифровой криминалистики, начиная с CAINE и заканчивая встроенной в Linux-системы утилитой dd. Также один из дистрибутивов Kali Linux в экспертном режиме (forensic mode) считается одной из самых эффективных платформ для производства экспертных исследований со специализированным набором инструментов для решения поставленных в рамках такого исследования задач (Kali forensics tools) [1].

Log-записи могут быть представлены как в простом текстовом формате (ASCII), так и в виде бинарного кода, поэтому для просмотра отдельных log-записей используются специальные соответствующей команды (например, для просмотра записи о неудачных попытках входа в операционную систему, находящихся в файле faillog, необходимо ввести специальную команду — faillog). Также существуют и специальные средства чтения log-файлов (например, программа System Log Viewer) [2]. Основное местоположение таких записей в Linux — это директорий (каталог) под названием /var/log, однако бывает и другое их местонахождение, всё зависит от версии и непосредственно от версии системы. Log-записей существует превеликое множество, однако можно выделить следующие основные записи, которые относительно быстро помогут судебному эксперту не только найти криминалистически значимую информацию в рамках конкретного исследуемого события, но и судить о всей следовой картине в целом:

- /var/log/messages (или /var/log/syslog) — журнал, содержащий в себе все общие системные сообщения от ядра (некритичного характера) и встроенных пользовательских модулей (приложений), т.е. показывающий всю активность пользователей в системе с указанием времени и источника конкретного сообщения.
- /var/log/dmesg — журнал, сохраняющий все диагностические решения ядра, анализ его сбоя, из которого все данные дублируются в каталог /var/log/messages.
- /var/log/lastlog — место хранения информации о последних входивших в систему пользователях.
- /var/log/faillog — журнал регистрации всех неудачных попыток входа пользователя в операционную систему.
- /var/log/wtmp (/var/log/utmp) — запись, в которой отображены все перезапуски системы, события успешного входа в систему и выхода из неё.

- `/var/log/mail.log` — журнал с уведомлениями от почтовой системы, установленной на рассматриваемой системе.

- `/var/log/auth.log` (или `/var/log/secure`) — системная запись, файл истории идентификации и аутентификации (авторизации) пользователя в системе, а также он содержит информацию не только об успешной авторизации, но и о провальных попытках входа.

- `/var/log/daemon.log` — системная запись с информацией о всех запущенных и работающих без оповещения пользователя в системе демонах (программах).

- `/var/log/kern.log` — системная запись, содержащая как сообщения, так и предупреждения от ядра операционной системы (отображение предупреждений, возникших в ходе конкретного события, встроенных модулей пользователя).

- `/var/log/cron.log` — системная запись с отчётами системного планировщика (например, по осуществлению планового резервного копирования).

- `/var/log/httpd/` — лог-запись веб-сервера Apache (журнала данного приложения), где записана как информация об активности пользователя (посещённых им страниц, cookie-файлы сайтов, IP-адреса серверов и пользователя, информация о его запросах, значение полученного и отправленного объёма данных и т.д.) — файл `access_log`, так и об ошибках различного уровня (неудачных попытках соединения) — файл `error_log`.

- `/var/spool` — журнал приложения, в котором отображены место хранения очереди печати принтера, почтовый ящики пользователей (отдельный каталог `/var/spool/mail`) и др.

- `/var/tmp` — место хранения временных файлов (более длительное время хранения, чем в каталоге `/tmp`, а также сохранение файлов при перезагрузке системы) [3].

В арсенале для просмотра, равно как и модификации, log-записей в ручном режиме существует ряд общих команд, таких как: команда `paop` предназначена для отображения необходимой информации в текстовом, понятном для человека виде; команды `tail` и `head -n <log name>` — команды, которые помогают отобразить последние и первые «n» log-записи конкретного журнала соответственно; команды `less` и `more` служат для просмотра текста (`more` — постраничный просмотр, а `less` — для полной прокрутки текста); команда `cat` открывает заданный ей файл в пользовательской консоли и др.

Итак, из всего вышесказанного можно легко убедиться, что система Linux содержит огромное множество ценной при её исследовании судебным экспертом информации, а именно log-файлы, однако не следует исключать возможность их модификации, а иногда и полную очистку интересующего нас журнала записей, которая бывает и автоматической. Log-файлы отображают работу в системе в целом, иначе осуществляют протоколирование всех запущенных, выполненных и неудавшихся операций, которые в дальнейшем могут быть проанализированы как самой машиной для устранения неполадок, так и судебным экспертом для воссоздания следовой картины интересующего его события, поиска криминалистически значимой информации в рамках последнего. В целом по таким записям и файлам судебный эксперт может установить кто, когда, каким образом и в какой хронологической последовательности мог их совершить.

Список литературы

1. Дистрибутивы для криминалистического анализа. Инф. безопасность на практике «SPY-SOFT.NET». «Информационная безопасность» [2010-2019]. Режим доступа: <http://www.spy-soft.net/distributions-for-forensics-investigation/> (дата обращения 29.04.2019).
2. Linux Log Files Location And How Do I View Logs Files on Linux? «nixCraft» [2000-2019]. Available at: <https://www.cyberciti.biz/faq/linux-log-files-location-and-how-do-i-view-logs-files/>, accessed 29.04.2019).

3. LinuxLogFiles. Official Ubuntu Documentation «Ubuntu». Available at: https://help.ubuntu.com/community/LinuxLogFiles#System_Logs, accessed 30.04.2019.

УДК 008

МЕЖДУНАРОДНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ СИРИЙСКОГО КОНФЛИКТА

В.Э. Гаппоева, специалист

МГТУ им. Н. Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

v.gappoeva@yandex.ru

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

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

13 апреля 2018 года в обращении нации президент США Дональд Трамп объявил о решении нанести ракетный удар по Сирии в ответ на химическую атаку, якобы, произошедшую 7 апреля 2018 года в Думе. В международном праве закреплены принципы применения силы. В Уставе ООН прописаны все исключения, оправдывающие применение силы. Рассмотрим два таких пункта: применение силы в целях самообороны (51 статья Устава) и по решению Совета Безопасности ООН (седьмой раздел) [1]. Также активные боевые действия на территории другого государства законны при официальном разрешении властей государства. То есть, формально у США нет законных оснований для присутствия в Сирии. А вот Россия, как и Иран присутствуют в Сирии по приглашению официальных сирийских властей [2]. В сирийском конфликте участвует 4 различных стороны, каждая из сторон имеет поддержку других стран, которые даже не могут определиться с кем или против кого они воюют. Почему же всех интересует данная территория.

1. Территория, имеющая небольшие запасы нефти, но легкий выход к морю.

Сирия небольшая страна, население которой сосредоточено в основном в западной части, потому что большая часть Сирии, как и Аравийского полуострова – это очень большая пустыня, на территории которой находится треть мировых запасов нефти и природного газа. Чтобы взять ее из персидского залива и отправить в Европу необходимо обогнуть весь полуостров и выйти через Суэцкий канал, на котором взимается плата. Но существует более простой способ – по прямой линии через Сирию. Тот, кто контролирует эту зону, может открывать и закрывать трубопроводы словно кран.

2. Территория, стратегически важная в военных целях.

В настоящее время внимание всего мира приковано к такой системе атаки, как «Быстрый глобальный удар» (БГУ), который предусматривает в течении одного часа запуск нескольких тысяч крылатых ракет. Любой ракетный пуск будет расцениваться как ядерная атака, поэтому данный маневр необходим для предотвращения нанесения ответного удара. При этом договор о ракетах средней и малой дальности позволяет размещать крылатые ракеты на кораблях и самолетах, запрещены наземные комплексы. Невозможно использовать внезапно авиацию, самолеты необходимо перебрасывать поближе к театру боевых действий, что немедленно вскрыется разведкой, далее необходимо поднять авиацию в воздух, что незамедлительно засекут радары. А старт крылатой ракеты с корабля практически невозможно засечь издали. В соответствии с этим внезапность удара может обеспечить лишь флот, оснащенный крылатыми ракетами. При этом дальность крылатых ракет примерно 2,5 тыс. км, что создает необходимость подвести флот поближе к берегам потенциальной жертвы для нанесения удара.

С черного моря существует возможность поразить территорию России вплоть до Урала. Если же военный флот расположится в Каспийском море под ударом окажется практически весь промышленный Урал, юг Сибири, также весь Казахстан, Кыргызстан и другие страны Средней Азии. С Балтийского моря поражается весь север. При этом Москва находится во всех трех зонах поражения. Север России, в том числе Баренцево море полностью контролирует Северный флот. На Дальнем Востоке плотность населения не такая высокая и нет стратегически важных объектов производства. Ранее определенную опасность представляло Охотское море, но теперь оно является внутренним морем Российской Федерации.

Балтийское море полностью контролируется из Калининградской области. «Бастионы» (противокорабельные комплексы, которые осуществляют контроль над морями) покрывают практически всю его площадь, также там размещен российский флот и авиация. Черное моря находится под контролем военных комплексов, находящихся в Крыму.

Вопрос контроля Черного, Балтийского и Каспийского морей является весьма острым для России. «Бастионы» России, размещенные в Сирии, покрывают изрядную часть Средиземного моря. При таком раскладе не рекомендуется приближение военного морского флота ближе Кипра. Таким образом, Сирия является стратегически важным объектом в военных действиях, который с древних является точкой соединения Востока и Запада.

Список литературы

1. Клишас А.А. Некоторые международно-правовые аспекты сирийского вопроса. Парламентская газета, 2016. Режим доступа: <https://www.pnp.ru/columnists/2016/11/03/nekotorye-mezhdunarodno-pravovye-aspekty-siriyskogo-voprosa.html> (дата обращения 12.05.2019)
2. Лапшина И.Е. Конституционное право зарубежных стран в вопросах и ответах: учеб. пособие. М., 2005.

УДК 343.983

ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КОМПЛЕКСНОЙ КОМПЬЮТЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ И ВИДЕОТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ МУЛЬТИМЕДИА ФАЙЛОВ

Д.К. Воронкова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

manujlova.1997@mail.ru

А.С. Воронков, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

pork12@bk.ru

Научный руководитель: Л.С. Арсенькина, ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Судебная экспертиза зарекомендовала себя эффективным средством борьбы с преступностью, ввиду использования ею широкого спектра инструментов различных сфер человеческой деятельности, а также практики применения современных достижений науки и техники, которые повышают качество расследования и рассмотрения дел.

В данной статье внимание уделено мультимедиа файлам, поскольку они в настоящее время являются одними из наиболее распространённых объектов исследования комплексной компьютерно-технической и видеотехнической экспертизы.

Почти каждый день мы сталкиваемся с различными мультимедиа файлами (графическими изображениями, видео- и аудиозаписями), которые содержатся на многих устройствах, и несут в себе большое количество информации, имеющей большое доказательственное значение в определенных ситуациях.

В соответствии со статьей 201 Уголовного процессуального кодекса Российской Федерации от 18.12.2001 N 174-ФЗ, судебная экспертиза, в производстве которой участвуют эксперты разных специальностей, является комплексной.

Понятие комплексной экспертизы закреплено в статье 23 Федерального закона от 31 мая 2001 г. N 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации», где говорится, что комплексной является экспертиза, проводимая комиссией экспертов разных специальностей, каждый из них проводит исследования в пределах своих специальных знаний. Из вышеприведенного определения можно сделать вывод, что понятие комплексной экспертизы неизменно опирается на понятия комиссионной экспертизы, и является из него выводным, опираясь на признак проведения экспертизы несколькими лицами.

Необходимо отметить, что видеотехническая экспертиза тесно связана с компьютерно-технической экспертизой, так как специальные знания этих областей пересекаются, что позволяет качественно проводить комплексное исследование, так как эксперты имеют представление об областях знаний друг друга.

Если же говорить о порядке проведения комплексной компьютерно-технической и видеотехнической экспертизы, то при получении постановления о назначении экспертизы эксперты будут проводить исследования взаимосвязано, в первую очередь, будет намечен план исследования, чтобы оба эксперта понимали, какие действия и в какой последовательности им необходимо произвести для достижения нужного результата. Компьютерно-технический эксперт будет исследовать материальный носитель с файлами, где его задачей будет изучать файловую структуру видеозаписей. После проведенного исследования будут сделаны промежуточные выводы и далее видеотехнический эксперт начнет уже проводить исследование изображения [1].

Между данными областями знаний существуют пограничные вопросы относительно достоверности мультимедийной записи, установления того, выполнена ли видеозапись на конкретном устройстве, также и вопросы, связанные с возможностью монтажа записи. Разграничение вопросов представляет сложность ввиду достаточно сродной специфики объектов исследования, этих экспертиз. Важным будет являться и замечание о спорах, ведущихся в научной среде, об отнесении видеотехнической экспертизы в подвид СКТЭ.

Обладая знаниями в видеотехнической экспертизе, компьютерно-технический эксперт по сути может ответить на вопросы, связанные с тем, на каком устройстве была сделана видеозапись, а также имеются ли на ней признаки монтажа.

Для выполнения такой задачи ему необходимо иметь образец для сравнительного исследования, который он может получить через следователя [2].

Сравнив структуру двух файлов можно сделать вывод о том, на одном ли устройстве была сделана съемка. Таким же образом, если нам уже известно устройство, с которого производилась видеосъемка, эксперт, получив образец для сравнительного исследования может сделать вывод о том, имеются ли признаки монтажа на представленной видеозаписи. Так как после помещения файла в графический редактор и сохранения его в конечном виде, файловая структура изменится, что дает возможность эксперту сделать вывод о наличии монтажа.

С помощью комплексной судебной компьютерно-технической и видеотехнической экспертизы можно решить ряд сложных вопросов. Ниже приведены примеры вопросов, связанных с мультимедиа файлами, которые могут быть поставлены перед экспертами:

1. Когда и кем были созданы исследуемые файлы?
2. Какие сведения имеются об устройстве, с помощью которого было сделано изображение, видео-, аудиозапись?
3. Имеется ли дата последнего редактирования изображения, видео-аудиозаписи?
4. Имеются ли сведения о программном обеспечении, с помощью которого было отредактировано изображение, видео-, аудиозапись?

Ответы на эти вопросы содержатся в метаданных мультимедиа файлов.

Метаданные – это дополнительная информация об объекте (в нашем случае об изображении, видео-, аудиозаписи).

К метаданным можно отнести любую дополнительную информацию, необходимую для последующей работы с этим объектом.

Источником метаданных может быть операционная система (метаданные хранятся в записях каталога в системных lnk-файлах, в реестре и т.д.), а также программное обеспечение, с помощью которого создан объект.

Хорошо известно, что операционная система компьютера может отображать время последнего изменения, последнего доступа и время первого создания файла [3]. В Windows данная информация доступна в свойствах файла. Однако, метаданные могут быть неточными по нескольким причинам, включая ошибки самого пользователя, вирусы, передачу данных или бесплатное программное обеспечение для их изменения. Метаданные также могут содержать сведения о программном обеспечении или оборудовании, используемом для их записи, включая пользовательские настройки, действующие во время сохранения файла. Несоответствие этих данных действительности может служить доказательственной базой при раскрытии преступлений.

Наиболее известным стандартом метаданных, является стандарт EXIF (англ. Exchangeable Image File Format) — стандарт, позволяющий добавлять к различным типам файлов дополнительную информацию, описывающую условия и способы их получения, GPS координаты, авторство, комментарии и многое другое. Наиболее активно стандарт EXIF используется для фотоизображений, и практически каждый современный цифровой фотоаппарат записывает большое количество EXIF данных на каждый фотоснимок. К наиболее значимым метаданным можно отнести: данные о производителе устройства, с помощью которого было сделано изображение, видео-, аудиозапись; данные о модели устройства; дату последнего изменения содержимого мультимедиа файла; дату и время съемки или записи мультимедиа файла; комментарии пользователя к файлу; версию прошивки камеры или устройства, с помощью которого было сделано изображение, видео, аудиозапись; серийный номер камеры или устройства, с помощью которого было сделано изображение, видео-, аудиозапись; данные геопозиционирования и т. д.

Таким образом, имея достаточные знания для проведения рассмотренных видов экспертиз, эксперт мог бы единолично проводить исследование по вопросам исследования мультимедиа файлов, не прибегая к такой затратной с точки зрения организации, процедуре, как комплексная экспертиза.

Однако не стоит забывать, о специфике этих двух изначально разных областей знаний, из чего следует сделать вывод, о ситуационной необходимости проведения комплексной видеотехнической и компьютерно-технической экспертизы, в рамках конкретного дела.

Список литературы

1. Voronkova D.K., Voronkov A.S., Pilipchak A.M. Destination features and conduct of a comprehensive computer forensic and video technical expertise // Materials of the International Scientific - Practical Conference INFORMATION INNOVATIVE

- TECHNOLOGIES /Ed. Uvaysov S. U., Ivanov I.A. M.: Association of graduates and employees of AFEA named after prof. Zhukovsky, 2019, p. 286-291.
2. Вехов В.Б. Электронные доказательства: проблемы теории и практики // Правопорядок: история, теория, практика. 2016. № 4 (11). С. 46–50.
 3. Пилипчак А.М., Воронков А.С., Воронкова Д.К. Использование программного инструментария операционной системы Linux в целях производства судебных компьютерно-технических исследований // Актуальные научные исследования в современном мире. 2018. № 4-5 (48). С. 155–158.

УДК 342

ПРОБЛЕМА РЕАЛИЗАЦИИ ПРАВА НА ДВОЙНОЕ ГРАЖДАНСТВО В РФ

Д.А. Татарина, специалист

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

tatarinova0903@yandex.ru

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

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

«Двойное гражданство - наличие у гражданина Российской Федерации гражданства (подданства) иностранного государства»[2].

Двойное гражданство возможно только в случае заключения международного договора между странами, согласно которому гражданство признается на территории двух государств.

Человек с двойным гражданством (бипатрид) сохраняет права обеих стран и находится под их защитой. Вопросы социального обеспечения, военной службы и т.д. он решает в том государстве, где постоянно проживает.

В настоящий момент существует только один действующий договор о двойном гражданстве в РФ. Он был заключен с Таджикистаном в 1995 году. В нем закреплены следующие положения:

- Каждая из стран признает за своими гражданами право приобрести, не утрачивая ее гражданства, гражданство другой страны.

- Лицо, состоящее в гражданстве обоих государств, постоянно проживающее на территории одного из них, в полном объеме пользуется правами и свободами, а также несет обязанности гражданина того государства, на территории которого оно постоянно проживает.

- К лицам, имеющим двойное гражданство и подлежащим исполнению воинской обязанности, применяются следующие положения:

- а) такие лица проходят военную службу в соответствии с законодательством страны, на территории которой они постоянно проживают на момент призыва;

- б) лица, прошедшие военную службу в соответствии с законодательством одной страны, не подлежат призыву на военную службу в соответствии с законодательством другой, причем прохождение военной службы в соответствии с законодательством одной страны рассматривается как исполнение соответствующей воинской обязанности и по отношению к другой;

Стороны не связаны положениями настоящего пункта в случае мобилизации.

По сравнению с двойным гражданством второе гражданство является очень распространенным явлением. Конституция РФ предоставляет гражданам свободу в решении вопроса о приобретении гражданства иных государств [1]. При этом данный

факт не влечет никаких последствий для граждан Российской Федерации. Лицо продолжает рассматриваться ею только как гражданин РФ, несмотря на наличие у него второго гражданства[2]. То есть его правовой статус не изменяется, он должен исполнять все обязанности и обладает всеми правами, вытекающими из гражданства России.

Для лиц, которые приобрели второе гражданство, установлена обязанность уведомить об этом органы власти.

Уведомление должно быть подано не позднее 60 дней со дня получения второго гражданства либо 30 дней со дня въезда в РФ, если на момент приобретения гражданства лицо находилось вне ее территории.

Нарушение правил уведомления влечет за собой административную ответственность в виде наложения штрафа на граждан в размере от пятисот до одной тысячи рублей.

Таким образом, двойное гражданство дает ряд преимуществ. Бипатриды получают возможность пользоваться всеми правами, существующими в двух странах, свободно передвигаться через границы этих государств, рассчитывать на дипломатическую поддержку двух сторон и т.д. При этом они освобождаются от несения обязанностей в обеих странах.

Но если россиянин захочет стать бипатридом, это будет возможно в одной ситуации. Международное соглашение о двойном гражданстве в России заключено только с Таджикистаном. В противном случае речь идет о получении второго гражданства, что требует несения обязанностей в двух государствах.

Список литературы

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 N 7-ФКЗ, от 05.02.2014 N 2-ФКЗ, от 21.07.2014 N 11-ФКЗ) // «Собрание законодательства РФ», 04.08.2014, N 31, 4398 с.
2. О гражданстве РФ: ФЗ от 31.05.02 N 62 // Собрание законодательства РФ–2014. 2276 с.
3. Лапшина И.Е., Скачкова А.П. Новеллы правового регулирования принятия в гражданство Российской Федерации // Научно-методический электронный журнал Концепт. 2018. № 5. С. 84-89.

УДК 343.98.067

СЕТЕВАЯ КРИМИНАЛИСТИКА КАК РАЗДЕЛ СУДЕБНОЙ КОМПЬЮТЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

О.Д. Никифорова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

nikiforova.olga.dmitrievna@gmail.com

Современный уровень научно-технического прогресса выводит преступность на качественно новый уровень. «Традиционные» виды преступлений, такие как мошенничество, кража, вымогательство, присвоение, сейчас тесно коррелируют с областью информационных технологий, интегрируются в нее и тем самым качественно развиваются. Геополитические разногласия сопровождаются повышенной кибершпионской и диверсионной активностью применительно к объектам критической инфраструктуры. [4, С. 15] Одним из самых громких инцидентов в этой области стала атака при помощи вредоносного программного обеспечения (ВПО) Stuxnet на объекты ядерной инфраструктуры Ирана. В настоящее время имеют место быть преступления, нацеленные на репутационные потери государств. Зафиксированы тестовые атаки на энергокомпании Великобритании и Ирландии. [4, С. 16] В феврале 2018 года атака с

помощью вредоносной программы Olympic Destroyer вывела из строя официальный сайт Зимних Олимпийских игр в Пхенчхане, Wi-Fi на стадионе и вызвала сбой в прямой трансляции церемонии открытия [5, С. 6]. Преступления, заключающиеся в неправомерном доступе к охраняемой законом компьютерной информации или же в воздействии на компьютерные системы и сети, сводящемся в распространении ВПО или нарушении правил эксплуатации таких систем, а также воздействии на объекты критической инфраструктуры Российской Федерации, описываются в главе 28 УК РФ «Преступления в сфере компьютерной информации».

Масштабное распространение компьютерных преступлений, в том числе реализуемых посредством сетевых взаимодействий, является причиной для развития компьютерной криминалистики и судебной экспертизы. Перед экспертами, криминалистами и специалистами по информационной безопасности все чаще ставится вопрос о проведении исследований, связанных с анализом сложных вычислительных систем и комплексов, включающих в себя аппаратные, программные, информационные и сетевые компоненты.

Еще в начала 21 столетия А. И. Усовым была дана следующая классификация видов судебной компьютерной экспертизы:

- 1) аппаратно-компьютерная экспертиза, объектом исследования которой являются аппаратные средства информационных систем (ИС);
- 2) компьютерно-программная экспертиза, объектом в которой выступает самого разного рода ПО для ИС;
- 3) информационно-компьютерная экспертиза, объектом которой выступает непосредственно компьютерная информация, связанная с процессами ввода и вывода, обработки и передачи и представляющая интерес для следствия [2, С. 167].

Необходимость выделения компьютерно-сетевой экспертизы, объектом исследования которой являются любые компьютерные средства, использующие сетевые технологии, впервые была обоснована в 2001 г. Е.Р. Россинской и А.И. Усовым как экспертизы, предметом которой является установление закономерностей, связанных с функционированием и использованием сетей связи [1, С. 127].

Международным стандартом в части проведения исследований информационных систем является подход, при котором и базовой наукой, и базовым родом для экспертных исследований компьютерных устройств является судебная экспертиза цифровых устройств (digital forensics science), которая рассматривает весь спектр вопросов восстановления и исследования содержимого электронных носителей информации цифровых устройств. В соответствии с данным подходом выделяются следующие виды исследований:

- компьютерная экспертиза (computer forensics) – решает весь спектр типовых экспертных задач и находится в развитии, сопровождаемом разработкой программного инструментария и методик его применения в отношении новых устройств, носителей информации, информационных технологий;
- экспертиза компьютерной сети (network forensics) – решает весь спектр задач, связанных с сетевым взаимодействием и передачей информации по каналам связи с использованием специального оборудования на основе определенной инфраструктуры;
- экспертиза баз данных (database forensics) – решает задачи восстановления информации баз данных на логическом уровне, ее интерпретации, объяснения действий, производимых с базой данных в некоторое время, и иные задачи;
- экспертиза мобильных устройств (mobile device forensics) – решает задачи восстановления данных на электронных носителях информации мобильных устройств, их интерпретации, извлечения смс-сообщений, журнала звонков, адресной книги, цифровых

фотографий, аудио-, видеозаписей, данных геопозиционирования и иных данных, которые обрабатываются современными мобильными устройствами.

А.Н. Яковлев пишет о том, что в условиях стремительного развития информационных технологий необходимость в видовой классификации, предложенной Россинской, существенно снизилась, что обусловлено фактом успешного решения задач, относящихся к видам аппаратной, программной и информационной экспертиз средствами базовой компьютерно-технической экспертизы. Во многом этому способствовало широкое внедрение в деятельность экспертных подразделений специализированных решений в виде ПАК и ПО. Если рассматривать западные тенденции, то стоит отметить гораздо большую устойчивость видовой классификации экспертиз цифровых устройств. Касательно адаптации западной классификации к применению в отечественной экспертной практике актуальным остается вопрос адаптации сетевой экспертизы к российскому законодательству, так как ряд реализуемых в рамках исследования задач подпадает под критерий оперативно-розыскных мероприятий (например, ст. 186.1 УПК РФ) [3, С. 412].

В рамках проведения сетевой экспертизы на исследование могут быть представлены разные виды объектов. Среди них могут устройства передачи информации по сети, устройства ввода и вывода, устройства, относящиеся к классу мобильных, а также информация, полученная с помощью использования аппаратных блокираторов, дубликаторов и из систем мониторинга сети (IDS, IPS, SIEM). Устройства передачи информации по ИТКС предназначены для формирования сигналов, их трансляции и приема посредством различных каналов связи (проводных и беспроводных). Данный класс устройств, по сути, представляет собой устройства ввода/вывода информации, осуществляющие преобразование поступающих данных в сигнал, пригодный для передачи по каналу связи (модуляцию), передачу подобного сигнала (трансляцию), а также прием сигналов и их обратное преобразование в доступную для обработки форму (демодуляцию). К устройствам передачи информации относятся модемы, bluetooth-модули, Wi-Fi роутеры и адаптеры, сетевые карты, GSM-модули, коммутаторы, маршрутизаторы, модули ИК-связи.

Основным принципом при проведении СКТЭ является принцип неизменности вещественных доказательств, т. е. информация на представленном на исследование носителе не должна быть изменена. Для этого используют специальные аппаратные блокираторы – программное обеспечение, блокирующее запись по порту, к которому подключен исследуемый объект, создание точного побитового образа представленного объекта и его дальнейшее исследование. Несоблюдение данного принципа может повлечь неисправимые изменения на уровне данных, например затирание криминалистически значимой информации, представленной в неявном виде. Используя формулировку “представленный на экспертизу носитель информации”, мы подразумеваем использование заранее отформатированного носителя информации, на который с помощью специального оборудования и экспертного инструментария записываются дампы оперативной памяти, сетевого трафика, данные систем мониторинга сети и систем детектирования и предотвращения вторжений в сеть, логи сетевого оборудования, созданные с использованием специализированных программ или ПАК при непосредственном участии специалиста. Получение объектов для исследования таким способом обеспечивает соблюдение принципа неизменности информации.

В контексте международного стандарта проведения исследования информационных систем институтом SANS выделяются следующие виды объектов при проведении исследований в области сетевой форензики: .pcap файлы, включающие в себе полные данные обо всех передаваемых пакетах и содержимое пакетов, «NetFlow» - данные обо всех сетевых сообщениях и передаваемых пакетах без их содержимого, а

также лог-файлы использующего оборудования, полученные как стандартными средствами и методами, так и специализированными.

Круг объектов, выносимых на сетевую экспертизу в РФ, может быть представлен следующим образом:

1. Дамп оперативной памяти устройства, под которым понимается посекторная копия состояния оперативной памяти на отдельном внешнем носителе. На основе исследования данного объекта могут быть получены сведения об установлении соединения с определенным доменным именем или IP-адресом, факты о передаче информации, создании нелегитимных процессов и задач, которые свидетельствуют об активности ВПО, полученного посредством сети или же загруженного пользователем самостоятельно, факты нелегитимных попыток повышения привилегий доступа к системе и т.д.

2. Логи сетевого оборудования, которые являются подобием журнала (протокола, архива) событий в хронологическом порядке. Анализ подобного рода объектов позволит эксперту сделать вывод о доставке определенных пакетов в определенное время, об установлении соединения с определенными узлами и получить статистическую информацию о работе данного оборудования, что, в свою очередь, может свидетельствовать о заражении, компрометации данных или подключении устройства к бот-сети.

3. Снятие дампа сетевого трафика (.pcap файл) даст возможность проанализировать весь трафик, проходящий через данную сеть, за определенный период. Анализируя служебные заголовки пакетов, которые формируются используемыми протоколами, можно сделать вывод о различных махинациях с сетью, подмене пакетов, вредоносном содержимом и так далее.

4. Сведения, зафиксированные системами защиты периметра (IPS/IDS) - это сведения о функционировании и безопасности сети за длительный период, собранные с помощью специальных ПАК, предназначенных для предотвращения и предупреждения вторжений в сеть. На основе данных сведений могут быть выявлены аномалии сетевой активности, закономерности внешнего воздействия на сеть, осуществлен анализ событий, выявленных с помощью данных систем.

Практике известны случаи, когда изъятие в ходе проведения первоначальных следственных действий (осмотра места происшествия, обыска, выемки) всего компьютерного оборудования, посредством которого осуществлялись преступные действия, не приносит должного результата при проведении исследования в лабораторных условиях. Поэтому при производстве такого рода следственных действий нужно задействовать специалистов того экспертного учреждения, которому впоследствии будут переданы объекты для исследования при назначении компьютерной (компьютерно-технической) экспертизы, либо предоставить возможность проведения экспертизы в месте, где установлено сетевое оборудование. К тому же участие специалиста, например, при осмотре места происшествия может способствовать получению необходимых данных для проведения дальнейшего исследования.

При проведении исследования в области сетевой форензики несмотря на отсутствие общего единого подхода к проведению исследований, институтом SANS в общем случае выделяются следующие этапы (не являются императивными в полном объеме и могут быть адаптированы под каждый отдельно взятый кейс):

1. Получение данных для анализа в рамках подготовки к исследованию;
2. Фильтрация данных для уменьшения объема при проведении исследований;
3. Изучение и анализ для идентификации трафика и объектов, полезных для исследования;

4. Извлечение индикаторов и объектов, свидетельствующих о нелегитимной или вредоносной активности;

5. Масштабирование и расширенный анализ для более глубокого анализа на основе выявленных маркеров;

6. Анализ сетевых аномалий.

Кроме традиционных общенаучных и частнонаучных методов в ходе решения задач, поставленных перед экспертом, используется ряд специальных методов, основанных на знаниях компьютерных систем и сетей, их топологии и протоколах, участвующих в реализации взаимодействия по сети. К таким методам можно отнести:

- топологические методы, основывающиеся на иерархичности и структурированности сети (топология сети - структура сети);

- методы доступа, которые основываются на системе безопасности сети, ее компонентах, защите данных в сети;

- методы исследования таблиц маршрутизации и коммутации, на основе которых можно выстроить картину функционирования сети и установления внутрисетевых и межсетевых взаимодействий;

- методы исследования протоколов, основанные на четкой иерархичности и соответствии определенному уровню сети и используемому на данном уровне оборудованию;

- методы изучения распределенной обработки данных, характерных для облачных систем, распределенных сетевых баз данных, функционировании большим корпоративных сетей.

Современный уровень развития информационных технологий позволяет с помощью специального ПО создавать модели систем и сетей и проводить эксперименты по возможности установления соединения с данной сетью, определенным элементом данной сети или же с каким-либо внешним относительно данной сети объектом, имитировать процессы в сети в рамках проведения эксперимента и анализировать исследование на уровне единиц информации, передаваемой по определенному участку сети.

Список литературы

1. Россинская Е.Р., Усов А.И. Судебная компьютерно-техническая экспертиза. М.: Право и закон, 2001. 416 с.
2. Усов А.И. Концептуальные основы судебной компьютерно-технической экспертизы: дис. ... докт. юрид. наук. М., 2002. 402 с.
3. Яковлев А.Н. Актуальные проблемы исследования цифровой информации экспертами Следственного комитета Российской Федерации, пути их решения // Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы расследования преступлений» (Москва, 23 мая 2013 года): материалы. В 2-х ч.. Ч. 2. М.: Издательство ООО «Ваш полиграфический партнер», 2013. С. 410-414.
4. The Hi-Tech crime trends 2017 // Group-IB.
5. The Hi-Tech crime trends 2018 // Group-IB.

УДК 347**ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В СФЕРЕ ИНТЕРНЕТ-ТОРГОВЛИ**

Е.И. Кунин, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедры «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

kei97@bk.ru

Научный руководитель: Л.С. Арсенькина, ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедры «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза»

Ведущей тенденцией мирового цивилизационного процесса в настоящее время является формирование глобального информационного общества, характеризующегося высоким уровнем развития информационных и телекоммуникационных технологий и их интенсивным использованием [1]. Общественные отношения, складывающиеся в рамках Интернет-торговли, регулируются Гражданским кодексом Российской Федерации. Статьи 492-505 ГК РФ содержат общие положения, касающиеся розничной купли-продажи [2]. Особое внимание следует уделить статье 497 ГК РФ «Продажа товара по образцам и дистанционный способ продажи товара [2]. Интернет-магазин информирует покупателей посредством сайта информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Определение терминов «сайт», «страница сайта», «доменное имя» и «сетевой адрес» содержатся в Федеральном законе от 27.07.2006 N 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации». На покупки, совершенные онлайн, распространяется также и Закон РФ от 07.02.1992 N 2300-1 «О защите прав потребителей». Статья 26.1. «Дистанционный способ продажи товара» содержит права и обязанности сторон (Продавца и Потребителя). В рамках Интернет-торговли также действует Постановление Правительства РФ от 27.09.2007 N 612 «Об утверждении Правил продажи товаров дистанционным способом».

Покупателю следует быть внимательным при приобретении товара через Интернет. Перед покупкой необходимо изучить характеристики товара, узнать информацию о продавце. В случае приобретения товара через социальные сети с помощью сообществ, позиционирующие себя как магазины, важным моментом является организационно-правовая форма продавца.

Не допускается продажа дистанционным способом алкогольной продукции, а также товаров, свободная реализация которых запрещена или ограничена законодательством Российской Федерации.

Магазины, специализирующиеся на продаже алкогольной продукции, на своих сайтах в разделе, содержащем юридическую информацию, указывают, что сайт не является Интернет-магазином, а является лишь сайтом продавца, имеющего розничный магазин. Специализация таких сайтов – информирование клиентов о продукте, его стоимости, цене, характеристиках, а также создание системы бронирования для возможности забрать товар в «оффлайн» магазине. Покупателю стоит насторожиться, если в интернет-магазине он может приобрести алкогольную продукцию и оформить доставку до требуемого адреса. Это противоречит нормам, описанным в «Правилах продажи товаров дистанционным способом», а сам товар может оказаться ненадлежащего качества. Вторая часть положения содержит указание на недопустимость продажи товаров, реализация которых запрещена или ограничена. Полный список таких товаров указан в Указе Президента РФ от 22.02.1992 N 179 (ред. от 30.12.2000) «О видах продукции (работ, услуг) и отходов производства, свободная реализация которых запрещена». В случае реализации такого товара, продавец несет административную или уголовную ответственность [3].

УК РФ Статья 138.1. «Незаконный оборот специальных технических средств, предназначенных для негласного получения информации», подразумевает ответственность за незаконное производство, приобретение и сбыт таких устройств [4]. Существует ряд прецедентов, связанных с приобретением в Интернет-магазинах устройств, характеристики которых позволяют отнести их к специальным средствам аудио- и видеофиксации. Несмотря на то, что покупатели не имели преступного умысла, они де-юре и де-факто попадали под диспозицию уголовной статьи. Законодательство не содержит определение «специальные технические средства, предназначенные для негласного получения информации», уже планируется ряд изменений в УК РФ для предотвращения казусных ситуаций.

Таким образом, можно сделать вывод, что существует ряд нормативных правовых актов, регулирующих общественные отношения в рамках Интернет-торговли. Законодатель устанавливает правила и обязанности как для продавца, так и покупателя. За невыполнение некоторых из них предусмотрена уголовная или административная ответственность. Заказывая товар через Интернет, покупателю нужно быть внимательным, так как вероятность приобретения товара ненадлежащего качества в Интернет-магазине, как и в его оффлайн версии, есть всегда. Однако существуют механизмы защиты покупателем своих прав, которые доступно изложены в нормативных правовых актах.

Список источников

1. Арсенькина Л.С., Буренина В.И. Использование технических средств обучения как фактор эффективности освоения образовательного процесса. Международный журнал экспериментального образования. 2017. № 8. С. 5-10.
 2. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 26.01.1996 N 14-ФЗ. «Собрание законодательства РФ». 29.01.1996. N 5. ст. 410.
 3. Указ Президента РФ от 22.02.1992 N 179 (ред. от 30.12.2000). «О видах продукции (работ, услуг) и отходов производства, свободная реализация которых запрещена». «Российская газета», N 61, 16.03.1992.
 4. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 N 63-ФЗ. (ред. от 01.04.2019). «Собрание законодательства РФ», 17.06.1996, N 25, ст. 2954.
-

СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»

УДК 378.146

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ФАКУЛЬТЕТА «ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИЕ» НА КАФЕДРЕ РК1 «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»

В.В. Доля, студент

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

2dolya2@rambler.ru

Научный руководитель: В.И. Федоренко, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Кафедра инженерной графики в МГТУ им. Н.Э. Баумана, согласно учебному плану, готовит студента факультета «Энергомашиностроение» к предстоящей ему в будущем работе с конструкторской документацией. В течение трёх семестров студент должен овладеть необходимыми навыками выполнения эскизов деталей, чертежей деталей и сборочных единиц, электронных моделей и чертежей. Учебный план состоит из следующих разделов:

- Техническое регулирование. Стандартизация и стандарты. Единая система конструкторской документации (ЕСКД).
- Правила оформления чертежей.
- Общие правила выполнения изображений.
- Виды изделий и конструкторских документов. Чертежи деталей. Стандартные элементы конструкции детали.
- Соединения и их элементы.
- Виды изделий и конструкторских документов (КД). Чертежи сборочных единиц. Спецификация.
- Виды и комплектность конструкторских документов. Основные КД. Стадии разработки КД. Обозначение изделий и КД. Чтение чертежа сборочной единицы.
- Модели и чертежи деталей, выполняемые средствами твердотельного моделирования.

В первом семестре студент обучается проекционному черчению и основным понятиям резьбовых соединений.

Во втором и третьем семестрах студент работает с различными сборочными единицами. По окончании курса может случиться так, что студент по какой-либо причине (чаще смена преподавателя в новом семестре) в обоих разделах получал задания с деталями, состоящими из схожих элементов, и некоторые важные аспекты дисциплины так и не рассмотрел. Эту проблему необходимо решить. В данном докладе в качестве такого решения предлагается введение маршрутного листа (МЛ), о разработке которого пойдёт речь далее.

МЛ представляет собой документ, предназначенный для контроля изучаемого студентом материала. Разработка данного документа будет включать в себя четыре этапа:

1. Разработка структуры и принципа использования МЛ;
2. Наполнение МЛ содержанием на основе существующих на кафедре РК1 заданий и методических указаний [1, 2, 3];
3. Опрос преподавателей кафедры РК1 на тему содержания МЛ;
4. Составление окончательного варианта МЛ на основании этапов 2 и 3 и согласование с заведующим кафедрой.

В данных тезисах подробно будет описан лишь результаты первого и самого важного этапа разработки.

МЛ представляет собой лист формата А4. Вверху листа расположена надпись с названием документа. Ниже отведено место для внесения фамилии и инициалов студента, а также преподавателей второго и третьего семестра. Далее следует основная часть МЛ, представленная для удобства использования в виде таблицы со столбцами «Наименование детали (элемента изделия)», «Получено», «Выполнено», «Подпись преподавателя». На обратной стороне, в помощь студенту, размещается список методических указаний и стандартов, необходимых к ознакомлению для выполнения всех пунктов МЛ. При использовании МЛ рекомендуется соблюдать такие правила:

- Маршрутный лист выдаётся на руки студенту на первом занятии второго семестра, в него заносятся фамилии и инициалы преподавателя и студента. Преподаватель объясняет правила пользования им.

- При получении студентом детали, являющейся какой-либо из указанных в маршрутном листе или содержащей какой-либо элемент, указанный в маршрутном листе, в столбце «Получено» в соответствующей ячейке преподавателем ставится дата.

- При проверке задания в случае успешного исполнения детали, являющейся какой-либо из указанных в маршрутном листе или содержащей какой-либо элемент, указанный в маршрутном листе, в столбце «Выполнено» в соответствующей ячейке преподавателем ставится дата, а в столбце «Подпись» соответственно его подпись.

- В случае если исполняемая деталь удовлетворяет нескольким пунктам маршрутного листа все соответствующие пункты следует заполнять.

- Ни одна из ячеек не заполняется дважды.

- Детали и только детали, вычерченные или заэскизированные на рубежных контролях, также должны быть занесены в маршрутный лист при их соответствии незаполненным пунктам.

- Преподаватель может (и это крайне желательно) подбирать задания на рубежных контролях таким образом, чтобы они соответствовали незаполненным в маршрутном листе пунктам.

- На первом занятии третьего семестра в маршрутный лист заносятся фамилия и инициалы текущего преподавателя.

- При выдаче домашнего задания преподаватель руководствуется маршрутным листом, стараясь подобрать сборочный чертёж, в котором будет как можно больше новых для студента деталей или элементов. Если таковых слишком мало студент может просить о замене задания.

- Студент не получает зачёт пока не заполнен его маршрутный лист.

- После проведения рубежного контроля все незаполненные пункты становятся для студента допуском к зачёту (при успешном выполнении домашнего задания). Преподаватель должен выдать ему простые задания (разрешается на дом), связанные с вычерчиванием или эскизированием деталей и элементов, для которых пункт «Получено» остался пустым.

Использование МЛ позволит независимо от количества преподавателей дать студенту полноценное, качественное образование. Самостоятельно проделывая этапы разработки 2, 3 и 4 на основе этапа 1, каждый факультет может создать свой МЛ. Этот метод контроля выполнения учебного применим не только к студентам «Энергомашиностроения». Возможно даже создание универсального МЛ для всех факультетов.

Список литературы

1. Гусев В. И., Суфляева Н. Е, Фёдорова Е. С. Стандартное оформление элементов деталей. М: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007.

2. Чекунов Ю. И., Шарикиан Ю. Э., Бочарова И. Н. Чтение и детализирование чертежей общего вида сборочных единиц. М: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004.
3. Выполнение чертежей деталей в курсе инженерной графики: учеб. пособие / Л.Г. Полубинская, Л.С. Сенченкова, В.И. Федоренко, Т.Р. Хуснетдинов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. 61с.

УДК 629.733.5

ДИРИЖАБЛИ: ПЕРСПЕКТИВЫ СОВРЕМЕННОСТИ

М.Г. Акимкин, студент группы

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

m3mm3m@yandex.ru

М.В. Талалай, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Машиностроительные технологии»

talalay@list.ru

Научные руководители: К.А. Муравьев, старший преподаватель

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Е.С. Михеенкова, старший преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и

комплексная автоматизация»

Современный уровень развития информационных технологий, повышение мощности и скорости вычислений, открытия в области нанотехнологий, достижения по использованию источников возобновляемой энергии, а также прогресс науки в области воздухоплавания заново открывают новые перспективы использования дирижаблей.

Дирижабль - это управляемый аэростат, способный двигаться относительно окружающих воздушных масс в направлении, выбранном пилотом. Для этой цели летательный аппарат оснащен одним или несколькими двигателями, стабилизаторами и рулями, а также имеет аэродинамическую («сигарообразную») форму. Решение многих важных задач с использованием дирижаблей оказывается более эффективным и экономичным. Им не требуется взлётная полоса, так как они осуществляют вертикальный взлёт и посадку, они обладают относительно высокой грузоподъёмностью при относительно низкой стоимости эксплуатации и достаточно безопасны в случае отказа двигателей по сравнению с другими воздушными транспортными средствами.

Однако после катастрофы дирижабля «Гинденбург» в 1937 году, наступил закат эпохи дирижаблей и их производство прекратилось. Это было связано с рядом недостатков. Воздействие неблагоприятных атмосферных условий может привести к ухудшению устойчивости и управляемости дирижабля, а также могут возникнуть достаточно сильные по своей величине изгибающие моменты и перерезывающие силы, которые могут вызвать деформацию оболочки и даже ее разрушение [1, стр. 1]. Недостатками дирижаблей также являются сложности производства и обеспечение надежности его конструкции, однако эти проблемы можно решить, если прибегнуть к помощи современных САПР и новым технологиям производства (3D-печать). Использование САПР ускоряет процесс разработки и конструирования, а 3D-печать повышает точность и надежность создаваемых деталей, облегчает процесс производства за счет его автоматизации. Всё это, в комплексе, существенно снизит стоимость их строительства и эксплуатации.

В настоящее же время ведутся активные исследования и разработки по данному виду транспортных средств. Исследуется повышение достоверности и точности определения аэродинамических характеристик дирижаблей для обеспечения безопасности

их полетов и эксплуатации в условиях обтекания неравномерным воздушным потоком вблизи земной поверхности [2, стр. 3]. Исследуются возможности автономного взлета и посадки дирижаблей, беспилотного полёта, а также иные меры позволяющие расширить функциональные возможности этого типа воздушных кораблей и повысить точность отработки траекторий взлета и посадки при неопределенных метеоусловиях. [3, стр. 4] Ведутся разработки множества разных типов дирижаблей. Будь то заказы армий тех или иных стран: России («Атлант»), США («HALE-D»); или же будь то необходимость в более дешёвой транспортировке грузов (США, Китай).

Особо стоит отметить, что и выпускники МГТУ им. Н.Э. Баумана не собираются отставать и планируют внести свой вклад в возрождение дирижаблей.

Список литературы

1. Та Суан Тунг. Численное моделирование обтекания и расчет аэродинамических характеристик дирижабля, перемещающегося через атмосферные течения струйного типа: автореферат дис. ... к.т.н. М., 2018. 16 с.
 2. Чжоу Цзяньхуа. Разработка методики определения аэродинамических характеристик дирижаблей в неравномерном потоке вязкого газа: автореферат дис. ... к.т.н. М.: 2009. 16 с.
 3. Федоренко Р.В.. Методы проектирования и исследования автопилота взлета и посадки роботизированного дирижабля: автореферат дис. ... к.т.н. Таганрог, 2011. 19 с.
-

СЕКЦИЯ «ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ»

УДК 62-503

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНИКИ В АКВАТОРИИ КЕРЧЕНСКОГО МОСТА

Д.Е. Платонов, студент

cool.ploshkin@mail.ru

Научный руководитель: Н.С. Иванова, доцент, к.т.н.

МГТУ им. Н.Э.Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

21 век – век электроники и робототехники. Роботизированным системам поручают различные задачи, в том числе трудновыполнимые, с которыми человеку тяжело справиться без помощи технических средств. Данная работа направлена на решение одной из таких задач. Мост через Керченский пролив — строящийся транспортный переход через Керченский пролив. Планируется возвести мост с железнодорожным и автодорожным проездами. Мост пройдет между Керченским и Таманским полуостровами, через остров Тузла и Тузлинскую косу. Во время работы проведены исследования, в результате которых выявлены особенности рельефа и климатических условий Керченского пролива, а так же оценено экономическое значение Керченского моста для Российской Федерации.

На сегодняшний день существует много видов роботизированной техники, а именно, плавающих роботов. Разрабатываемый робот это гибрид глайдера и обычного беспилотного аппарата. От глайдера взяты плавники для стабилизации, система охлаждения двигателей. В остальном, он схож с подводными аппаратами стандартного типа. По принципу глайдеров созданы многие беспилотные подводные аппараты, например, отечественный АНПА глайдер 2.0 — автономный необитаемый подводный планер. Разрабатываемый робот будет входить в систему однотипных машин, управляемых из командного центра по безопасному каналу связи. Также в роботе установлен датчик движения. Принцип работы датчика движения основан на отслеживании уровня ИК- излучения (инфракрасного излучения) в поле зрения датчика. Сигнал на выходе датчика монотонно зависит от уровня ИК- излучения, усредненного по полю зрения датчика. При появлении человека на выходе датчика повышается напряжение. Для того чтобы определить, движется ли объект, в датчике используется оптическая система — линза Френеля. Линза Френеля — сложная составная линза, образованная совокупностью концентрических колец относительно небольшой толщины, примыкающих друг к другу [1]. Распознавание объектов будет осуществляться по системе «свой/чужой». Робот будет посылать ИК-сигнал судну и, в случае получения ответного сигнала, пропускать его. В противном случае - будет передан сигнал в командный центр о несанкционированном вторжении [2; С.26]. Информацию о местоположении роботов центр будет получать с помощью вышек радиосвязи, расставленных на 4-ех точках. Информация будет передаваться по двухканальному принципу. Более точную информацию о местоположении робота передают специальные маяки, проходя которые передаётся сигнал о том, где находится робот. Поставленные задачи роботизированная техника выполняет в автоматическом режиме. Однако, в случае возникновения внештатных ситуаций, техника может быть переведена в режим ручного управления. В центр будет передаваться информация об окружающей обстановке и техническом состоянии подводной техники. В экстренных ситуациях, из командного центра, может быть передана команда о самоуничтожении.

В ходе проведенной работы были подобраны ключевые составляющие подводной робототехники, а также проведены расчеты: приводов большого и малого двигателей, требуемой мощности, а также емкости необходимых аккумуляторов [3; С. 26-30].

После проведения расчётов робот был составлен. Он состоит из 10-ти главных составляющих: четыре ёмкости для камер и прожекторов, конус (носовая часть), цилиндр (центральная часть), усечённый конус (задняя часть), два крыла, руль (для поворота). Движение вверх/вниз осуществляется за счёт турбины в центральной части робота. Движение же вперёд осуществляется с помощью турбины. Все составляющие робота разработаны в графической программе Autodesk Inventor.

В ходе работы создана масштабная модель робота. Она состоит из 13-ти частей: носового обтекателя, основной части, хвостовой части (для поворота робота), двух крыльев, места под отверстия с резьбой разного номинального диаметра. Также подобраны ключевые комплектующие: это двигатели с магнитной муфтой, источник питания 100W и плата фирмы Arduino со специальной насадкой для возможности подключения моторов (motor shield). Необходимо отметить, что детали из которых состоит модель были напечатаны на 3D-принтере.

Вывод: Проведенные исследования, а также современные достижения науки и техники, позволяют сделать вывод - создание такого робота возможно, целесообразно и экономически обосновано, что также подтверждают проведенные расчеты основных его параметров (привода, мощности, емкости и др.).

Список литературы

1. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии. М.: Наука, 1977. 272 с.
 2. Вельтищев В.В. Перспективы развития подводной гидравлики на морской воде // Подводные исследования и робототехника. 2014. № 2. С. 19-28.
 3. И.Е. Иродов Основные законы механики. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. 431с.
-

СЕКЦИЯ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА»

УДК 008

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА

Д.В. Ерин, бакалавр

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

erind97@yandex.ru

М.А. Кравцов, бакалавр

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

215181_maks@mail.ru

Научный руководитель: Е.Н. Хоботов, д.т.н.

В настоящее время во всем мире большое внимание уделяется повышению эффективности промышленного производства. Предприятиям приходится регулярно модернизировать выпускаемую продукцию, совершенствовать технологию ее производства и искать дополнительные пути повышения ее конкурентоспособности, и в том числе за счет сокращения затрат на ее производство и снижения отпускных цен. Успешное решение указанных проблем зависит от того, насколько удачно будет выбрано оборудование для создаваемых или модернизируемых систем и участков. Ошибки, допущенные при модернизации производственных участков, могут привести к значительным потерям, обусловленным высокой стоимостью закупки и монтажа оборудования, а также весьма значительными дополнительными затратами, которые потребуются на устранение просчетов и ошибок, выявленных в процессе работы неудачно спроектированных систем или участков. Поэтому создание и модернизация производственных систем и участков без предварительного моделирования их работоспособности представляется весьма рискованным. В статье рассматривается алгоритм, позволяющий организовать процесс выбора оборудования и моделирования работоспособности создаваемых и модернизируемых систем и участков при выполнении ожидаемых производственных заданий и на основе проводимого моделирования формировать и выбирать для них наиболее подходящий проект [1].

Проблема заключается в том, что возможны ситуации, когда благодаря модернизации инструмента для обработки некоторых деталей хотя и произойдет общее сокращение времени обработки всех деталей, но сокращение времени обработки других деталей за счет проведенной модернизации инструмента не повлияет на общее время обработки всех деталей. Поэтому средства, израсходованные на проведение модернизации инструмента для обработки таких деталей, будут затрачены зря. В некоторых случаях величина и доля неэффективно затраченных средств может оказаться недопустимо большой.

Для решения этих проблем был разработан *следующий алгоритм*:

1) Построение расписания производственного участка на основе имеющегося оборудования [2].

2) Выбор деталей, которые нужно модернизировать.

3) Модернизация инструмента для обработки этих деталей с учетом ограничения денежных средств.

4) Построение нового расписания, уже на основе модернизированного оборудования [2].

5) Повторение пунктов 2-4 некоторое кол-во раз.

6) Выбор из полученных расписаний лучшего.

Данный алгоритм может решить исследуемую проблему. Но получить оптимальный результат невозможно. Поэтому рассматривается несколько вариантов решения и выбирается лучший.

Список литературы

1. Хоботов Е.Н. Проблемы модернизации производственных систем. М., 2013. 32 с.
2. Зак Ю.А. Прикладные задачи теории расписаний и маршрутизации перевозок. М.: Книжный дом «Либроком», 2011.

УДК62-5

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕРИ МОЩНОСТИ В МАКЕТЕ МНОГОПИЛЬНОГО СТАНКА С КРУГОВЫМ ПОСТУПАТЕЛЬНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ПОЛОТЕН

О.А. Родионов, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехники и комплексной автоматизации»

Д.А. Подлесный, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехники и комплексной автоматизации»

rodosha1998@mail.ru

Научный руководитель: С.С. Гаврюшин, д.т.н., профессор

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Робототехники и комплексной автоматизации»

Заинтересованность каждого производителя пилопродукции заключается в сокращении издержек и любых затрат, в том числе и затрат на электроэнергию при распиловке. Оценка конкурентоспособности создаваемого оборудования невозможна без предварительной оценки потерь на преодоление диссипативных сил в механизме.

Малогабаритный многопильный станок с круговым поступательным движением полотен предназначен для распиловки досок и бревен. Главный узел станка - динамически сбалансированный пильный блок. Главным узлом пильного блока является динамически сбалансированный пильный модуль. По совокупности технико-экономических показателей и эксплуатационных характеристик станок является лучшим в ряду станков аналогичного функционального назначения [1].

Важными преимуществами данного оборудования является снижение электропотребления в 2,5...4 раза и снижение энергозатрат в 1,5...4 раза на распиловку единицы обрабатываемого материала. Объясняется это тем, что в любой момент времени пилит только один пильный модуль. Для вновь создаваемого оборудования важна оценка мощности, затрачиваемой на пиление пильными модулями, когда её можно наглядно сравнить с затратами лесопильных рам, ленточнопильного оборудования, дисковых пил.

Перед изготовлением действующего макета необходимо оценить потери мощности и подобрать электродвигатель для обеспечения нормального функционирования. Это исследование сводится к решению 3 задач:

1. Оценка потерь в подшипниковых узлах пильного блока и пильного блока в целом.
2. Определение потерь мощности в подшипниковых узлах пильного модуля и оценка мощности, затрачиваемая на пиление пильным модулем.
3. Оценка мощности, затрачиваемая при резании.

Опоры пильного блока находятся под нагрузкой только от сил натяжения. Все силы инерции, которые возникают при вращении, компенсируются пильными модулями. Сила натяжения определяется экспериментально.

Момент трения в опорных подшипниковых узлах пильного блока определяется по формуле:

$$M_{mp} = f_{mp} \cdot (P_{ndu}) \cdot dn / 2, \quad (1)$$

где f_{mp} - приведённый коэффициент трения,

$P_{подш}$ - результирующая нагрузка на подшипник, dn см – посадочный диаметр подшипника.

$$N_{mp} = 4 \cdot 2 \cdot 1.047 \cdot 10^{-3} \cdot M_{mp} \cdot N, \quad (2)$$

где N - число оборотов валов пильного блока.

Момент трения в подшипниках пильных модулей определяется по известной формуле (1). Нагрузка на подшипник задается значением силы F_m , значение которой определяется по формуле:

$$F_m = \frac{m \cdot v^2}{r} + F_0, \quad (3)$$

где m – приведенная масса корпуса, пальцев, скоб и половины полотна
 v – окружная скорость вращения,
 r – радиус вращения, равный эксцентриситету,
 F_0 – сила натяжения полотна.

Потери мощности определяются по формуле 2, учитывая то, что всего 8 корпусов с подшипниками.

Сила резания, приходящаяся на один зуб пильного полотна, определяется следующим образом:

$$F_{рез} = k_{рез} B_{пр} S_z, \quad (4)$$

где $B_{пр}$ – ширина пропила (в мм);
 S_z – подача материала в зону резания (в мм),
 $k_{рез}$ – числовой коэффициент (коэффициент давления), зависящий от вида обрабатываемой древесины и имеющий размерность (кГ/мм^2 или $\text{Н/м}^2 \cdot 10^{-5}$).
 T – длина пропила для бруса размером t ,
 $Z_{рез} = t / t_3$ – количество зубьев, участвующих в процессе пиления,
 где t_3 – шаг зубьев полосовой пилы (в мм).

Сила резания для бруса с размером 100 мм, приходящаяся на одно пильное полотно, составит [2]:

$$F_{рез пол} = k_{рез} B_{пр} S_z t / t_3, \quad (5)$$

$$\text{тогда } F_{рез пол} \approx 30 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \frac{100}{25} \approx 240 [\text{Н}],$$

где $k_{рез} \approx 25 \dots 45 [\text{Н/мм}^2]$ (при обработке еловых пород),
 $B_{пр} = 2$ с учётом бокового зазора по 0,5 мм на сторону,
 $S_z = 1 \text{ мм/оборот}$, как реально возможная величина, при повышении которой происходит нарушение приповерхностного слоя древесины, что не желательно.

Момент от силы резания:

$$M_p = F_p \cdot r, \quad (6)$$

где r – эксцентриситет

Потери мощности от силы резания:

$$P_p = M_p \cdot \omega, \quad (7)$$

Общие потери мощности определяются суммированием 3 составляющих и с учетом ременной передачи составляют величину 300 Вт. Поэтому для действующего макета был подобран электродвигатель мощностью 0.75 кВт.

Список литературы

1. Блохин М.А. Создание многопильного станка с круговым поступательным движением пильных полотен: дис. ... к.т.н. М, 2005. 151 с.

2. Бершадский А.Л. Расчёт режимов резания древесины М.: Лесная промышленность, 1967. 175 с.

УДК 62-5

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕЙСТВУЮЩЕГО МАКЕТА МНОГОПИЛЬНОГО СТАНКА С ПОСТУПАТЕЛЬНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ПОЛОТЕН

Д.А. Подлесный, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехники и комплексной автоматизации»

О.А. Родионов, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехники и комплексной автоматизации»

dpodlesny@mail.ru

Научный руководитель: С.С. Гаврюшин, д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехники и комплексной автоматизации»

Актуальной задачей является разработка новых технических решений в области создания деревообрабатывающего оборудования, сохраняющих преимущества и исключающих недостатки существующего оборудования. В свете решения этой задачи Блохиным М. А. Был предложен принципиально новый вид деревообрабатывающего оборудования - многопильный станок с круговым поступательным движением полосовых пильных полотен.

Пильный блок состоит из двух валов: верхнего и нижнего, на них устанавливаются динамически сбалансированные пильные модули. Требование к пониженной вибрационной нагрузке является одним из основных условий эксплуатации деревообрабатывающего оборудования. Снижение вибрации станка и его узлов ведёт к стабилизации процесса резания, повышению качества продукции, уменьшению рабочих нагрузок на детали и узлы станка, увеличению срока эксплуатации подшипниковых узлов, созданию экологичной рабочей обстановки. Динамическая балансировка валов с эксцентриками, без привлечения корректирующих масс, возможна при установке на валах эксцентриков в количестве: 4-х, 6-ти или 8-ми. Поскольку целью проекта является создание мобильного макета с малыми габаритами, количество эксцентриков взято минимально допустимое т.е. 4-е. Эксцентрики установлены на вал под углом 90 градусов по отношению друг к другу. При этом расположение эксцентриков на валах пильного блока, как нижнего, так и верхнего должны быть равнозначными, т.е. повторяющимися друг друга Расстояния между эксцентриками правой и левой частями валов должны быть идентичными. Данное расположение наглядно видно на 3D модели сборки пильного блока в NX. Все элементы макета из листовой фанеры были вырезаны на лазерном станке M 5030. Для загрузки чертежей в станок использовалось программное обеспечение RDWorks v8 [1]. В данной программе определяется месторасположение контуров на рабочей плоскости лазерного станка и задаются параметры резки, такие как глубина резания, фокус лазера, мощность, скорость передвижения сопла, и расставляются приоритеты для резки контуров с помощью цветных маркеров [2]. При правильном подборе всех параметров достигается оптимальный режим резания, при котором полностью прорезается древесина и не повреждается обратная сторона полотна. Неправильный подбор режима резания приводит к обгоранию обратной стороны элемента, деталь с таким дефектом теряет устойчивость к нагрузкам и не может быть использован при изготовлении нагруженной конструкции [3]. После вырезки всех элементов были произведены следующие операции:

- Сборка корпуса и пильного блока;
- Сборка пильных модулей в количестве 4 шт.;

- Сборка пильного блока;
- Монтаж пильного блока в корпус;
- Установка электродвигателя пильного блока на платформу;

По окончании сборочных работ и проверки всех креплений был произведен тестовый запуск установки на холостом ходу. По результатам тестового запуска было решено увеличить жесткость конструкции с помощью силовых уголков. После полной разборки макета все элементы конструкции были подвержены механической обработке и было нанесено лакокрасочное покрытие. Результатом выполнения данного курсового проекта является создание чертежей и 3D моделей всех элементов конструкции макета станка. Был изготовлен действующий макета многопильного станка с поступательным движением пильных полотен.

Список литературы

1. Инструкция пользователя лазерно-гравировальных станков. Режим доступа: <http://www.lasercut.ru> (дата обращения 24.08.2018).
2. Инструкция RDworks. Режим доступа: <http://www.http://zemservis45.ru> (дата обращения 25.08.2018).
3. Бидерман В.Л. Механика тонкостенных конструкций. М.: Машиностроение, 1977. 488 с.
4. Блохин М.А. Создание многопильного станка с круговым поступательным движением пильных полотен: дис. ... к.т.н. М, 2005. 151 с.

УДК 612.089.61

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКОГО ИМПЛАНТА

А.И. Балашова, бакалавр

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

balashovaai@mail.ru

Научный руководитель: Гаврюшин С.С., д.т.н., профессор

Для восстановления утраченных суставов и костей необходимо создание индивидуального имплантата, точно повторяющего первоначальную форму и нормальную костную архитектуру конкретного пациента. В этой связи одним из решающих факторов является подбор эффективного метода разработки: от проектирования компьютерной модели, позволяющей проверить необходимые параметры перед операцией, до формирования индивидуализированного имплантата из биосовместимого материала. В процессе изготовления конечное медицинское изделие должно соответствовать следующим требованиям: иметь высокую точность изготовления, быть гипоаллергенным и изготовленным из сертифицированных медицинских материалов, чтобы приживаться в теле человека и не вызывать отторжения [1].

Одним из перспективных методов изготовления детали сложной формы является 3D печать изделия по модели. Этот способ быстрый, имеет универсальную технологию изготовления и небольшое количество отходов. Но на данный момент 3D печать медицинских имплантов невозможна, так как биосовместимые материалы недоступны в качестве исходных материалов для печати. Альтернативным является метод использования механической обработки. Он имеет высокую точность и скорость изготовления, возможность использования биосовместимых материалов. Проанализировав все вышесказанное, был выбран способ изготовления детали методом

фрезерования на трехкоординатном фрезерном станке с ЧПУ DENFORD по 3D модели с применением САМ-системы.

Процесс изготовления импланта состоит из нескольких этапов. Первое, что необходимо сделать, это получить томограмму пациента. На основании ее строятся 3D модели с необходимой точностью. Виртуальная модель отправляется на доработку врачу, который, в свою очередь, смотрит её и вносит изменения, если это необходимо. Этот процесс должен быть максимально упрощен, чтобы врач мог легко внести правки. Следующий большой этап - разработка технологии изготовления импланта, состоящий так же из нескольких частей. Сначала определяем технологию обработки, которая зависит от выбора заготовки. Для суставного диска рассматривались 2 варианта заготовок: цилиндр и брусок. Брусок обеспечивает большую точность при переустанове, поэтому предпочли его. Далее проектируем технологические операции в САМ-системе. Исходя из свойств материала выбираются подачи, обороты, анализируются возможные стратегии обработки [2]. Основными критериями являются качество и время. Когда все подготовительные работы выполнены и выбраны технологические операции, приступаем к моделированию обработки на виртуальном станке. Этот этап необходим для проверки качества обработки. Надо убедиться в отсутствии зарезов, коллизий, проверить соответствие размеров детали требуемым параметрам точности и получить данные о времени обработки импланта. При соблюдении всех требований приступаем к заключительному этапу: изготовление импланта на станке.

После выполнения всех этапов, получается имплант суставного диска, который можно использовать в медицине.

В данной статье были проанализированы способы изготовления имплантов на примере суставного диска. Предложена технология изготовления индивидуальных медицинских имплантов на фрезерном станке с помощью САМ-системы. Разработана последовательность операций, выбрана схема изготовления импланта на станке с ЧПУ и с использованием САМ-системы. Предложенная технология позволяет сократить время изготовления импланта с месяца до 2-3 дней, уменьшить стоимость изготовления и количество задействованных людей.

Список литературы

1. Имплантат из сверхвысокомолекулярного полиэтилена. Режим доступа: <https://habr.com/company/misis/blog/402651/> (дата обращения 28.03.2019)
2. Основы послойного синтеза трехмерных объектов методом лазерной стереолитографии: Учеб. пособие / Малов И.Е., Шиганов И.Н. М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006.

УДК 004.896

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РОБОТА ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ И ИЗВЛЕЧЕНИЯ ТЕКСТОВОЙ/СИМВОЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ СКАНИРОВАННЫХ ДОКУМЕНТОВ

В.Д. Шпичко, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехники и комплексной автоматизации»
v.shpichko98@gmail.com

Научный руководитель: С.Ю. Дудников, ассистент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехники и комплексной автоматизации»

Обработка первичной бухгалтерской документации является важной задачей, направленной на повышение эффективности деятельности предприятия. Работа с первичной документацией является трудоемким процессом и требует выполнения нескольких операций с документом. Операция формирования отчета включает: внесение

сотрудником документации в ERP-систему и обработку бухгалтером внесенного документа. Операция выполняется вручную, занимает много времени и вероятность ошибки из-за человеческого фактора довольно высокая.

Трудоемкость этого процесса высока и в среднем составляет около 50 отчетов в день, а составление одного отчета занимает около 5-7 минут рабочего времени. Для повышения качества и эффективности данного процесса предлагается ввести RPA (*Robotic process automation*) на базе архитектуры свёрточной нейронной сети [1].

Модуль интеллектуального анализа(МИА) состоит из двух частей и представляет собой программный код, написанный на языке Python. Первая часть связана с упрощением процесса внесения документации в ERP-систему, а вторая - с составлением бухгалтерского отчета. RPA позволяет сотруднику, принимающему первичную документацию, не вручную вносить документ, а загружать фотографию через мобильное устройство. Обработка изображения документа выполняется на нейронных сетях в результате чего документ представляется в векторном виде. Векторное представление элементов позволяет классифицировать документы по счетам с использованием свёрточной нейронной сети [2].

В результате данной работы разработан RPA на основе свёрточных нейронных сетей, который позволяет заменить рутинные человеческие операции, связанные с обработкой входящих отсканированных/сфотографированных документов. Такой инструмент позволит сократить среднее время обработки первичной бухгалтерской документации с 5-7 минут до 7-10 секунд, а также снизит вероятность ошибки с 15% до 5%.

Список литературы

1. Robotic Process Automation. Режим доступа:
<https://habr.com/ru/company/jetinfosystems/blog/447398/>
2. Yoon Kim, Convolutional Neural Networks for Sentence Classification. New York University, 2016.

УДК 681.5.011

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАШИНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ НАМОТКИ КАРТРИДЖЕЙ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ВОДЫ

А.В. Илюхин, бакалавр

Tema.ilyhin@yandex.ru

С.Б. Иванов, бакалавр

sergey200.87@mail.ru,

П.А. Дроков, бакалавр

drokrav@mail.ru, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

Научный руководитель: А.О. Ненашев, ассистент, ведущий инженер

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

По требованиям ГОСТ 2874-73, стандарту по гигиеническим требованиям и контролю за качеством воды, в воде, которая используется для питья и на бытовые нужды, не должно быть более 1,5 мг/л взвешенных веществ. Независимо от того, из какого источника поступает вода, скорее всего, она будет загрязненной и ее необходимо очистить. Самым сложным при этом будет избавиться жидкость от различного рода видимых загрязнений: песка, глины, ржавчины, ила и т.д. [3, с. 1-17].

Эта процедура является частью водоподготовки, для нее используются картриджи механической очистки воды. Они представляют из себя намотанную на твердый сердечник нить из полипропилена.

Полипропиленовый картридж получают путем наматывания при помощи бегунка полипропиленовой нити на вращающийся жесткий сердечник, закрепленный на шпинделе с последующим продольным стягиванием за счёт резьбового вала.

С недавнего времени в системе управления машиной переменной намотки используются однокристалльные микро-ЭВМ - «микроконтроллеры», основным преимуществом которых стало оптимальное соотношение "цена - производительность - энергопотребление", которое вытекает из достоинств микроконтроллеров, среди которых: низкая стоимость, высокая надежность, высокая степень миниатюризации, малое энергопотребление, работоспособность в жестких условиях эксплуатации, достаточная производительность для выполнения всех требуемых функций и др [2, с. 58].

Недостатком таких систем является невозможность получения данных с них в режиме реального времени и возможности менять параметры на ходу.

Таким образом, главными целями работы стали исследование уже существующей системы с целью исправления ее недостатков, а также введение в систему новых разработок, таких как:

- Создание единой информационной сети машин перемонной намотки за счет использования микроконтроллеров и интерфейса RS-485, позволяющих существенно сократить персонал, обслуживающий систему, облегчить работу инженера-технолога и автоматизировать процесс механической очистки воды;

- Добавление в систему возможности корректировки намотки нити на этапах старта и остановки вращения сердечника;

- Реализация возможности хранения микроконтроллерами нескольких программ намотки (а не одной, как это реализовано в существующих системах), которая позволит реже перенастраивать систему, и сделает ее более универсальной.

Список литературы

1. Рябчиков Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. М.: ДеЛи принт, 2004. 328 с.
2. Белов А.Б. Конструирование устройств на микроконтроллерах, СПб: Наука и Техника, 2005. 255 с.
3. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества. Режим доступа: <http://gostvoda.ru/d/677526/d/4-gost-2874-82.pdf> (дата обращения 15.04.2019).

УДК62-5

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА В ИСПЫТАТЕЛЬНОМ СТЕНДЕ ГОНДОЛЫ ВЕТРЯНОЙ МЕЛЬНИЦЫ

К.С. Щербаков, бакалавр

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Робототехники и комплексной автоматизации»
kirshch@protonmail.com

Научный руководитель: С.С. Гаврюшин, д.т.н., профессор

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Робототехники и комплексной автоматизации»

На сегодняшний день реальность такова, что уровень загрязнения в мире постоянно растет, а запасы нефти и природного газа быстро истощаются. На этом фоне энергия ветра становится одним из приоритетных альтернативных источников энергии, в которую имеет смысл инвестировать больше времени и ресурсов для совершенствования современных технологий ветра.

КПД ветротурбины определяется отношением выходной мощности к входной мощности. Мощность на каждом конце может быть рассчитана, среди других методов, как произведение крутящего момента и скорости вращения. Таким образом, крутящий момент становится одним из наиболее важных параметров, которые необходимо точно измерять. Производители ветряных турбин в настоящее время требуют измерения крутящего момента с погрешностью не более 0,2%. В представленном курсовом проекте исследуется новый датчик крутящего момента, основанный на принципе рычага силы. Основной мотивацией этого проекта было моделирование действующего нового датчика крутящего момента для измерений в испытательных стендах гондолы. Это, в свою очередь, позволило бы измерить моменты МН·м с более высоким уровнем точности и меньшей неопределенностью в динамических условиях эксплуатации, чем то, что существует в настоящее время.

Оригинальный датчик крутящего момента состоит из следующих функциональных элементов: входной и выходной фланцы, рычагов сил, радиально упорных подшипников, регулировочных элементов и датчика силы. Входной фланец соединен с ведущим валом от первичного двигателя. Выходной фланец соединен с ведомым валом, идущим к системе приложения нагрузки. Два соединения, включающие регулировочные элементы и датчик силы, являются двумя примерами узла измерения силы (УИС), который передает крутящий момент в виде сил, смещенных относительно оси вращения, которые, в свою очередь, создают передаваемый крутящий момент. Задача регулировочных элементов состоит в том, чтобы минимизировать паразитные нагрузки во время измерения. УИС шарнирно закреплен на конце рычагов входного и выходного рычагов вокруг всех своих осей. Кроме того, выходной фланец монтируется на входном фланце с помощью двух радиально-упорных шариковых подшипников. Эта система подшипников обладает высокой жесткостью, обеспечивает дополнительную защиту от паразитных нагрузок и обеспечивает соосное положение между фланцами. Конечная масса датчика крутящего момента 5 МН·м составляет 16,8 тонны при длине 2 м, высоте 3,5 м и диаметре внешнего фланца 1,5 м.

В данной системе для измерения силы, смещенной относительно оси вращения, был выбран низкопрофильный сдвиговый тензодатчик, поскольку позволяет измерять усилия до 2,5 МН и имеет ряд преимуществ [2], таких как: массивный и охватывающий весь элемент тепловой путь (отсутствие температурных градиентов), конструкция является более компактной (позволяет выдерживать усталостную нагрузку лучше) и вращательно-симметричной, сигнал более линейный из-за не изменяемости поперечного сечения изгиба при нагрузке [3].

Чтобы доверять измерению некоторого физического параметра, необходимо указать качество процесса измерения. Чтобы предоставить универсальный метод для выражения и оценивания неопределенности результата измерения, применимый ко всем видам измерений и всем типам данных, используемых при измерениях, был выбран подход GUM [1], состоящий в том, чтобы выражать результат измерения, как наилучшую оценку измеряемой величины вместе с соответствующей неопределенностью измерения.

Геометрия датчика крутящего момента разделена на подмодели для упрощения моделирования. Модель 1: входной и выходной фланцы и большинство компонентов - жесткие связи (внутренних деформаций нет), датчик силы смоделирован как элемент пружина- демпфер нулевой длины. Модель 2: большинство компонентов - жесткие связи (внутренних деформаций нет), датчик силы смоделирован как элемент пружина- демпфер нулевой длины, входной и выходной фланцы - смоделированы в ABAQUS 2017 с их характеристиками жесткости и массы и перенесены в качестве гибких тел (подвержены деформации).

Первичный двигатель обеспечивает вращательное движение преобразователю в форме оборотов в минуту, и сопротивлению от генератора предоставляется сторона в виде встречного момента. Это создает крутящий момент внутри преобразователя, который передается на другую сторону в форме или силах в УИС. Таким образом, преобразователь сначала ускоряется до номинальной скорости вращения (20 секунд), и только при достижении этой скорости приложение крутящего момента начинается и продолжается в течение 50 секунд. После достижения номинального крутящего момента датчик приводится во вращение с постоянным числом оборотов в минуту без противодействующего крутящего момента (10 секунд), чтобы изучить установившееся поведение.

Хотя сила в направлении x является единственной силой, которая необходима для вычисления измеренного крутящего момента, существуют дополнительные неизбежные силы в направлениях y и z , а также моменты вокруг всех трех осей. Это так называемые паразитные нагрузки, генерируемые в преобразователе и влияющие на неопределенность измерения.

Суммарная стандартная неопределенность и расширенная неопределенность описываются соответственно уравнениями. Совокупная неопределенность получается 2486 Н·м. Эта расширенная неопределенность рассчитывается как 0.0921% относительно приложенного крутящего момента. Отклонение силы из-за центробежной силы оказывает наибольшее влияние на неопределенность.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 21748-2012. Статистические методы. Руководство по использованию оценок повторяемости, воспроизводимости и правильности при оценке неопределенности измерений. Технические требования. Введ. 2013-12-01. М.: Изд-во стандартов, 2010. 43 с.
2. Документация тензодатчика U10M. Режим доступа: <https://www.hbm.com/fileadmin/mediapool/hbmdoc/technical/B01444.pdf> (дата обращения 01.04.2019).
3. Андреева Л.Е. Упругие элементы приборов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1981. 392 с.

УДК 004

КАПСУЛЬНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.С. Морзавченков, бакалавр

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
antonismorf@gmail.com

Научный руководитель: В.Б. Тарасов, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

В последнее время сверточные нейронные сети захватили тотальную доминацию в решении задач, связанных с классификацией изображений. На вход сети подается вектор признаков, который, последовательно проходя через слои сети, перерабатывается в признаки более высоких уровней. Количество выходов такой сети равно количеству классов, к которым могут относиться входные векторы, и на каждом выходе будет формироваться вероятность принадлежности объекта к соответствующему классу [1, с. 1685]. Стало формироваться мнение, что подобная архитектура нейросетей является идеальной, и человечеству остается только наращивать свои вычислительные мощности, чтобы обрабатывать все большие и большие выборки. Но так ли это на самом деле? Отметим основные минусы данной модели: низкая точность распознавания объектов,

запечатленных с разных ракурсов и имеющих различную степень освещенности, потеря информации во время «свёртки», плохие результаты при работе с небольшими обучающими выборками. Решение всех этих проблем обеспечивает капсульная архитектура нейронных сетей, впервые упомянутая в работе Джеффри Хинтона. Искусственный нейрон можно описать тремя шагами: 1) скалярное взвешивание входных скаляров; 2) сумма взвешенных входных скаляров; 3) нелинейное скалярное преобразование.

Капсула имеет векторные формы вышеуказанных 3 шагов, в дополнение к новому этапу аффинного преобразования ввода: 1) матричное умножение входных векторов; 2) скалярное взвешивание входных векторов; 3) сумма взвешенных входных векторов; 4) векторная нелинейность [2].

Данное преобразование позволяет во время присвоения определенного класса, учитывать не только его конкретные признаки (форма элементов изображения, их количество, цвет), но и также взаимное расположение этих признаков между собой. Отличительной чертой капсульной модели является динамическая маршрутизация. Сначала принимаются капсулы на нижнем уровне и их выходы, а также количество итераций после маршрутизации. После этого алгоритм будет выдавать вывод более высокого уровня капсулы. Кроме того, в данной архитектуре присутствует новый коэффициент, являющийся временным значением, которое будет итеративно обновляться, и после завершения процедуры его значение будет сохранено. В начале обучения его значение инициализируется в нуле. Далее вышеописанные шаги будут повторяться необходимое количество раз. Последний шаг низкоуровневого блока вычисляет значение вектора, который является всеми весами маршрутизации для капсулы более низкого уровня. После того, как веса посчитаны для капсул нижнего уровня, переходим к рассмотрению капсул более высокого уровня. Этот шаг вычисляет линейную комбинацию входных векторов, взвешенных с помощью коэффициентов маршрутизации, определенных на предыдущем шаге. Затем векторы последнего шага проходят через нелинейное преобразование, что гарантирует сохранение направления вектора, но его длина не должна превышать 1. Этот шаг создает выходной вектор для всех более высоких уровней капсулы. Основная идея состоит в том, что сходство между входом и выходом измеряется как скалярное произведение между входом и выходом капсулы, а затем изменяется коэффициент маршрутизации. Динамическая маршрутизация решила проблему потери данных во время свёртки, в результате чего, капсульные сети уменьшают ошибку распознавания объектов в другом ракурсе на 45%, по сравнению с классической моделью [3]. Поэтому капсульная архитектура на данный момент является очень перспективной. Также она решает многие проблемы сверточных сетей, поэтому высока вероятность широкого распространения данной модели в самое ближайшее время.

Список литературы

1. Якимов П.Ю., А.В. Шустанов Использование ГПУ в задаче классификации дорожных знаков при помощи сверточных нейронных сетей // Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2017). 2017. С. 1691-1696.
2. Капсульные нейронные сети. Режим доступа: <http://old.nanonewsnet.ru/news/2018/kapsulnye-neironnye-seti> (дата обращения 14.04.2019).
3. Капсульные нейронные сети. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/417223/> (дата обращения 14.04.2019).

СЕКЦИЯ «РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА»

УДК 621.37

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ОТРАЖАТЕЛЕЙ

Э.С. Назарова, студентка

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

eli-nz@yandex.ru

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

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Проблема обеспечения безопасности движения была актуальна во все времена. В частности, для ее решения при судовождении определенные участки на воде обозначают с помощью специальных средств, таких как буи, бакены со световыми и радиолокационными искусственными отражателями. Волнение моря и сопутствующее многократное переотражение электромагнитных волн, приводит к маскировке искусственных отражателей на фоне воды. Так, по статистике [1] за 2019 год 90 крупнейших судов попали в аварии, причинами являются: посадка на мель (касание грунта) - 25 случаев (27,8%), гибель в штормовых условиях – 3 (3.3 %) и столкновения - 18 (20%).

Искусственные радиолокационные отражатели, как правило, имеют простую геометрическую форму (сферы, диполи или металлические пластины) или являются специальными антеннами-отражателями. Известны следующие виды типовых антенн-отражателей [2]: дипольный отражатель, рупорный и диэлектрический отражатели, решётка Ван-Атта.

Выделить отражение от искусственного отражателя на фоне местных предметов не тривиальная задача, так как отражение от буя ничем ни отличается от отражения от гребня волны. Для различения объектов необходимо, чтобы параметры отраженного сигнала от интересующего объекта отличались от параметров сигналов от других объектов, например, доплеровской частотой. Для имитации доплеровского эффекта можно либо перемещать объект, либо промодулировать амплитуду рассеянного поля. В литературе [3] описаны способы модуляции амплитуды отраженного сигнала эффективные для метрового диапазона длин волн.

Для электрического (коммутация ключа и расположение диполей в пространстве) и механического (вращение диполя) способов параметризации сравнивались формы спектров отраженных сигналов и величина отражения на заданной доплеровской частоте. Наилучшие характеристики показывает вариант с попарной коммутацией элементов, смещённых в пространстве на расстояние $\lambda/4$.

Для коротких волн описанные в литературе варианты параметризации не подходят, однако если заменить в радиолокационных отражателях поверхность на управляемую частотно-избирательную поверхность [4], реализующую полный сдвиг по фазе отраженного сигнала на π , то будет достигнута параметризация отражений, что является предметом для последующих исследований.

Список литературы

1. Statistics of Marine Accident. Сайт компании «Japan Transport Safety Board». Режим доступа: http://www.mlit.go.jp/statistics_mar.html (дата обращения 03.04.2019).
2. Кобак В.О. Радиолокационные отражатели. М.: Советское Радио, 1975. 248 с.
2. 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., Батурин А.С. заявители и патентообладатель Москва, Научно-исследовательский институт радиоэлектронной техники Московского

государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. № 2004137843/09; заявл. 24.12.04; опубл. 10.06.06. 5 с.

УДК 621.396

СБРАСЫВАЕМЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ЗОНД: ПОДСИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ

Е.В. Прохоренко, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

pro.jane-pro@mail.ru

Научный руководитель: Г.В. Круглов, старший преподаватель

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Возможное применение разрабатываемого сбрасываемого измерительного зонда:
Точная доставка грузов.

Сбрасываемый измерительный зонд позволит улучшить эффективность доставки грузов в ситуациях, требующих высокой точности сбрасывания грузов. Например, доставка грузов рыбакам на льдину или, например, точное попадание груза на поляну в тундре.

Прогноз распространения чрезвычайных ситуаций.

Сбрасываемый измерительный зонд позволит определить направление движения воздуха, в том числе ветра, в областях шторма или над очагом пожара, а также позволит увеличить эффективность тушения пожара водой, скорейшим образом предотвратить возгорание, путем максимального покрытия очага пожара водой при тушении. Помимо этого, в настоящее время происходят выбросы химических веществ в атмосферу. Данный зонд позволит узнать направление и скорость движения облака выбросов ядовитых химических и радиоактивных веществ, что поможет при ликвидации данной чрезвычайной ситуации.

Из применяемых способов измерения обстановки в качестве альтернативы данному устройству были рассмотрены радиозонды производства финской компании Vaisala [1]. Данные радиозонды имеют меньшее количество датчиков, следовательно, точность полученных данных ниже, получение информации менее оперативное, а также конструкции радиозондов не приспособлены к сбросу с самолёта или сильным порывам ветра.

Разрабатываемая система состоит из сбрасываемого зонда и приёмо-передатчика на борту самолёта. Приёмник обеспечивает получение информации, передаваемой зондом после сброса. Приёмо-передатчик на борту самолёта связан с бортовым вычислителем.

В состав самого зонда входят нагреватель для поддержания рабочей температуры во время полёта (температура на высоте 12 км составляет порядка 56 градусов Цельсия ниже нуля), плата подсистемы сбора данных и плата передатчика зонда, которая позволяет получать команды и отправлять информацию с датчиков. Во время полёта к цели питание зонда осуществляется от бортовой сети самолёта, после сброса – от внутреннего источника питания.

Подсистема сбора данных.

Данная плата включает в себя следующие устройства: барометр LPS331AP, который измерит атмосферное давление с целью определения высоты; магнитометр LIS3MDL, который определит магнитное поле окружающего пространства; датчик, включающий акселерометр и гироскоп LSM6DS3, который определит ускорение и угловую скорость вращения зонда; термометр DS1624, который измерит температуру внутри шара. Данный датчик необходим для корректной работы платы нагревателя. Также в состав платы сбора данных входят приёмник ГЛОНАСС / GPS SL3333 (Navia), который

определил координаты зонда, и микроконтроллер STM32 L476, необходимый для управления всеми устройствами, а также для сбора данных со всех датчиков.

Для работы приёмника ГЛОНАСС / GPS, входящего в состав платы подсистемы сбора данных необходима антенна ГЛОНАСС / GPS. Рассматривалась возможность применения промышленных patch антенн [2]. Но так как сбрасываемый измерительный зонд при падении с борта самолёта будет совершать хаотическое вращение, то было необходимо наличие антенны для обеспечения всенаправленного приёма и передачи сигнала. Поэтому была разработана антенна ГЛОНАСС / GPS. Так как разрабатываемая подсистема сбора данных выполнена в виде печатной платы, то для реализации антенны ГЛОНАСС / GPS выбрано микрополосковое исполнение. В процессе моделирования была полученная антенна, имеющая диаграмму направленности близкую к всенаправленной.

В таблице ниже приведены тактико-технические характеристики разработанного зонда.

Диапазон измерения ускорений	±16g
Диапазон измерения угловой скорости, °/с	2000
Диапазон измерения магнитного поля, Гс	±16
Точность измерения магнитного поля, мГс	0,12
Диапазон измерения атмосферного давления, мбар	от 260 до 1260
Точность измерения атмосферного давления, мбар	0,02
Точность измерения географических координат, м	±3
Диапазон измерения температуры, °С	от -55 до +125
Точность измерения температуры, °С	0,03125

Конструкция зонда выполнена в виде шара в силу симметрии данной фигуры по всем осям. В нижней части корпуса предусмотрено отверстие для питания зонда от бортовой сети, также имеются специальные выемки под платы.

Список литературы

1. <https://www.vaisala.com/en/products>.
2. S.O. Kim. Specification A25-4102920-AMT02, 2018. 4 p.

УДК 621.396

МОНИТОРИНГ СИГНАЛОВ ГНСС С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ВРЕМЕННОГО АНКОПЛЕНИЯ

Д.А. Еремеев, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

demetry13895@yandex.ru

Метод временного накопления [1, 2] основан на повторяемости элементов навигационного сигнала. Сигнал можно разложить на повторяющиеся базовые элементы, форма которых может быть произвольной, а сами они задаются через значения известной кодовой последовательности (например, в соответствии с переходами символов дальномерного кода).

МВН позволяет восстановить форму базовых элементов путём наложения и усреднения отсчётов сигнала, соответствующих каждому базовому элементу, но располагающихся в разных частях сигнала. Шум в таких отсчётах некоррелирован и подавляется. Для определения положения базовых элементов в наблюдаемом сигнале необходимо восстановить сигнальное время, используя оценки радионавигационных параметров (РНП): задержки огибающей сигнала, фазы и частоты Доплера.

Как правило, для решения задач мониторинга навигационного поля ГНСС используются комплексы на базе крупноапертурных антенн (например, зеркальных) [1].

Достоинства:

- хорошее отношение сигнал/шум (за счёт большого коэффициента усиления);
- возможность сразу получить форму сигнала.

Недостатки:

- большой размер антенны;
- погрешности измерений вследствие деформаций антенны под собственным весом;
- необходимость наведения антенны на спутник и его сопровождения;
- высокая стоимость и сложность измерительных комплексов и антенн.

Дешёвой и простой альтернативой является использование компактного программно-аппаратного комплекса мониторинга сигналов на базе слабонаправленной антенны, программно-определяемой радиосистемы (ПОР) и персонального компьютера (ПК) с обрабатывающей программой, реализующей МВН.

Достоинства:

- хорошее отношение сигнал/шум (растёт с увеличением времени накопления);
- малые и простые антенны;
- не требуется наведение на спутник;
- относительно низкая стоимость.

Недостатки:

- восстановленная форма сигнала по сути является усреднённой, что не позволяет увидеть мгновенные единичные искажения сигнала;
- необходимо некоторое время (порой достаточно большое) на обработку.

Принцип работы такого комплекса следующий. Слабонаправленная антенна принимает навигационные сигналы. ПОР переносит совокупность сигналов на промежуточную частоту и оцифровывает их. Далее квадратурные отсчёты наблюдаемого сигнала по интерфейсу (например, Ethernet, USB 3.0 или другому) поступают в ПК и записываются в файл. Затем специальная программа считывает отсчёты сигнала из файла, реализует первичную обработку (получение РНП) и обработку сигнала с применением метода временного накопления.

Макет данного программно-аппаратного комплекса был собран на базе антенного блока, разработанного КБ НАВИС, и ПОР NI USRP B200. Программная модель обработки сигналов реализована средствами программы MATLAB. Стоит отметить, что при реализации фильтрации РНП был использован алгоритм комплексного фильтра слежения за задержкой огибающей и фазой сигнала, так как он даёт более точные оценки задержки дальномерного кода сигнала [3, с. 185], необходимые для нормальной работы МВН.

В процессе проверки работоспособности макета была сделана запись сигнала ГЛОНАСС L1OF (открытый сигнал с частотным разделением стандартной точности в диапазоне L1) и проведена его обработка. В результате были получены графики восстановленных базовых элементов сигнала и всего дальномерного кода, на которых видны характерные искажения на фронтах, обусловленные ограниченной полосой аналоговых трактов, а также графики автокорреляционной функции и спектра восстановленного дальномерного кода. Спектр сигнала соответствует теоретическому, а в диапазоне радиоастрономов (1610,6 – 1613,8) МГц наблюдается провал, обусловленный действием режекторного фильтра на борту спутника.

МВН может применяться не только для оценки искажений формы сигналов, вносимых аналоговыми трактами, и их энергетических характеристик (мощности, спектра), но и, например, для оценки взаимной задержки сигналов ГЛОНАСС L1OF и L2OF, используемых для двухчастотных измерений в прецизионной навигационной аппаратуре, и компенсации этой задержки при обработке измерений для повышения точности навигационно-временных определений.

Список литературы

1. Харисов В.Н., Пельтин А.В., Валуев Е.В. Метод временного накопления – основа технологии мониторинга сигналов ГНСС. М.: Радиотехника. 2017. № 11. С. 46-54.
2. Харисов В.Н., Пельтин А.В. Алгоритм временного накопления для мониторинга сигналов ГЛОНАСС. М.: Радиотехника. Радиосистемы (Журнал в журнале). 2014. № 7. С. 75-79.
3. Бакитько Р.В., Болденков Е.Н., Булавский Н.Т., Дворкин В.В., Ефименко В.С., Косенко В.Е., Нартов В.Я., Перов А.И., Перьков А.Е., Тюбалин В.В., Урличич Ю.М., Харисов В.Н., Чеботарев В.Е., Шатилов А.Ю. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / под ред. Перова А.И., Харисова В.Н. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Радиотехника, 2010. 800 с., ил.

УДК 004.4'22**LABVIEW В ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ ПО КУРСУ ЭЛЕКТРОНИКА**

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»

Со стремительным развитием технологий растут и потребности современного человека, в частности, студента. Поэтому для сохранения у студентов мотивации учиться и развиваться, преподавателям требуется «идти в ногу со временем». В связи с этим и процесс обучения должен включать использование современных технологий. Поэтому была поставлена задача – разработать лабораторный стенд для изучения основных характеристик электронных компонентов в курсе Электроника с учётом требований сегодняшнего дня.

Лабораторный стенд разработан для исследования электронных компонентов – диода, биполярного и полевого транзисторов [1]. В связи с тем, что на разных специальностях требования к изучению электроники различаются, данный лабораторный стенд предусматривает его использование в рамках учебной программы и для студентов радиотехнического направления, которым требуются навыки в сборке электронных схем, и для студентов других специальностей, для которых необходимо, в первую очередь, знание процессов, происходящих в схеме. Поэтому лабораторный стенд реализован таким образом, что исследование можно выполнять, собирая схему на макетной плате, а также использовать разработанную заготовку схему в виде платы расширения для Arduino UNO (shield).

В процессе выполнения лабораторной работы пользователь для построения необходимых характеристик электронного компонента изменяет управляющее напряжение. Этот принцип реализован при помощи использования потенциометра. Но для проведения лабораторной работы в дистанционном формате, необходимо использовать полностью автоматизированный режим управления схемой. В этом случае используется вариант схемы без потенциометра. Поэтому программное обеспечение разработано для двух случаев – для регулирования управляющих напряжений в ручном и автоматическом режимах [2].

С учетом выше перечисленных требований лабораторный стенд реализован в четырех вариантах:

1. Сборка схемы и ручной режим управления
2. Сборка схемы и автоматический режим управления
3. Использование заготовок печатных плат и ручной режим управления

4. Использование заготовок печатных плат и автоматический режим управления

Такой подход позволяет преподавателю подстраиваться под любую аудиторию. Использование программной среды LabVIEW значительно упрощает процесс разработки и дает возможность изменить программное обеспечение при необходимости.

Список литературы

1. Дьюб Динеш С. Электроника: схемы и анализ. М.: Техносфера, 2008. 432 с.
2. Пейч Д.И., Точилин Д.А., Поллак Б.П. LabView для новичков и специалистов. М.: Горячая линия - Телеком, 2004 г. 384 с.

УДК 621.396

ФОРМИРОВАТЕЛЬ СИГНАЛА ГЛОНАСС НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

И.А. Комлева, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

ira_1997_komleva@mail.ru

Научный руководитель: Я.В. Мыкольников, ст. преподаватель

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

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. Современная научно-исследовательская лабораторная база, построенная на основе аппаратно-программных платформах и специальных программных средствах, позволяет решать задачи по исследованию характеристик новых сигналов и видов модуляции в различных областях радиотехники.

Основной целью работы является создание формирователя навигационного сигнала стандартной точности ГЛОНАСС на основе программно-определяемой радиосистемы (англ. Software-defined radio, SDR).

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- проанализировать принципы и особенности формирования СТ-сигналов системы ГЛОНАСС с кодовым разделением [2];
- создать генератор информационной и пилотной компонент сигнала L1OC (ГЛОНАСС с кодовым разделением каналов), с блоком почипово-временного и квадратурного уплотнения;
- выполнить серию экспериментов по оценке работоспособности макета на измерительном оборудовании НИИ РЭТ МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Рассмотрим формирователь навигационного сигнала стандартной точности с кодовым разделением L1OC системы ГЛОНАСС. Для этого сигнала была выделена отдельная несущая частота 1600,995 МГц [2].

В общем случае излучаемый НКА СТ-сигнал представляет собой фазокодоманипулированный (ФКМ) сигнал.

Модулирующая последовательность [1, 2] образуется путем почипово-временного уплотнения информационной и пилотной компонент сигнала, которые образуются путем сложения по модулю 2 двоичных сигналов: псевдослучайного дальномерного кода L1OCd (код Голда) длиной 1023 символов и периодом повторения 2 мс, псевдослучайного дальномерного кода L1OCp (усеченной последовательности Касами) длиной 4092 символов и периодом повторения 8 мс, меандровой последовательности с частотой 2,046

МГц, цифровой информации (альманаха) 125 бит/с, сверточного кода 250 сим/с и оверлейного кода 500 сим/с.

Реализация генератора СТ-сигнала L1OC ГЛОНАСС была осуществлена на SDR платформе NI USRP B200. Формирование ФКМ сигнала реализовано в программе LabVIEW Communications [3]. В данной среде организуется алгоритм, позволяющий пользователю с помощью специализированного интерфейса посредством задания начальных параметров: несущей частоты, частоты дискретизации, символьной скорости, номера НКА и других параметров формируемых последовательностей, конфигурировать мощность выходного сигнала [2, 3]. Бинарная фазовая манипуляция (ФМ-2) несущего колебания дальномерным кодом также осуществляется программным способом, а затем физически реализуется на SDR.

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 и научных целях лабораторного стенда по спутниковой навигации.

Список литературы

1. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. Изд. 4-е, перераб. и доп., М.: Радиотехника, 2010. 800 с.
2. Интерфейсный контрольный документ. Навигационный радиосигнал открытого доступа с кодовым разделением в диапазоне L1. Режим доступа: <http://russianspacesystems.ru/wp-content/uploads/2016/08/IKD-L1-s-kod.-razd.-Red-1.0-2016.pdf> (дата обращения 01.05.2019).
3. Загидуллин Р. Ш. LabView в исследованиях и разработках. М.: Горячая линия-Телеком, 2005. 352 с.
4. Канке В.А. Основы Философии. М.: Изд-во Логос, 2008. 288 с.

УДК 621.396.41

ДВУХДИАПАЗОННАЯ ПЛАНАРНАЯ ИНВЕРТИРОВАННАЯ F-ОБРАЗНАЯ АНТЕННА ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ СВЯЗИ

О.Д. Эгамбердиев, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

egamberdievotabek@gmail.com

Научный руководитель: Ю.С. Русов, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

В настоящее время широко развивается малогабаритная антенная техника для мобильных средств связи. В связи с этим актуальны исследования и работы, направленные на создание многодиапазонных малогабаритных антенн, обеспечивающих работу в диапазонах, соответствующих стандартам LTE и 5G. Одним из перспективных типов антенн для таких систем связи являются планарные инвертированные F-образные антенны.

Спроектированная антенна содержит диэлектрическую подложку, с одной стороны которой расположена излучающая пластина, с другой – экран. Излучающая пластина расположена параллельно экрану, а их торцы соединены с помощью закорачивающего штыря. Экран, излучающая пластина и закорачивающий штырь имеют форму прямоугольника и выполнены из меди. С целью обеспечения работы одновременно в нескольких диапазонах частот в излучающей пластине имеется L-образная прорезь.

Для предварительного расчета размеров антенны используются следующие соотношения[1]:

$$f_{\text{н}} \approx \frac{c}{4 \cdot (L + W + h) \cdot \sqrt{\varepsilon_{\text{эфф}}}}, \quad 1)$$

$$f_{\text{в}} \approx \frac{c}{4 \cdot (L_1 + L_2) \cdot \sqrt{\varepsilon_{\text{эфф}}}}, \quad 2)$$

где $f_{\text{н}}$ и $f_{\text{в}}$ – нижняя и верхняя резонансные частоты соответственно, Гц,
 c – скорость света в вакууме, м/с,
 L, W, h – длина, ширина и высота над экраном излучающей пластины соответственно, м,
 L_1, L_2 – длины первого и второго отрезков L-образной прорези соответственно, м,
 $\varepsilon_{\text{эфф}}$ – эффективная диэлектрическая проницаемость среды между излучающей пластиной и экраном.

В процессе оптимизации изучено влияние некоторых размеров излучающей пластины и L-образной прорези на характеристики антенны. Увеличение ширины первого отрезка прорези приводит к смещению верхней резонансной частоты в область более высоких частот, в то время как нижний диапазон практически не меняется. Изменение длины излучающей пластины позволяет настроить нижнюю резонансную частоту.

В результате проведенных исследований спроектирована двухдиапазонная планарная инвертированная F-образная антенна, работающая в диапазонах частот 809...857 МГц и 1733...1900 МГц для сетей LTE на территории России. Нижняя и верхняя резонансные частоты спроектированной антенны равны 833 МГц и 1816 МГц соответственно. Полоса пропускания оценивалась по уровню -6 дБ коэффициента отражения[2,3]. В нижнем диапазоне она составляет 5,8% от резонансной частоты, в верхнем – 9,2%. Оптимизированная антенна имеет следующие размеры: излучающая пластина – (29x40) мм, закорачивающий штырь – (7,5x1) мм, экран – (50x50) мм, первый отрезок L-образной прорези – (16x2,5) мм, а второй – (21x7) мм.

Реализация многодиапазонности рассмотренной антенны оказалась возможна за счет изменения формы излучающей пластины с помощью L-образной прорези. Оптимизация размеров прорези позволяет добиться работы антенны в требуемых диапазонах частот.

Список литературы

1. Pimienta-Del Valle Domingo, Lagar-Perez Raidel Design of a dual-band PIFA for handset devices and its SAR evaluation // Ingenieria Investigacion y Tecnologia. 2016. V. 17. № 2. Pp. 169-177.
2. Слюсар В.И. Антенны PIFA для мобильных средств связи. Многообразие конструкций // ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2007, №1. С. 64-74.
3. Dr. John L.Volakis Antenna engineering handbook. McGraw-Hill Digital Engineering Library, 2007. 1754 p.

УДК 004.588

РЕАЛИЗАЦИЯ УДАЛЕННЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ ПРАКТИКУМОВ НА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВАХ LABVIEW

В.И. Колмаков, специалист

МГТУ им. Н. Э. Баумана, «Радиоэлектронные системы и устройства»

kolmakowladimir@gmail.com

Научные руководители: Р.Ш. Загидуллин, доцент, к.т.н.

Я.В. Мыкольников, ст. преподаватель

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектронные системы и устройства»;

А.В. Пельтин, доцент, к.т.н.

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектронные системы и устройства»

Актуальность данной работы заключается в необходимости повышения качества выпускаемых специалистов, которое обусловлено в том числе и развитием информационных технологий, имеющее отражение в построении автоматизированных лабораторных практикумов и систем дистанционного обучения, разработке дистанционных учебных курсов для всех форм обучения, в том числе и очной формы, особенно для инженерных специальностей.

В работе реализован один из наиболее практичных и удобных методов удаленного доступа к лабораторному стенду, под названием «тонкий клиент» [1]. Для реализации данной технологии необходим компьютер (сервер), к которому можно получить доступ и управлять им извне по коммуникационным каналам. Управление этой лабораторией обычно происходит по Интернету с использованием Web-браузера. Клиентом может быть любой компьютер, связанный с интернетом, имеющий простой браузер и установленное бесплатное программное обеспечение. Связавшись по сети, удаленный клиент будет видеть ту же самую лицевую панель компьютерного прибора, как местный пользователь, и также будет иметь те же самые функциональные возможности программы управления экспериментом [2].

При реализации удаленных лабораторных работ закладывались следующие требования:

1. Простота использования. Если рассмотреть общую структуру программы удаленного доступа, то она будет выглядеть следующим образом:
 - а) индивидуальный доступ каждого пользователя с защитой личных данных;
 - б) понятное и «дружественное» окно проведения эксперимента со всеми необходимыми графиками и таблицами [3];
 - в) возможность сохранять данные эксперимента в виде фотографий и таблиц;
 - г) легкий и сугубо индивидуальный доступ к сохраненным файлам эксперимента.
2. Доступность. Программное обеспечение LabVIEW необходимо только на этапе разработки лабораторной работы. Готовая программа работает самостоятельно и имеет минимальные требования к системе. Пользователю необходимо лишь иметь компьютер с доступом в интернет.
3. Модульность. Программа разработана таким образом, что при необходимости создания новых лабораторных работ, достаточно отдельной подпрограммой создать математическо-вычислительную часть и интегрировать ее в основную программу, при необходимости поменяв при этом интерфейс ввода-вывода.

Список литературы

1. Кучерявский С.В., Суранов А.Я. Основы сетевых технологий. Создание сетевых приложений в среде LabVIEW: учебное пособие. Барнаул: АлтГУ, 2005. 71 с.
2. Суранов А.Я. LabVIEW 8.20: Справочник по функциям. М.: ДМК-Пресс, 2007. 536 с.

3. Трэвис Дж., Кринг Дж. LabVIEW для всех. М.: ДМК-Пресс, 2008. 880 с.

УДК 621.37

ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ РАДИОВИДЕНИЯ

И.А. Родичев, специалист,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Ivan-rodichev@yandex.ru

В настоящее время ведутся активные исследования в области управления беспилотным транспортом. Среди всех технологий, которые при этом используются, особое место занимают датчики определения дальности и угла азимута до препятствий. Активный интерес к таким датчикам обусловлен задачей предотвращения столкновений и помощи водителям при маневрировании.

В условиях плохой видимости окружающей обстановки наиболее качественное решение задачи наблюдения препятствий обеспечивается радиолокационными средствами. При этом для обеспечения высокого углового разрешения необходимо увеличивать размеры антенной системы с одной стороны, а с другой переходить к более коротким длинам волн. Такой подход приводит к увеличению стоимости всей системы и ее усложнению, т.к. требует системы управления лучом для обеспечения обзора пространства.

Концепция объединения ММО систем [1, 2] и моноимпульсных систем пеленгации (ММО-monopulse) [3] была изучена в литературе, но большинство из них использует распределенный ММО с широко разнесенными передатчиками и приемниками. Такой подход позволяет объединить преимущество моноимпульсных систем, заключающееся в высокой точности пеленгации цели и низких вычислительных затрат, и ММО систем, которые оказываются более компактными.

Для реализации ММО-моноимпульсной системы предложена структура «виртуальной» антенной решетки и многоканальный приемо-передающий модуль [4]. Поставлен эксперимент, показывающий состоятельность данного метода.

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. Крайний В.И., Семенов А.Н. Результаты фокусировки радиоизображений объемных объектов по многочастотной мультистатической радиоголограмме методом обратных проекций // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2016. С. 31–40.
3. R. Feng, F. Uysal, P. Aubry, A. Yarovoy. MIMO-monopulse target localisation for automotive radar. IET Radar Sonar Navigation, august 2018, DOI: 10.1049/iet-rsn.2018.5013
4. Родичев И.А. Многоканальный СВЧ-переключатель // Научная сессия – современная радиоэлектроника. Сборник докладов Шестой межвузовской студенческой конференции. М.: ПАО «НПО «Алмаз», 2017. С. 431 – 436.

СЕКЦИЯ «ЛАЗЕРНЫЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ»

УДК 681.2.087

ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПАРАЛЛАКСНЫХ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

Чжай Мэн, магистрант

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

greatzhaimeng@bk.ru

Научный руководитель: Л.Н. Тимашова, д.ф.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

В настоящее время контроль железнодорожного пути (ЖП) осуществляется параллаксными оптико-электронными системами (ОЭС), которые регистрируют 3D-изображения объектов. Осветительная система ОЭС формирует световую плоскость, а приемная система регистрирует изображение световой плоскости, искаженной объектом. Объектами ОЭС являются головки рельсов, шпалы, поверхность тоннеля и т.д. При контроле железнодорожного пути ОЭС крепится либо на дне вагона, либо на торце.

Изменение расстояния до объекта $\Delta h_{\text{ОБ}}$ вычисляется по формуле.

$$\Delta h_{\text{ОБ}} = \frac{m \cdot a_{\text{э}} \cdot s_{\text{ОБ}}^2}{b \cdot f'_{\text{ВК}}}.$$

где

m - количество элементов на смещении;

$a_{\text{э}}$ -размер элемента МПИ;

b -параллаксная база;

$s_{\text{ОБ}}$ -расстояние объекта до приемного объектива;

$f'_{\text{ВК}}$ -фокусное расстояние видеокамеры.

При смещении изображения на один элемент МПИ $m = 1$ получим погрешность измерения:

$$\delta h_{\text{ОБ}}(m = 1) = \frac{a_{\text{э}} \cdot s_{\text{ОБ}}^2}{b \cdot f'_{\text{ВК}}}.$$

В известных ОЭС для контроля рельса угловой размер световой плоскости (угловое поле осветителя) $2W_{\text{осв}} = 40^\circ$ [1]. При этом расстояние до головки 0.5м. При регистрации головки рельса ОЭС может располагаться на дне вагона. При регистрации колеи ЖП для крепления на дне вагона угловой размер требуется $2W_{\text{осв}} = 120^\circ$, поэтому ОЭС с $2W_{\text{осв}} = 40^\circ$ крепится на торце на большей высоте $h_{\text{об}} = 1.5\text{м}$. При этом существенно возрастает погрешность измерения.

Контроль тоннеля требует угловое поле осветителя $2W_{\text{осв}} = 180^\circ$. В известной ОЭС достигается $2W_{\text{осв}} = 360^\circ$, но за счет сканирования коллимированным пучком по поверхности тоннеля[1]. В этих ОЭС используется полупроводниковый лазер с размерами светового тела $1 \times 200 \text{ мкм}^2$. При движении поезда со скоростью 140км / час, требуется высокая угловая скорость сканирования $\omega = 6000 \text{ об/мин}$.

Недостатки первых двух ОЭС - малый угловой размер световой плоскости, а третьей ОЭС - наличие сканирующего элемента вращающегося с большой угловой скоростью.

Цель работы - увеличение углового поля до 180° , что позволяет создавать ОЭС без сканирующего устройства, с минимальной погрешностью измерения. Поставленная цель может быть реализована за счет использования полупроводникового лазера с протяженным световым телом.

Анализ когерентных мощных источников излучения показал, что имеется один тип мощного источника излучения с размерами светящегося тела $1 \times 11000 \text{ мкм}^2$ (АТС-Q200), производимый ЗАО «Полупроводниковые приборы». [2]

Параметры полупроводникового лазера АТС-Q200:

Длина волны $\lambda = 0.805 \text{ мкм}$;

Размер тела $l_x \times l_y = 1 \times 11000 \text{ мкм}^2$;

Угловая расходимость $2\sigma_x \times 2\sigma_y = 40^\circ \times 12^\circ$;

Выходная оптическая мощность $\Phi_\lambda(0.95) = 200 \text{ Вт}$;

Длительность импульса $\tau_{\text{имп}} = 250 \text{ мкс}$;

Скважность 200.

Для получения увеличенного углового размера световой плоскости требуется широкопольный осветительный объектив. Угловое поле 120° позволяет располагать ОЭС на дне вагона.

Фокусное расстояние осветительного объектива определяется размером источником излучения $l_y = 11000 \text{ мкм}$ и требуемым угловым полем $2W_{\text{осв}} = 120^\circ$ по формуле

$$f' = \frac{l_y}{2W_{\text{осв}}} = 5.24 \text{ мм}.$$

Был синтезирован осветительный объектив с фокусным расстоянием $f' = 5.24 \text{ мм}$ и $2W_{\text{осв}} = 120^\circ$. Увеличение углового поля привело к пропорциональному уменьшению фокусного расстояния, но так как погрешность измерения определяется высотой объекта во 2-й степени, то при этом погрешность уменьшается. При $2W_{\text{осв}} = 120^\circ$ высота объекта на $h_{\text{об}} = 0.5 \text{ м}$, погрешность измерения уменьшалась в 3 раза.

В результате с учетом аберрации осветительного объектива на расстояние 0.5 м сформируется световая полоса шириной $l'_x = 0.326 \text{ мм}$ и длиной $l'_y = 1908 \text{ мм}$.

Осветительная система ОЭС для контроля тоннеля имеет угловое поле 180° , без использования сканирующего устройства. Световая полоса с таким углом охватывает практически весь профиль тоннеля. ОЭС крепится внизу торца вагона.

Фокусное расстояние осветительного объектива определяется размером источником излучения $l_y = 11000 \text{ мкм}$ и угловым полем $2W_{\text{осв}} = 180^\circ$ по формуле:

$$f' = \frac{l_y}{2W_{\text{осв}}} = 3.5 \text{ мм}.$$

Ширина полосы на поверхности тоннеля с радиусом $R = 2.5 \text{ м}$ с учетом аберрации равна $l'_x = 1.9 \text{ мм}$, а ее длина $l'_y = 7850 \text{ мм}$.

Таким образом разработаны 2 варианта осветительной систем с увеличенным угловым размером 120° и 180° , что позволили уменьшить погрешность измерения размеров головки рельса и ширины колеи, а для контроля профили тоннеля создать ОЭС без применения сканирующего устройства.

Список литературы

1. Промышленно-инновационная компания прогресс. Режим доступа: <http://www.atcsd.ru/> (дата обращения 15.04.2019).
2. Санкт-Петербургские полупроводниковые приборы. Режим доступа: <http://www.pik-progress.ru/> (дата обращения 15.04.2019).

УДК 681.7.031, 681.7.015.2, 681.7.012.2

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АХРОМАТИЧЕСКОЙ СТЕПЕНИ КОРРЕКЦИИ ДВУХЛИНЗОВОГО ОБЪЕКТИВА ДЛЯ СРЕДНЕГО ИК-ДИАПАЗОНА

Н.С. Рязанкин, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет «Оптико-электронное приборостроение»

nik.cheba@gmail.com

Научный руководитель: В.И. Заварзин, д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет «Оптико-электронное приборостроение»

dekan.oep@gmail.com

Хроматические aberrации - это такие отклонения от идеального изображения, которые обусловлены зависимостью показателя преломления среды от длины волны. Под ахроматической степенью коррекции объектива подразумевается то, что хроматизм положения для граничных двух волн будет равен нулю. Условием ахроматизации оптической системы является равенство нулю ее основного хроматического параметра.

Был проанализирован взят каталог «Infrared» из программного пакета Zemax, поскольку он дает возможность получить данные о показателе преломления и полосе пропускания материала. Были рассмотрены 23 материала, прозрачные в спектральном диапазоне от 3,5 до 5,5 мкм, найден показатель преломления на всех длинах волн, дисперсия и относительная дисперсия для длины волны 4,3 мкм. Исходя из условия нормировки оптических сил для тонкого двухлинзового объектива и условия ахроматизации, можно найти оптические силы каждого из компонентов. Также стоит обратить внимание на вторичный спектр, величина которого записывается через относительные дисперсии. Исходя из вышесказанного, можно сделать следующие выводы: решение есть в том случае, когда дисперсии не равны друг другу, оптические силы элементов должны быть разных знаков, оптические силы элементов пропорциональны дисперсиям материалов, относительные дисперсии должны быть близки, в идеальном случае равны. Теоретически на данном этапе можно сказать, что синтезировать ахромат возможно из любой пары материалов, однако с большой вероятностью не будет получено качественное изображение, поскольку при синтезе не учитывалась теория монохроматических aberrаций третьих порядков. Поэтому дополнительно для объектива зададимся условием, что параметры P и W также будут равны нулю.

По итогам исследования можно сделать следующие выводы: первый материал должен быть с дисперсией больше, чем у второго, и с показателем преломления меньше чем у второго; оптическая сила первого элемента должна быть положительной, а второго отрицательной; низкодисперсные материалы не рекомендованы к использованию, поскольку при синтезе возникают крутые нетехнологичные радиусы; высокодисперсные материалы можно использовать только с аналогичными высокодисперсными материалами, однако в процессе синтеза необходимо следить за крутизной радиусов; среднелдисперсные материалы могут быть использованы с учетом близких значений относительной дисперсии; комбинации материалов с высокой и низкой дисперсией не рекомендованы к использованию, поскольку при синтезе возникают нетехнологично крутые радиусы и величина вторичного спектра больше на порядки по сравнению с материалами из близких по дисперсиям материалов.

Исходя из проведенных исследований, стоит рекомендовать к использованию среднелдисперсные материалы с близкими относительными дисперсиями для ахроматизации и минимизации вторичного спектра. Парами таких материалов будут: AgCl - GaAs, KRS-5 - GaAs, AgCl - IRG-100, AgCl - ZnSe, KBr - ZnS, ZnSe - CdSe, CdSe - GaAs, AgCl - AMTIR-3, KRS-5 - AMTIR-1, KRS-5 - AMTIR-3.

Список литературы

1. Можаров Г.А. Теория аберраций оптических систем: Учебное пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2013. 288 с.
2. Слюсарев Г.Г. Методы расчета оптических систем. Л.: Машиностроение, 1975. 640 с.
3. William D. Rogatto. The Infrared and Electro-Optical System Handbook. Electro-Optical Components. Volume 3. Infrared Information Analysis Center, 1993. 666 p.

УДК 681.78.01(075.8)

ДЕМОНСТРАЦИЯ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ПОИСКА ПЕРЕМЕЩАЮЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА ОПТИЧЕСКИМ ПЕЛЕНГАТОРОМ

Е.А. Белокуров, специалист

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Оптико-электронное приборостроение»

evgen65200@yandex.ru

Научный руководитель: И.М. Илюхин, доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Начальной задачей оптического пеленгатора является выполнение процесса поиска и обнаружения «интересующего» его объекта. Решение этой задачи реализуется чаще всего в автоматическом режиме путём регулярного просмотра достаточно большого поля обзора малым угловым полем прибора по заданной траектории развёртки в течение одного периода обзора. Эффективность работы прибора в первую очередь определяется вероятностью надёжного «захвата» пеленгуемого объекта и временем, затрачиваемым на его обнаружение. В качестве интегрального показателя эффективности системы поиска и обнаружения прибора можно принять численное значение отношения надёжного «захвата» пеленгуемого объекта к отношению времени, затрачиваемого на его обнаружения и периода обзора, очевидно, что чем оно численно больше, тем эффективней система. Условие равенства единице надёжного обнаружения обеспечивается в приборе выбором соответствующих значений порога срабатывания устройства принятия решения, а также отношения сигнал-«шум» на его входе. Значение отношения времени, затрачиваемого на обнаружение объекта и периода обзора меньше или равно единице при произвольном положении объекта пеленгации в пределах поля обзора определяется законом развёртки последнего, а также вектором угловой скорости перемещения объекта и его начальным положением в пределах поля обзора.

Для демонстрации процесса и оценки эффективности системы поиска объекта пеленгации ОЭП поисково-следящего типа была разработана программа «POICR-BI». Она позволяет численно определить значения показателей эффективности для 6-ти наиболее распространённых законов развёртки поля обзора при перемещении объекта пеленгации по эталонной трассе.

В процессе демонстрации процесса поиска объекта пеленгации после завершения каждого цикла просмотра поля обзора на экране ЭВМ появляются текущие значения показателей эффективности, а после выполнения серии из n последовательных просмотров – их статистически усреднённые значения.

Анализ результатов исследований позволяет сделать следующие основные выводы:

1) с увеличением скорости перемещения объекта пеленгации вероятность его надёжного «захвата» и эффективность системы поиска снижаются для всех анализируемых законов развёртки поля обзора;

2) так как эффективно работающая система поиска должна иметь показатель эффективности больше единицы то скорость развёртки поля обзора должна не менее чем в 25 раз превышать возможную скорость перемещения объекта пеленгации;

3) заметный разброс значений показателей эффективности, реализуемых анализируемыми законами развёртки, в первую очередь определяется начальным положением объекта пеленгации в пределах поля обзора; при этом несколько лучшие показатели обеспечивает спиральный и секущий, а худший – строчный закон развёртки;

4) так как при использовании в пеленгаторе современной электронной системы поиска технические возможности всех анализируемых законов развёртки достаточно близки, то выбор оптимального закона развёртки в конечном счёте определяется статистическими особенностями просматриваемого поля сигналов и главным образом ожидаемым положением в нём объекта пеленгации. Поэтому при наличии априорной информации о положении объекта в центральной зоне поля обзора лучше выбрать спиральный или центрально-секущий законы развёртки. Если же такая информация отсутствует (нет предварительного указания о наиболее вероятном положении объекта), то лучше использовать строчный и спиральный законы с попеременной сменой точек начала и конца развёртки, так как они обеспечивают равномерный по времени и 100% просмотр всего поля обзора.

Список литературы

1. Якушенков Ю.Г. Теория и расчёт оптико-электронных приборов. М.: Машиностроение. 1989. 360 с.
2. Катус Г.П. Восприятие и анализ оптической информации автоматической системой. М.: Машиностроение, 1986. 416 с.
2. Мирошников М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов. Л.: Машиностроение, 1983. 696 с.

УДК 681.7.013.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ АБЕРРАЦИЙ В ОБЪЕКТИВАХ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

И.М. Зайцев, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Оптико-электронное приборостроение»

zajcev06061997@mail.ru

Научный руководитель: Т.С. Ровенская, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

rovts@yandex.ru

В настоящее время в силу применения матричных приёмников излучения с размером пикселя порядка нескольких единиц микрометров объективы высокого разрешения стали незаменимой частью оптических приборов. В качестве современного показателя качества изображающей оптической системы широко используется среднеквадратическое отклонение волновой аберрации по волновому фронту; для оптических систем с высоким качеством изображения это значение связано с критерием Марешаля [2]. Среднеквадратическое значение волновой аберрации для конкретного луча при аппроксимации волновой аберрации с использованием ортогональных полиномов Цернике определяется суммой квадратов коэффициентов зонального разложения волновой аберрации, умноженных на их норму:

$$W(\rho, \varphi) = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} C_{nm} \cdot R_n^m(\rho) \cdot \cos(m\varphi)$$

$$\bar{W}^2 = C_{00}^2 + \frac{1}{2} \sum_{n=m}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \frac{C_{nm}^2}{n+1}$$

В [1] отмечены особенности изменения абберационного функционала, выстраиваемого в процессе оптимизации оптической системы с использованием

коэффициентов разложения волновой aberrации по полиномам Цернике, а именно, существенно меньшее изменение в процессе локальной оптимизации aberrаций высших порядков по сравнению с aberrациями низших порядков и уменьшение в процессе оптимизации вклада aberrаций низших порядков. Эти особенности aberrационного функционала определяют интерес к получению начального (отправного) варианта синтезируемого конструктивного решения с заданным уровнем aberrаций низшего порядка. Как вариант, предлагается определить этот уровень из условия задания размера пятна изображения точки с учетом размера пикселя матричного приемника, обеспечивая при этом стабильность размеров пятен по полю изображения с оценкой качества по значению среднеквадратического отклонения волновой aberrации.

Для решения сформулированной задачи использовано разложение волновой aberrации по ортогональным полиномам Цернике [1,2], ограниченное описанием волновой aberrации ортогональными aberrациями третьего порядка:

$$W(\rho, \varphi) = C_{40} \times R_4^0(\rho) + C_{31} \times R_3^1(\rho) \times \cos \varphi + C_{22} \times R_2^2(\rho) \times \cos 2\varphi$$

учитывая для луча сферическую aberrацию, кому и астигматизм. Используя для перехода от волновой aberrации к составляющим поперечной aberrации известное выражение [2, формула (1.22)], получено выражение полной поперечной геометрической aberrации произвольного луча через коэффициенты низших порядков разложения волновой aberrации по полиномам Цернике:

$$a = \frac{2}{\sin \sigma'} \left[\begin{aligned} &C_{40}^2 (24\rho^3 - 12\rho) + \\ &+ C_{22}^2 ((2\rho \times \cos 2\varphi)^2 + \frac{(-2\rho^2 \times \sin 2\varphi)^2}{\rho^2} - \frac{4(2\rho \times \cos 2\varphi)^2 (-2\rho^2 \times \sin 2\varphi)^2 \cos^2 \varphi \sin^2 \varphi}{\rho^2}) + \\ &+ C_{31}^2 ((6\rho - 2) \times \cos \varphi)^2 + \frac{((-6\rho^2 - 2\rho) \times \sin \varphi)^2}{\rho^2} - \\ &- \frac{4((6\rho - 2) \times \cos \varphi)^2 ((-6\rho^2 - 2\rho) \times \sin \varphi)^2 \cos^2 \varphi \sin^2 \varphi}{\rho^2} \end{aligned} \right]$$

Это выражение позволяет определить значения коэффициентов разложения волновой aberrации по полиномам Цернике, задаваемые для определения начального (отправного) варианта синтезируемого конструктивного решения.

Список литературы

1. Бездидько С.Н., Ровенская Т.С. Полиномы Цернике в проектировании оптических систем: Учеб.пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. 44 с.: ил.
2. Сокольский М.Н. Допуски и качество оптического изображения. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. 221 с.: ил.

УДК 519.688, 004.438

ВЫЧИСЛЕНИЕ ПРОДОЛЬНОЙ СФЕРИЧЕСКОЙ АБЕРРАЦИИ ВЫСШИХ ПОРЯДКОВ ПРИ ПОМОЩИ ЯЗЫКА ZEMAX PROGRAMMING LANGUAGE

А.Г. Староверов, студент,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет «Оптико-электронное приборостроение»

staroverovsasha@yandex.ru

Научный руководитель: Ю.Ю. Качурин, старший преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Лазерные и оптико-электронные системы»

caich@mail.ru

Сферическая абберация — абберация оптических систем, приводящая к нарушению гомоцентричности вышедшего пучка лучей в зависимости от абсолютного угла σ . Для продольной сферической абберации $\Delta S'$ выделяют сферическую абберацию третьего $\Delta S'_{III}$ и высших порядков $\Delta S'_{в.п.}$ [1]:

$$\Delta S' = \Delta S'_{III} + \Delta S'_{в.п.} \quad (1)$$

В программе Zemax фактические значения продольной сферической абберации третьего и значения продольной сферической абберации третьего порядка выводятся в текстовых окнах анализа Longitudinal Aberration и Seidel Coefficients, соответственно. Значение абберации высших порядков необходимо вычислить вручную.

Для автоматизации процесса вычисления было предложено написать макрос на языке Zemax Programming Language (ZPL) [2].

Язык макросов ZPL позволяет формировать текстовые окна Longitudinal Aberration и Seidel Coefficients, проводить анализ полученного текста построчно, извлекая из них необходимую информацию о значениях величин.

Недостатком такого способа является то, что для продольной сферической абберации в текстовом окне анализа приводятся четыре значимые цифры, для продольной сферической абберации третьего порядка - шесть. Это снижает точность дальнейших вычислений

Нами на основе известных выражений

$$\begin{aligned} \mu_i &= \frac{1}{n_i}, & \delta(\mu_i) &= \mu_{i+1} - \mu_i, \\ \delta(\alpha_i) &= \alpha_{i+1} - \alpha_i, & \delta(\alpha_i \mu_i) &= \alpha_{i+1} * \mu_{i+1} - \alpha_i * \mu_i, \\ P_i &= \left(\frac{\delta(\alpha_i)}{\delta(\mu_i)} \right)^2 * \delta(\alpha_i \mu_i), \end{aligned} \quad (2)$$

$$S_I = \sum_i^N h_i * P_i,$$

$$\Delta S'_{III} = \frac{m^2}{2 * f'} * S_I,$$

был написан макрос, вычисляющий продольную сферическую абберацию третьего порядка.

В выражениях (2) n_i – показатель преломления перед i -ой поверхностью; α_i - угол 1-го вспомогательного луча; i – номер поверхности; N – количество поверхностей, m – зона входного зрачка.

Фактическое значение продольной сферической абберации вычислялось на основе трассировки реального луча при помощи оператора *RayTrace* и полученных в результате такой трассировки значений координат (*RayX*, *RayY*, *RayZ*) на поверхностях и направляющих косинусов лучей (*RayL*, *RayN*, *RayM*):

$$\Delta S' = -RayY(N+1) * \frac{RayN(N+1)}{RayM(N+1)}, \quad (3)$$

где *RayY(N+1)* - координата луча по оси Y, *RayN(N+1)* *RayM(N+1)* - направляющие косинусы с осями координат Z и Y в плоскости изображения, соответственно.

Значения высших порядков вычислялось на основе выражения (1).

Полученный макрос предполагается использовать в дальнейшем для оптимизации оптических систем.

Список литературы

1. Заказнов Н.П., Кирюшин С.И., Кузичев В.И., Теория оптических систем. М.: Машиностроение, 1992. 448 с.
2. ZEMAX. Optical Design Program. Руководство Пользователя. Версия 9.0. Focus Software, Incorporated P. O. Box 18228

УДК 681.7.065, 004.942

АУДИТ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ ПРИЗМА ПЕХАНА ПК-0

А.С. Бондарцов, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Факультет «Оптико-электронное приборостроение»

bondartsov99@mail.ru

Научный руководитель: Ю.Ю. Качурин, старший преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Лазерные и оптико-электронные системы»

caich@mail.ru

Призма Пехана Пк-0 является сложным оптическим элементом, состоящим из 2-х призм: БУ-45 (полупентапризма) и ВкР-45 (призма Шмидта), разделенных воздушным промежутком[1]. Она предназначена для оборачивания изображения в меридиональном и сагиттальном сечениях с сохранением направления оптической оси.

Целью аудита являлась проверка обоснованности назначения размеров, базирующих отверстия под фиксирующие элементы. Проверка проводилась созданием 3D моделей отдельных деталей в программе SolidWorks[2] с последующим интегрированием их в сборочную единицу. По своей сути такое моделирование эквивалентно изготовлению опытного образца и предназначено для исключения этого этапа из цепочки постановки изделия в серийное производство.

Во время создания модели оправы призмы база стандартных резьб программы SolidWorks была добавлена новая резьба М18х0,5[3].

В результате анализа существующей конструкции сборочной единицы Призма Пехана Пк-0 мною выявлены ее недостатки:

- расположение юстировочных винтов не оптимально с точки зрения обеспечения наклона призмы в двух плоскостях, а сами винты попадают на ребра призм, что может привести к образованию сколов;

- центры отверстий под герметик не совпадают с центрами масс призм, что обеспечивало не оптимальное с точки зрения развесовки фиксирование призм.

Мной предложен оптимальный вариант расположения для всех отверстий.

В дальнейшем предполагается использовать созданные модели призм БУ-45 и ВкР-45 в программе Zemax для анализа и оптимизации оптических систем, их использующих.

Список литературы

1. Панов В.А., Кругер М.Я. и др. Справочник конструктора оптико-механических приборов. Л.: Машиностроение, 1980. 742с.
3. Прохоренко В.П. SolidWorks: практическое руководство. М: Бином, 2004. 447с.
4. ГОСТ 24705-2004 (ИСО 724:1993) Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры. М.: Стандартинформ, 2005, 20с.

УДК 004.942, 681.784

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГЛАЗА В ПАКЕТЕ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ZEMAX

В.А. Котова, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Оптико-электронное приборостроение»

varvara.kotova@mail.ru

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

МГТУ им. Н. Э. Баумана, кафедра «Лазерные и оптико-электронные системы»

alex_krioukov@mail.ru

В современном обществе оптические методы диагностики традиционно широко распространены в медицине и имеют фундаментальное значение в офтальмологии, так как лечение заболеваний человеческого глаза опирается на полученные в ходе исследований данные. Современное развитие офтальмоскопии идет по двум направлениям: совершенствование стационарных офтальмоскопов и создание новых портативных моделей, работающих совместно с мобильными телефонами. Последние позволяют оперативно записывать и передавать данные о состоянии, например, глазного дна пациентов и могут успешно использоваться в телемедицине.

Развитие характеристик офтальмоскопов, в частности увеличение их углового поля при исследовании сетчатки глаза, позволяет проводить раннюю диагностику ряда серьезных заболеваний, таких как сахарный диабет. Однако следует помнить, что периферическое зрение человеческого глаза обладает невысоким качеством изображения, а следовательно, возникающие при больших угловых полях аберрации глаза нужно учитывать при проектировании оптической системы офтальмоскопа [1]. Это требует моделирования оптической схемы глаза и ее внедрения в общую оптическую схему прибора. Кроме того, такое моделирование необходимо для создания «твердотельной» модели или так называемого «фантома» глаза, который может быть использован при юстировке различных офтальмологических приборов [2].

На основании обзора литературы выявлено несколько описаний строения человеческого глаза, наиболее характерными из которых являются следующие:

- редуцированный глаз;
- модель глаза по Гульстранду;
- модифицированная модель по Гульстранду [1];
- анатомически точная модель Хью Лиу и Ноэля Бренана [3].

Первые две модели достаточно широко известны. К их достоинствам можно отнести простоту, а к недостаткам - недостаточную полноту описания. В частности, модели не учитывают хроматические аберрации глаза, а значит не подходят для расчета офтальмоскопов, работающих в широком спектральном диапазоне. Последние две модели лишены указанных недостатков. Так, например, в модели [3] дано описание дисперсии сред глаза, а хрусталик представлен как линза с асферическими поверхностями из неоднородного материала со смешанным (осевым и радиальным) распределением показателя преломления.

Обзор публикаций, посвященных созданию «фантома» глаза, показал, что оптические имитаторы глаза изготавливают как из оптического стекла, так и полиметилметакрилата. Тем не менее, наиболее приближенными к реальности являются модели глаза на основе различных водных растворов [2].

В качестве начального шага в исследовании моделей глаза было проведено моделирование глаза по Гульстранду в пакете прикладных программ Zemax. На основании созданной модели были исследованы оптические характеристики глаза, а также проведен аберрационный анализ для случаев:

1. здорового глаза в состоянии покоя и аккомодации;

2. аметропического глаза в случаях близорукости и дальнозоркости;
3. глаза в обратном ходе лучей.

Задачами для дальнейшего исследования являются создание описанных в [1,3] моделей глаза в пакете прикладных программ Zemax, сравнительная оценка созданных моделей и выработка рекомендаций по их использованию при разработке различных офтальмологических приборов.

Список литературы

1. Тамарова Р.Н., Оптические приборы для исследования глаза. М.: Медицина, 1982. 176 с.
2. Robert J. Zawadzka, T. Scott Rowe, Alfred R. Fullerc, Bernd Hamann, John S. Werner, Towards building an anatomically correct solid eye model with volumetric representation of retinal morphology, Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering - 2010, 7 pages DOI: 10.1117/12.842888.
3. Hwey-Lan Liou and Noel A. Brennan. Anatomically accurate, finite model eye for optical modeling // JOSA A. 1997. Vol. 14, No. 8. P. 1684-1695.

УДК 535.317

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ВИДЕОЭНДОСКОПА С ДИСКРЕТНЫМ ПОЛОЖЕНИЕМ ПЛОСКОСТИ ПРЕДМЕТА

И.О. Подчапаев, магистрант

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Igor.podchapaev@yandex.ru

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

МГТУ им. Н. Э. Баумана, кафедра «Лазерные и оптико-электронные системы»

В настоящее время для исследования труднодоступных объектов в технике и медицине используются гибкие видеоэндоскопы, передающие излучение от объекта к миниатюрному многоэлементному приемнику излучения (МПИ). Расположенный в дистальном конце эндоскопа МПИ позволяет заменить передачу оптического изображения через транслятор и окуляр к глазу наблюдателя передачей электрического сигнала в блок обработки изображения. Таким образом, оптическая схема видеоэндоскопа может быть сведена к схеме миниатюрного фотографического объектива [1].

Современные достижения в проектировании таких систем могут быть продемонстрированы на примере оптической схемы объектива [2], которая обеспечивает следующие основные оптические характеристики: фокусное расстояние $f' = 0,73$ мм, угловое поле в пространстве предметов $2\omega = 133^\circ \dots 136^\circ$, относительное отверстие $D/f' = 1:3,58$. В схеме реализовано продольное перемещение линзы для работы с разными удалениями плоскости предметов, а также одновременное получение двух изображений в рамках одного МПИ.

В силу наличия осветительного канала от объективов эндоскопов не требуют высоких относительных отверстий. Тем не менее миниатюрность конструкции приводит к тому, что дифракционные явления проявляют себя в таких системах достаточно сильно. Оценочные расчеты показали, что при относительном отверстии $D/f' = 1:8,0$ размер дифракционного кружка Эри достигает значения 10,7 мкм, что почти на порядок превышает размеры одного пикселя МПИ [3]. Таким образом, требование увеличения относительного отверстия продиктовано в данных схемах не светозенгергетическим расчетом, а необходимостью уменьшения дифракционных явлений.

Негативным последствием повышения относительного отверстия является существенное уменьшение глубины (резко) изображаемого пространства (ГРИП)

эндоскопа. ГРИП есть расстояние между передним и задним планом в пределах которого объекты изображаются резко, и при оценке положений переднего и заднего планов в качестве пятна нерезкости был использован размер дифракционного кружка Эри. Для борьбы с указанным недостатком в схеме реализована работа с дискретными положениями предмета при сохранении общей длины системы [3].

Изменение рабочего отрезка конструктивно достигается за счет использования в схеме подвижного оптического элемента. Фокусирующая линза имеет два положения. В крайнем левом положении линзы объектив работает с ближним предметом. Основной план расположен на расстоянии $-5,78$ мм от плоскости входного зрачка, а ГРИП составляет $2,53$ мм. В крайнем правом положении линзы объектив настроен на дальний предмет, расположенный на гиперфокальном расстоянии от объектива. ГРИП охватывает диапазон значений от $-13,6$ мм до $-\infty$.

Использование светоделительной призмы позволяет получать одновременно два изображения в рамках одного МПИ. Наличие фильтра в одной из ветвей призмы позволяет выделять излучение, например, синих и зеленых длин волн, повышая контраст изображений кровеносных сосудов. Далее изображение можно сравнить с аналогичным, но полученным в широком спектральном диапазоне.

Развертывание призмы в эквивалентную плоскопараллельную пластинку показало, что для ее размещения задний фокальный отрезок объектива должен в $5,3$ раза превышать его фокусное расстояние. Таким образом, оптическая схема должна быть построена по принципу обратного телеобъектива с очень высоким коэффициентом реверсивности. Исследование оптических сил компонентов схемы и положения их главных плоскостей подтвердило соответствие такой структурной схеме.

Тем не менее, что толщины отдельных линз и компонентов объектива сопоставимы с его фокусным расстоянием ($0,73$ мм) и существенно влияют на изменение оптических характеристик и качества изображения. Это требует других подходов к описанию структурной схемы: хотя бы некоторые ее компоненты должны моделироваться как компоненты конечной толщины.

Таким образом, исследование известной оптической схемы [2] позволило выявить следующие тенденции в проектировании объективов видеоэндоскопов:

1. Для повышения разрешающей способности системы используют МПИ высокого разрешения с размерами пикселя от $0,9$ до $1,1$ мкм.
2. Для уменьшения влияния дифракции повышают относительные отверстия объектива до значений $1:3,5$.
3. Для расширения ГРИП используют дискретное изменение рабочего отрезка при неподвижной плоскости МПИ. Для этого применяют движение внутренних компонентов схемы.
4. Для установки дополнительных фильтров и призм необходимо создание оптических схем, построенных по принципу обратных телеобъективов с большим коэффициентом реверсивности.

Список литературы

1. Батшев В.И., Крюков А.В. Расчет миниатюрных оптических систем несимметричного типа // Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации: Материалы 10-й Международной научно-технической конференции/ Российское НТОРЭС им. А.С. Попова. Суздаль, 2017. С. 195-197.
2. Masahira Katakura Endoscope System / Olympus Co, JP. // Patent No US 2017/0049306A1, February 23, 2017.
3. Батшев В.И., Крюков А.В., Подчапаев И.О. Видеоэндоскопы с широким диапазоном положений объекта // Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации: Материалы 11-й Международной научно-технической конференции/ Российское НТОРЭС им. А.С. Попова. Суздаль, 2018. С. 123-126.

УДК 533.9.082

ТРЕХДИАПАЗОННЫЙ СПЕКТРОМЕТР ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ «АКТИВНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ» ИТЭР

А.Ю. Миронов, магистрант

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

a.mironov@iterrf.ru

Научный руководитель: Т.В. Малинский, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Диагностика «Активная спектроскопия» разрабатывается в рамках проекта ИТЭР (ITER, International Thermonuclear Experimental Reactor) и обеспечивает регистрацию спектров излучения синхронно с работой диагностического пучка атомов водорода и последующий расчёт таких физических параметров, как ионная температура, скорость тороидального и полоидального вращения плазмы, концентрация легких примесей (в том числе гелиевой золы) по всему сечению плазменного шнура с высоким пространственным разрешением.

Свет, порожденный плазмой при взаимодействии с диагностическим пучком, собирается оптическим коллектором (системой зеркал, оптики, световодов) и регистрируется специальными спектрометрами с высокой разрешающей способностью.

Для реализации активной спектроскопической диагностики на установке ИТЭР необходимо проводить измерения одновременно в трех спектральных диапазонах: 468 ± 6 нм, 529 ± 6 нм и 656 ± 8 нм [1]. Сложность задачи заключается в том, что использование сразу нескольких спектрометров для данной задачи невозможно ввиду ограниченных условий расположения диагностики в тритиумном здании. Поэтому минимизация габаритов спектрометра носит первостепенный характер.

Учитывая данную особенность, разработан трехдиапазонный спектрометр высокого разрешения с тремя пропускающими голографическими решетками. Данный спектрометр имеет особую оптическую схему: три прозрачные дифракционные решетки располагаются последовательно друг за другом, углы падения и дифракция для всех решеток составляют 60° с помощью дифракционных решеток из светового сигнала выделяются три спектральных диапазона. На выходе каждого из трех каналов спектрометра строится изображение спектрального профиля излучения плазмы в соответствующем спектральном интервале. Регистрация спектров излучения в спектрометрах производится с помощью ПЗС-камер. Также в спектрометрах используются разработанные под данную задачу объективы – трехкомпонентные апохроматы. Для изготовления компонент объективов использовались стекла марок ТФ-4, ТК-16 и К-8.

Таким образом, становится возможным, используя всего один спектрометр, производить измерения сразу в трех спектральных диапазонах одновременно.

Для нормальной работы диагностики, а также для проведения ряда калибровок до пуска старта диагностики на установке ИТЭР будет использоваться десять подобных спектрометров.

Список литературы

1. Тугаринов С.Н. Трехдиапазонный спектрометр высокого разрешения для диагностической системы «Активная спектроскопия» ИТЭР // Приборы и техника эксперимента. 2016. №1. С. 102-107.
2. Зайдель А.Н., Островская Г.В., Островский Ю.И. Техника и практика спектроскопии М.: Наука, 1972. 375с.

УДК 629.7**МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗВЁЗДНЫХ ДАТЧИКОВ**

В.В. Полянский, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

vova.polyanskiy.97@mail.ru

Научный руководитель: В.Я. Колючкин, д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

ЗД предназначены для ориентации космических аппаратов по звёздам. Целью данной работы является разработка методики расчёта ЗД. Для достижения этой цели решались следующие задачи: проведён анализ литературных источников в области методик расчёта ЗД; выполнена оценка эффективности обнаружения и оценки координат звёзд на основе оптимального алгоритма при использовании критерия максимума правдоподобия.

Для определения углового поля ЗД использованы следующие соображения. Распределение числа звёзд в поле зрения ЗД при его произвольной ориентации описывается распределением Пуассона со средним, равным среднему числу звёзд $\bar{n}_*$ в области небесной сферы, куда направлена визирная ось ЗД. Тогда вероятность P появления в поле зрения не менее n_* звёзд при их среднем числе $\bar{n}_*$ определяется нелинейным уравнением по формуле 1 [1].

$$P = 1 - \exp(-\bar{n}_*) \cdot \left(1 + \sum_{k=1}^{n_*-1} \frac{\bar{n}_*^k}{k!} \right) \quad (1)$$

Для определения ориентации требуется определить координаты не менее 2-х звёзд. Если предположить, что вероятность обнаружения 2-х звёзд равна $P=0,997$, то число звёзд в поле зрения ЗД должно составлять не менее 8.

Среднее число звёзд, попадающих на матрицу ЗД, определяется плотностью звёзд на небе и предельной звёздной величиной. Минимум числа звёзд наблюдается вблизи полюсов галактики. Определив угловое поле, при выбранном типе МПИ, можно определить фокусное расстояние и диаметр входного зрачка объектива.

В качестве примера выполнен светоэнергетический расчёт для звезды Капелла, для которой распределение светимости описывается законом Планка при температуре, равной 6000К. Пятно рассеяния объектива аппроксимировалось двумерной функцией Гаусса при значении эффективного радиуса, равного половине размера чувствительного элемента (ЧЭ) МПИ. При описании преобразования оптического сигнала от звезды учтены линейные искажения, которые вносит объектив и чувствительные элементы МПИ, а также пространственная и временная дискретизация. Принято, что основным источником помех при регистрации изображения звезды является фотонный шум. Предполагалось, что зарегистрированный сигнал подвергнется дальнейшей обработке в бортовой ЭВМ ЗД с целью обнаружения и оценки координат по алгоритму максимального правдоподобия. На основе результатов, изложенных в [2], выведено математическое выражение для расчёта отношения сигнала к шуму (ОСШ) на выходе оптимального фильтра (ОпФ), которое для i – го регистрируемого кадра имеет вид

$$\mu(\theta_0) = \mu_0 \cdot A_{\text{мп}} \sqrt{\sum_{m,n=-\infty}^{\infty} H^2(mT_x - x'_0, nT_y - y'_0)}, \quad (2)$$

где μ_0 – пиковое ОСШ, расчётное значение которого равно 10; $A_{\text{мп}}$ – площадь ЧЭ МПИ; $H(x_1, y_1)$ – импульсный отклик ЗД.

Выражение (2) использовано для расчёта вероятности обнаружения и оценки погрешности оценки координат изображения звезды. На основе проведённого анализа

определено, оптимальное значение пятна рассеяния объектива, при котором достигается минимальное значение СКО погрешности оценки координат.

Список литературы

1. Захаров А.И., Прохоров М.Е., Минимальные технические характеристики звёздного датчика ориентации, необходимые для достижения заданной погрешности. М: Гаиш им. М.В. Ломоносова, 2013. 14 с.
2. Мосягин Г.М., Колючкин В.Я., Тимашова Л.Н., Методы решения задач по теории оптико-электронных систем и приборов: Учеб. пособие. Ч. 3. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. 88 с.

УДК 535.417

ЛАЗЕРНАЯ СКАНИРУЮЩАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ПАРАЛЛАКСНОГО ТИПА

Дебо Вессам, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Научный руководитель: Л.Н. Тимашова, к.т.н., доцент

wesam.deboojww@gmail.com

Настоящая статья посвящена разработке быстродействующей лазерной системы параллаксного типа с использованием однокоординатного сканирования пространства объектов световой плоскостью.

Связь между смещением объекта по оси z и смещением изображения на МПИ выражается следующей формулой [1]:

$$\Delta S_{\text{об}} = \frac{m \cdot a_z \cdot s_{\text{об}}^2}{b \cdot f'_{\text{вк}}} = \frac{\Delta x'_y \cdot s_{\text{об}}^2}{f'_{\text{вк}} \cdot b};$$

где $\Delta x'_y = m a_z$ - Смещение изображения на МПИ;

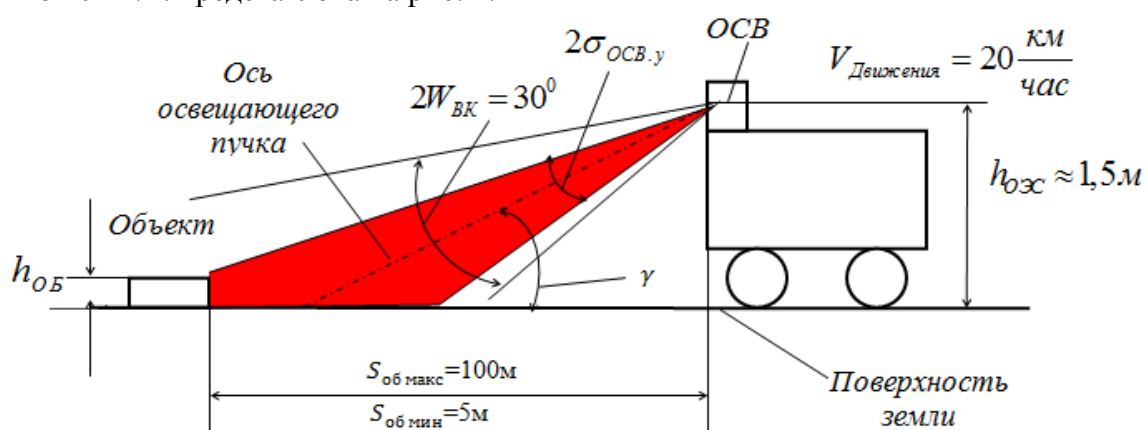
$S_{\text{об}}$ - Расстояние до объекта;

$f'_{\text{вк}}$ - Фокусное расстояние линзы;

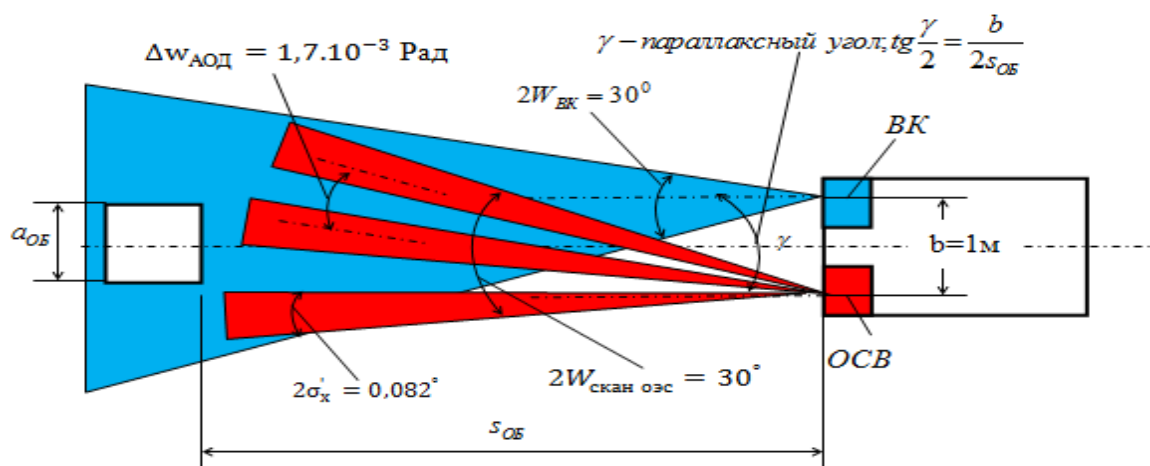
b - База; a_z - Размер элемента МПИ.

1. Функциональная схема:

ОЭС устанавливается на носителе, например на автомобиле, движущемся со скоростью 20 км/ч. представлена на рис. 1:



Меридиональное сечение ОЭС.



Сакитальное сечение ОЭС.
Рис. 1. Функциональная схема ОЭС.

1.1. Осветительный блок:

На рис. 2 представлена осветительная система ОЭС. Схема содержит лазер с размерами светящегося тела $l_x \cdot l_y$ и апертурой излучения $2\sigma_{осв.x} \cdot 2\sigma_{осв.y}$, коллимирующий объектив, акустооптический дефлектор (АОД), телескопическую систему Галилея (ТСГ).

Коллимирующий объектив формирует параллельный пучок излучения от лазера. ТСГ служит для увеличения углового поля сканирования.

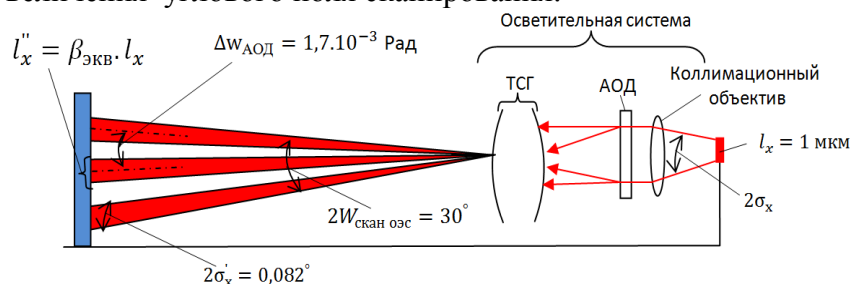


Рис.2. Схема формирования световой плоскости

1.2. Блок приемной системы:

Приемная система содержит матричный приемник излучения (МПИ), объектив видеокамеры, интерференционный фильтр, расположенный перед объективом.

2. Синтез оптической схемы:

2.1. Синтез осветительного объектива для лазера:

Коллимирующий объектив выполнен в виде 2-х линзового склейки с фокусным расстоянием $f'_{кол} = 7 \text{ мм}$.

2.2. Синтез телескопа Галилея:

ТСГ с угловым увеличением $\Gamma_{ТСГ} = 10$ крат выполнен в виде 3-х линзовой системы в которой отрицательный компонент содержит 2-х линзы.

2.3. Синтез приемной системы:

Приемный объектив с фокусным расстоянием $f' = 17 \text{ мм}$ выполнен в виде 3-х линзовой системы.

УДК 681.7**ПАНОРАМНАЯ ОЭС ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ СВЕТОВОЗВРАЩАЮЩИХ ОБЪЕКТОВ**

В.С. Кайдаракова, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

vkajdarakova@gmail.com

Научный руководитель: Л.Н. Тимашова, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Принцип действия таких оптико-электронных приборов (ОЭП) основан на использовании физического эффекта световозвращения, заключающегося в способности оптических систем отражать зондирующее оптическое, как правило, лазерное излучение в обратном направлении под углом, близким к углу его падения. Световозвращателями (СВ) являются малоразмерные объекты, изображение которых формируется на приемнике излучения в виде яркого пятна на фоне, формируемом солнечным излучением и протяженными диффузно отражающими объектами, которые характеризуются коэффициентом отражения $\rho_{об}$. Структурно локационные системы (ЛС) обнаружения СВ содержат передающий (канал подсветки) и приемный каналы. Для подсветки в качестве излучателя используются мощные полупроводниковые лазеры.

При наблюдении пространства объектов известными приборами, например, ОЭП типа «Антиснайпер» в большом угловом поле необходимо осуществлять ручное сканирование этого пространства, так как прибор обладает небольшим полем зрения $5^\circ \times 4^\circ$. Этот факт является недостатком этих систем, так как может повлечь за собой вероятность пропуска объекта.

Целью данного исследования является разработка оптико-электронной системы, которая регистрирует СВ в большом угловом поле. Актуальность данной системы в том, что осуществляется непрерывное автоматическое сканирование широкого пространства объектов, что позволяет быстро обнаружить световозвращающие объекты. При этом не требуется помощь человека-оператора в просмотре местности данным прибором.

Разработанная оптико-электронная система предназначена для регистрации световозвращающих объектов, расположенных в кольцевой панорамной зоне ($180^\circ \times 5^\circ$).

Функциональная схема оптико-электронной системы состоит из двух каналов: передающего и приемного. Следует отметить, что расстояние между оптическими осями передающего и приемного каналов должно быть минимальным, так как работа ОЭП основана на эффекте световозвращения.

Передающий канал формирует световую плоскость, с помощью которой подсвечивается пространство объектов. Световая плоскость формируется за счет размеров протяженного светящегося тела лазера. Для изменения пространственного положения световой плоскости система содержит сканирующее устройство, представляющее собой зеркало, которое отклоняется в пределах угла сканирования и расположено под углом 45° к оптической оси в сагиттальном сечении. Зеркало перенаправляет коллимированный пучок, создаваемый осветительным объективом. Перенаправленное излучение от осветительного объектива попадает в ТСГ, которая вводится в передающий канал для увеличения угла сканирования. Благодаря сканирующему зеркалу в одном сечении система становится панорамной с угловым полем $2W_x = 180^\circ$, а в перпендикулярном не изменяется.

Отразившись от объекта или фона, излучение возвращается и регистрируется приемной системой ОЭП, состоящей из приемного объектива и МПИ, на котором формируется изображение, также используется интерференционный светофильтр с

коэффициентом пропускания для подавления фоновой засветки от солнца с шириной полосы пропускания на длине волны лазера.

Одним из важнейших показателей качества приёмного блока является чувствительность приемника. Она характеризует способность приемника принимать слабые сигналы. Чувствительность приемника определяется как минимальный уровень входного сигнала устройства, необходимый для обеспечения требуемого качества полученной информации. Качество может быть оценено различными способами, одним из которых является определение значения отношения сигнал/шум на входе приемника.

Оптические и оптико-электронные приборы, как правило, при подсветке излучением бликуют, то есть возвращают в сторону источника подсветки сравнительно узкий и интенсивный пучок излучения. Отношение энергетической силы отраженного излучения в каком-либо направлении относительно оси подсветки к энергетической освещенности, созданной источником подсветки на входной апертуре прибора, называется показателем световозвращения (ПСВ) данного прибора в данном направлении $R(\theta, \alpha)$ [1].

Разработана панорамная ОЭС, регистрирующая малоразмерные световозвращающие объекты с ПСВ равным $50 \frac{M^2}{ср}$, расположенные на дальности 100 м, с величиной отношения сигнал/шум равной 22.

Список литературы

1. Барышников Н.В., Бокшанский В.Б., Животовский И.В. Автоматизация измерений световозвращательных // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Приборостроение». 2004. 35 с.
2. Патент №2347251. Объектив «Рыбий глаз» для видеокамеры / Колючкин В. Я., Колобов К. В., Князев А.А., Тимашова Л.Н.
3. Патент №2335003. Панорамная зеркально-линзовая система с видеокамерой / Колючкин В.Я., Колобов К.В., Князев А.А., Тимашова Л.Н.

УДК 629.7

РАСЧЕТ ОПТИЧЕСКОГО КООРДИНАТОРА

М.А. Ястребов, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
price1996@yandex.ru

Научный руководитель: Н.М. Костылев, старший преподаватель.

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Работа посвящена расчету оптического координатора для головки самонаведения (ГСН) ракет класса «воздух-воздух». Целью работы является проектирование следящей системы, работающей в ИК диапазоне длин волн излучения. Для достижения этой цели решались следующие задачи: выполнен светоэнергетический расчет; выполнен синтез оптической системы; разработать конструкцию системы.

Для выполнения светоэнергетического расчета необходимо определить яркость источника. Для этого воспользуемся формулой Планка, проинтегрировав её в рабочем диапазоне от 3,5 до 5,5 мкм. Разделив полученное значение на π , получим яркость для равно яркого источника. Для дальнейших расчетов необходимо найти значение силы излучения, для этого необходимо воспользоваться формулой 1, где A_i - площадь цели.

$$\Delta I = (L_i - L_{\text{фона}}) \cdot A_i \quad (1)$$

За основу взята оптическая система Кассегрена, разность площади зеркал которых можно найти из следующей формулы:

$$A_{зр} = \frac{\Phi_y \cdot L^2}{\tau_a \cdot \Delta I} \quad (2)$$

Площадь зрачка есть разность между площадью главного зеркала и вторичного зеркала, тогда можно подобрать такие диаметры зеркал, чтобы разность площадей была больше, чем площадь, посчитанная по формуле 2, это обеспечит нам требуемое отношение сигнал/шум.

В результате синтеза оптической системы, было принято решение сделать вторичное зеркало по типу Манжена, а также добавить в систему несколько линз для коррекции аберраций, взято из источника [1]. Расстояние между второй линзой и приемником излучения было увеличено, для возможности установки оптического затвора.

Использование оптического затвора в данной системе обусловлено тем, что в ИК диапазоне матричные приемники излучения (МПИ) имеют геометрический шум, который обусловлен неоднородной чувствительностью элементов. Проанализировав виды оптических затворов и их характеристики, был выбран электрооптический затвор, так как он обладает малыми габаритами и малым временем срабатывания. Для компенсации геометрического шума, на небольшой промежуток времени затвор будет закрываться, таким образом, мы можем считывать показания каждого элемента МПИ и записывать их в запоминающее устройство, чтобы в дальнейшем, когда затвор откроется и на МПИ будет падать излучение, можно было корректировать получаемое изображение с учетом неоднородной чувствительности элементов. Также предполагается использовать затвор для защиты от попадания мощного излучения, способного вывести чувствительные элементы из строя. Для этого предполагается, что при попадании на приемник излучения, превышающего допустимые значения, затвор будет закрываться на небольшое время, что позволит сохранить МПИ в целости.

Для обеспечения наклона оптической оси координатора, используется система карданного подвеса, имеющая двухосевой шарнир с двумя контурами вращения. Данная система позволяет реализовать систему автоматического сопровождения цели, благодаря возможности следить за перемещением цели в двух направлениях: по вертикали и по горизонтали.

Для борьбы с паразитным засветом в конструкции предусмотрена установка бленды. Для большей эффективности бленда окрашена в черный цвет и выполнена таким образом, чтобы попадающие на неё лучи отражались на её же поверхность, тем самым лучи «поглощаются» много раз, что в разы уменьшает уровень засветки.

Список литературы

1. Криксунов Л.З., Следящие системы с оптико-электронными координаторами. К.: Техника, 1991. 10 с.

УДК 535.338.41

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛАЗЕРНО-ОПАСНОЙ ЗОНЫ ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ЛИДАРА

М.С. Мишенина, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

misheninamishenina@gmail.com

Научный руководитель: Ю.В. Федотов, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

При конструировании любого прибора, в конструкции которого есть лазер, необходимо определить безопасность его использования в зоне, где находятся люди, так

как пучок лазерного излучения несет большое количество энергии, которая может вызывать в тканях организма тепловые, фотохимические и другие эффекты. Не является исключением и флуоресцентный лидар для обнаружения и классификации нефтяных загрязнений на земной поверхности, где источником излучения может быть импульсный ультрафиолетовый лазер. При размещении лидара на борту авиационного носителя необходимо оценить безопасность лазерного излучения для людей, находящихся в зоне зондирования. Для этого необходимо провести расчет предельно допустимых уровней лазерного облучения и размера лазерной опасной зоны. Длина лазерной зоны (ЛОЗ) – это расстояние, не выполняется условие $E = E_{\text{ПДУ}}$, где E – это энергетическая облученность, а $E_{\text{ПДУ}}$ – ее предельное значение. Данная работа посвящена сравнительному анализу величины ЛОЗ для трех длин волн зондирования: 266, 355 и 532 нм, проведенных в соответствии с СанПиН 5804-9 и ANSI Z136.1-2014.

В рассматриваемом флуоресцентном лидаре длина волны 532 м не используется для зондирования, определение ЛОЗ для данной длины волны приведены для сравнения. Расчеты проводились для твердотельного лазера Ekspla NL 204, обладающего энергией импульса выходного излучения от 0,7 до 2 мДж в зависимости от длины волны. По СанПиН предельно допустимые (ПДУ) лазерного излучения устанавливается для трех диапазонов длин волн: ультрафиолетового, видимого и инфракрасного. В каждом диапазоне необходимо определить значение энергетической экспозиции $H_{\text{ПДУ}}$ и облученность $E_{\text{ПДУ}}$ для одиночного импульса, затем - для серии импульсов. Для лазерного пучка с равномерным распределением интенсивности формула (1) для ЛОЗ имеет вид [1]:

$$l_{\text{ЛОЗ}} = \frac{2}{\theta} \cdot \left(\sqrt{\frac{N \cdot P \cdot \tau_a \cdot \tau_{\text{пр}} \cdot (\Gamma_{\text{пр}})^2}{\pi \cdot E(\tau)}} - \frac{d_0}{2} \right) \quad (1)$$

где N -количество импульсов, P -мощность импульса, τ_a и $\tau_{\text{пр}}$ -коэффициенты пропускания атмосферы и ОС, $\Gamma_{\text{пр}}$ - коэффициент увеличения ОС, $E(\tau)$ -предельно допустимое значение для одиночных импульсов, d_0 -начальный диаметр лазерного пучка. Длина ЛОЗ для длины для воздействия одного импульса при длине волны 266 нм составляет 4,9 м. В соответствии с ANSI, предельные значения определяются, исходя из трех правил: для одиночного импульса, для термического и фотохимического воздействия лазерного излучения. В нашем случае преобладает фотохимическое воздействие и длина опасной зоны или Nominal Optical Hazard Distance (NOHD) [2] определяется по формуле (2):

$$\text{NOHD} = \frac{1}{\theta} \cdot \sqrt{\frac{N \cdot 4 \cdot Q}{\pi \cdot \text{MPE}_T}} - d_0^2, \quad (2)$$

где θ - расходимость лазерного пучка по уровню 1/е, Q - энергия лазерного импульса (pulse energy), MPE_T - максимально допустимое воздействие для времени воздействия T (Maximum Permissible Exposure) [3]. Результат для 266 нм при воздействии одного импульса - 4,8 м.

В результате расчетов для используемого во флуоресцентном лидаре лазера Ekspla NL204 в соответствии СанПиН 5804-91 ЛОЗ для длины волны 266 нм составляет 16,7 м, для 355 нм - 63,1 м, для 532 нм – 7786 м. В соответствии с ANSI Z136.1-2014 ЛОЗ для 266 нм – 15,9 м, для 355 нм – 18 м, для 532 нм – 50,5 м. Длина опасной зоны приведена для времени воздействия 10 импульсов. Таким образом, излучение на длинах волн 266 нм и 355 нм безопасно при высоте полета носителя более 150 м. Причем маловероятно, что человек получит облучение более, чем одним импульсом лазера. На основе полученных данных, можно сделать вывод о том, что разработанный лидар для обнаружения и классификации нефтяных загрязнений на земной поверхности безопасен для использования на территориях, где могут находиться люди.

Список литературы

1. Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров СанПиН 5804-91 // утверждены заместителем Главного Государственного санитарного врача СССР А.Н.Скляровым 31 июля 1991 г., N 5804-91 г.
2. ANSI Z136.1-2014: American National Standard for Safe Use of Lasers. Available at <https://www.lia.org/store/product/ansi-z1361-2014-safe-use-lasers-electronic-version> (дата обращения: 24.04.2019)
3. Arnold L. Augustoni Laser Selection Based On Maximum Permissible Exposure Limits for Visible and Middle-Near Infrared Repetitively Pulsed Lasers // Prepared by Sandia National Laboratories Albuquerque, California, March 2004. P. 37-41

УДК 535.317.226**АФОКАЛЬНАЯ НАСАДКА ДЛЯ ВАРИООБЪЕКТИВА**

В.А. Немальцына, магистрант

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

vnemalcyyna@yandex.ru

Научный руководитель: Ю.С. Гулина, ассистент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

В настоящее время актуальной задачей является распознавание автомобильных номеров. Для достижения этой цели была спроектирована система высотного видеонаблюдения, состоящая из камеры Sony, с переменным фокусом 90 мм..10 мм [1]. Но разрешающей способности этой камеры для распознавания автомобильных номеров с высоты 200 м недостаточно. Для того чтобы повысить разрешающую способность и в то же время оставить систему достаточно компактной была синтезирована афокальная насадка. Для хорошей коррекции aberrаций, а также уменьшения массы и габаритов в качестве габаритной схемы выбирается телескопическая система Галилея.

Первым этапом был проведен габаритный расчет насадки для 3-х конфигураций (3-х значений фокусных расстояний камеры). А именно были определены размеры и положения входного и выходного зрачков, угловое поле, соотношение фокусов компонентов в зависимости от увеличения и длина системы [2].

Затем был произведен энергетический расчет для конфигурации с максимальным фокусом. Был выбран наихудший случай: объект – номерной знак, коэффициент отражения которого был выбран 0,1, освещен ночным искусственным освещением дороги. Далее была определена освещенность на матрице, для подсчета которой требовалось рассчитать коэффициент пропускания атмосферы методом Эльзассера.

$$E_{\text{эфф}} = E_{\lambda\text{max}} \cdot \rho \cdot D_{\text{зр}}^2 / 4f'^2 \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E_0(\lambda) \cdot S_0(\lambda) \cdot \tau_a(\lambda) \cdot \tau_{\text{ос}}(\lambda) d\lambda \quad (1)$$

В итоге полученную освещенность разделили на пороговую освещенность МПИ (матричного приемника излучения) камеры, которая приведена в технических характеристиках, и получили отношение сигнал/шум равное 6.

Сама телескопическая насадка была синтезирована с помощью программы ZEMAX. При развитии углового поля для коррекции aberrаций первый положительный компонент был разбит на два.

Затем был произведен aberrационный расчет для всех 3-х конфигураций. Для уровня энергии 0,7 радиус пятна рассеяния для 1-й конфигурации равен 2,1 мкм, для второй – 1,9 мкм, и для третьей 1,8 мкм, что соответствует разрешению в плоскости предметов 4 мм. Следует отметить, что толщина линий на номерном знаке 5-7 мм.

Частота, передаваемая с контрастом 0,3 для 1-й конфигурации 210 мм^{-1} , для второй – 240 мм^{-1} , и для третьей – 205 мм^{-1} . Это почти в 2 раза превышает расчетное значение, ограниченное размером пикселя в МПИ, равное 125 мм^{-1} .

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что была синтезирована телескопическая насадка, благодаря которой возможно разрешить линии на номерном автомобильном знаке с высоты 200 м.

Список литературы

1. Sony FCB-EX980S Technical manual, 2004. 61с.
2. Н.П. Заказов, С.И. Кирюшин, В.Н. Кузичев. Теория оптических систем: Учебник для студентов приборостроительных специальностей вузов. 3-е изд., перераб. М.: Машиностроение, 1992. 449 с.

УДК 535.242

РАСЧЕТ ВИЗУАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТРАЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НИЗКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ

А.Д. Евстафьева, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

miss.ewstafiewa2012@yandex.ru

А.Р. Белан, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

belchik33@yandex.ru

Научный руководитель: В.Б. Пясецкий, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

В настоящее время интерес к оценке уровня визуального восприятия яркости пространства предметов в условиях низкой освещенности при переходе от дневных условий к ночным – мезопическому диапазону – связан с решением нескольких практических задач: исследованию зависимости скорости принятия человеком решений при визуальных наблюдениях пространства предметов в условиях низкой освещенности, в частности, скорости реакции водителей транспортных средств в условиях сумеречной освещенности, определению оптимального уровня искусственного освещения жилых и производственных территорий, в том числе – скоростных транспортных магистралей [1, 2].

Целью настоящей статьи является разработка методики расчета зависимости уровня визуального восприятия яркости цветных предметов от их освещенности в мезопическом диапазоне, а также проведение такого расчета для некоторых типичных цветных объектов.

Игнорирование различий ночного и дневного уровней световосприятия может привести к заметной погрешности в такой оценке, сделанной для фотопического наблюдателя, когда значение максимальной световой эффективности излучения равно 683 лм/Вт. В соответствии с рекомендациями МКО [3] диапазон яркости пространства предметов для сумеречных условий (мезопический наблюдатель МКО) занимает три порядка – от 5 кд/м² до $5 \cdot 10^{-3}$ кд/м². В этом диапазоне визуально наблюдаемые предметы утрачивают свой цвет – тем больше, чем больше становится доля скотопического (ночного) восприятия. Основной фотометрической характеристикой пространства предметов становится распределение яркости и наблюдаемый яркостный контраст. Мезопическая яркость в соответствии с [3]

$$L_{mes,n} = \frac{m_{(n-1)}L_P + (1 - m_{(n-1)})L_S \cdot V'(\lambda_0)}{m_{(n-1)} + (1 - m_{(n-1)}) \cdot V'(\lambda_0)}, \quad (1)$$

$$m_n = a + b \cdot \lg(L_{mes,n})$$

где m – параметр, который определяет долю фотопического L_P и скотопического L_S восприятия в общем зрительном ощущении яркости излучения, $0 \leq m \leq 1$, $a = 0,7670$, $b = 0,3334$, $V'(\lambda_0) = 683/1700$ – значение функции относительной световой эффективности излучения для скотопического наблюдателя на длине волны $\lambda_0 = 555$ нм, n – номер итерационного шага.

С учетом (1) визуальный интегральный коэффициент отражения:

$$\rho_V = \frac{mI_1 + (1-m)I_3}{mI_2 + (1-m)I_4} \quad (2)$$

Параметры уравнения (2):

$$I_1 = \int_{380\text{ нм}}^{760\text{ нм}} V(\lambda)\varphi(\lambda)\rho(\lambda)d\lambda, \quad I_2 = \int_{380\text{ нм}}^{760\text{ нм}} V(\lambda)\varphi(\lambda)d\lambda,$$

$$I_3 = \int_{380\text{ нм}}^{760\text{ нм}} V'(\lambda)\varphi(\lambda)\rho(\lambda)d\lambda, \quad I_4 = \int_{380\text{ нм}}^{760\text{ нм}} V'(\lambda)\varphi(\lambda)d\lambda,$$

где $V(\lambda)$, $V'(\lambda)$ – относительные характеристики световой эффективности дневного и ночного зрения, $\varphi(\lambda)$ – нормированная функция спектральной плотности потока излучения в пространстве предметов, $\rho(\lambda)$ – спектральная отражательная характеристика наблюдаемого предмета.

По формуле (2) были получены зависимости интегрального визуального коэффициента отражения от яркости в пространстве предметов в условиях низкой освещенности для четырех образцов цвета, которые используются в стандартной методике определения индекса цветопередачи: 7,5 R 6/4 (светлый серо-красный), 2,5 G 6/6 (средний желто-зеленый), 5 PB 6/8 (светлый синий) и 10 P 6/8 (светлый красновато-пурпурный) – обозначения цветов соответствуют индексам цветовой системы Манселла. Расчет проведен для излучений с несколькими значениями цветовой температуры (3500K, 6500K, 7500K и 8500K).

Полученные решения позволяют сделать вывод о степени изменения в сумеречных условиях визуальной яркости и визуального яркостного контраста пространства различно окрашенных предметов.

Список литературы

1. A.-M. Ylinen, L.Tahkamo, M. Puolakka, L. Halonen. Road Lighting Quality, Energy Efficiency, and Mesopic Design. LED Street Lighting Case Study. Available at: <http://lib.tkk.fi/Diss/2011/isbn9789526044101/article5.pdf>, accessed 12.04.2019.
2. J.D. Bullough, L.C. Radetsky Analysis of new highway lighting technologies. Available at: [http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/docs/NCHRP20-07\(305\)_FR.pdf](http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/docs/NCHRP20-07(305)_FR.pdf), accessed 12.04.2019.
3. Recommended System for Mesopic Photometry Based on Visual Performance (CIE 191:2010). CIE, Vienna, 2010.

УДК 612.843.7

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ БИНАРНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ МНОГОКАНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ЗРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА

К.И. Львова, магистрант

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

kseniia.lvova@gmail.com

Научные руководители: В.Я. Колючкин, д.т.н., профессор;

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Ю.С. Гулина, ассистент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Для рационального и эффективного проектирования оптико-электронных приборов (ОЭП) наблюдения необходима математическая модель зрительной системы человека-оператора, которая связывает характеристики предъявляемого изображения с вероятностными показателями обнаружения. Многоканальная математическая модель не описывает всё многообразие свойств зрительного процесса, однако позволяет адекватно оценить вероятность обнаружения предъявляемых человеку-оператору объектов, что является достаточным для целей проектирования наблюдательных ОЭП.

Целью работы являлась проверка корректности допущений, принятых в многоканальной модели зрительной системы человека-оператора, путём сравнения экспериментальных и расчётных результатов обнаружения изображений бинарных объектов.

Задачи, которые решались в рамках данной работы, заключались в следующем: теоретическая оценка вероятности обнаружения бинарного объекта в соответствии с математическим описанием многоканальной модели зрительной системы человека-оператора с учётом принятых допущений; экспериментальная оценка вероятности обнаружения бинарного объекта на экране монитора человеком-оператором; сравнение теоретических и экспериментальных данных; оценка погрешности, вносимой принятыми в математической модели допущениями.

Согласно описанию многоканальной модели зрительной системы человеку-оператору на экране монитора ОЭП наблюдения предъявляется оптический сигнал в виде распределения яркости, содержащего полезную составляющую и аддитивную помеху. Полезным сигналом в данном исследовании являлось распределение яркости от бинарного объекта, представляющего собой прямоугольник размером 10,5 мм на 6 мм. Математически сигнал от такого объекта описывается разложением в ортогональном базисе по финитным гармоническим функциям. Присутствующая на экране монитора помеховая составляющая характеризуется среднеквадратическим отклонением (СКО) аддитивного шума, которое выражается через пиковое отношение сигнала к шуму (ОСШ), являющееся, в свою очередь, параметром ОЭП наблюдения.

После преобразований в зрительной системе сигнал от предъявляемого объекта поступает для дальнейшей обработки в стриарную кору головного мозга, в которой осуществляется анализ изображения по каждой из гармоник [1] в базисе финитных гармонических функций параллельно включёнными пространственными фильтрами, описываемыми передаточной функцией

$$|\widetilde{H}_{mn}(v_{\varphi x}, v_{\varphi y})|^2 = \frac{1}{2} \text{sinc}^2 \left[\pi l_{\varphi x} \left(v_{\varphi x} - \frac{m}{l_{\varphi x}} \right) \right] \text{sinc}^2 \left[\pi l_{\varphi y} \left(v_{\varphi y} - \frac{m}{l_{\varphi y}} \right) \right], \quad (1)$$

где $l_{\varphi x}$ и $l_{\varphi y}$ – площадь сегментации объекта в зрительной системе, m и n – номера гармоник объекта.

В таком математическом представлении для упрощения дальнейших расчетов воспринимаемого ОСШ и вероятности обнаружения было принято допущение о том, что передаточная функция (1) представляет собой узкий пик, близкий к дельта-функции. [2]

Обнаружение изображения предъявляемого объекта производится на основе критерия максимума апостериорной вероятности при значении порогового отношения правдоподобия, которое определялось экспериментально.

Полученные в серии экспериментов данные по обнаружению бинарного прямоугольного объекта при постепенно уменьшающемся значении пикового ОСШ на экране монитора были сопоставлены с теоретическими зависимостями вероятностей обнаружения, рассчитанными по точным формулам и приближенным формулам при допущении о представлении передаточных функций параллельных пространственных фильтров стриарной коры головного мозга в виде дельта-функций. На основе сравнения расчётных и экспериментальных результатов было установлено, что принятое допущение приводит к снижению адекватности модели. Кроме этого, экспериментальные точки выстраиваются в более пологую кривую по сравнению с теоретическими. На основании полученных результатов сделан вывод о необходимости проведения дополнительных исследований принятой математической модели зрительной системы человека-оператора.

Список литературы

1. Бенуни А. А., Колючкин В. Я. Модель зрительной системы человека-оператора // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. 2002. № 4. С. 43–52.
2. Y. S. Gulina, V. Ya. Koliuchkin and N. E. Trofimov. Mathematical Model of the Human Visual System. ISSN 1060-992X, Optical Memory and Neural Networks, 2018, Vol. 27, No. 4, pp. 219–234. © Allerton Press, Inc., 2018. - DOI: 10.3103/S1060992X1804001X.

УДК 629.7

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗВЁЗДНЫХ ДАТЧИКОВ

В.В. Полянский, магистрант

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

vova.polyanskiy.97@mail.ru

Научный руководитель: В.Я. Колючкин, д.т.н., профессор

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Работа посвящена разработке методики проектирования звёздных датчиков (ЗД) на начальном этапе, когда требуется определить основные параметры оптико-электронного прибора (ОЭП), такие как: диаметр входного зрачка, фокусное расстояние и угловое поле объектива при ограничениях на использование матричного приёмника излучения (МПИ). Известны методики расчёта, в которых для определения координат изображения звёзд используется, так называемый, алгоритм «центра масс». В данной работе для обнаружения и оценке координат используется более эффективный алгоритм.

ЗД предназначены для ориентации космических аппаратов по звёздам. Целью данной работы является разработка методики расчёта ЗД. Для достижения этой цели решались следующие задачи: проведён анализ литературных источников в области методик расчёта ЗД; выполнена оценка эффективности обнаружения и оценки координат звёзд на основе оптимального алгоритма при использовании критерия максимума правдоподобия.

Для определения углового поля ЗД использованы следующие соображения. Распределение числа звёзд в поле зрения ЗД при его произвольной ориентации описывается распределением Пуассона со средним, равным среднему числу звёзд $\bar{n}_*$ в области небесной сферы, куда направлена визирная ось ЗД. Тогда вероятность Р

появления в поле зрения не менее n_* звёзд при их среднем числе $\bar{n}_*$ определяется нелинейным уравнением по формуле 1 [1].

$$P = 1 - \exp(-\bar{n}_*) \cdot \left(1 + \sum_{k=1}^{n_*-1} \frac{\bar{n}_*^k}{k!} \right). \quad (1)$$

Для определения ориентации требуется определить координаты не менее 2-х звёзд. Если предположить, что вероятность обнаружения 2-х звёзд равна $P=0,997$, то число звёзд в поле зрения ЗД должно составлять не менее 8.

Среднее число звёзд, попадающих на матрицу ЗД, определяется плотностью звёзд на небе и предельной звёздной величиной. Минимум числа звёзд наблюдается вблизи полюсов галактики. Определив угловое поле, при выбранном типе МПИ, можно определить фокусное расстояние и диаметр входного зрачка объектива.

В качестве примера выполнен светоэнергетический расчёт для звезды Капелла, для которой распределение светимости описывается законом Планка при температуре, равной 6000К. Пятно рассеяния объектива аппроксимировалось двумерной функцией Гаусса при значении эффективного радиуса, равного половине размера чувствительного элемента (ЧЭ) МПИ. При описании преобразования оптического сигнала от звезды учтены линейные искажения, которые вносит объектив и чувствительные элементы МПИ, а также пространственная и временная дискретизация. Принято, что основным источником помех при регистрации изображения звезды является фотонный шум. Предполагалось, что зарегистрированный сигнал подвергался дальнейшей обработке в бортовой ЭВМ ЗД с целью обнаружения и оценки координат по алгоритму максимального правдоподобия. На основе результатов, изложенных в [2], выведено математическое выражение для расчёта отношения сигнала к шуму (ОСШ) на выходе оптимального фильтра (ОпФ), которое для i – го регистрируемого кадра имеет вид

$$\mu(\theta_0) = \mu_0 \cdot A_{\text{ми}} \sqrt{\sum_{m,n=-\infty}^{\infty} H^2(mT_x - x'_0, nT_y - y'_0)}, \quad (2)$$

где μ_0 – пиковое ОСШ, расчётное значение которого равно 10; $A_{\text{ми}}$ – площадь ЧЭ МПИ; $H(x_1, y_1)$ – импульсный отклик ЗД.

Выражение (2) использовано для расчёта вероятности обнаружения и оценки погрешности оценки координат изображения звезды. На основе проведённого анализа определено, оптимальное значение пятна рассеяния объектива, при котором достигается минимальное значение СКО погрешности оценки координат.

Список литературы

1. Захаров А.И., Прохоров М.Е., Минимальные технические характеристики звёздного датчика ориентации, необходимые для достижения заданной погрешности. М: Гаиш им. М.В. Ломоносова, 2013. 14 с.
2. Мосягин Г.М., Колючкин В.Я., Тимашова Л.Н., Методы решения задач по теории оптико-электронных систем и приборов: Учеб. пособие. В 3 ч. Ч. 3. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. 88 с.

УДК 623.4.024**РАЗРАБОТКА ОПТИКИ НАШЛЕМНЫХ СИСТЕМ ИНДИКАЦИИ**

Д.О. Геут, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

geut.d@yandex.ru

Научный руководитель: А.Ф. Ширанков, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Оптические системы (ОС) нашлемных систем индикации (НСИ) - это оптические системы, предназначенные для передачи изображения от источника изображения в глаз человека-оператора. НСИ включает в себя два канала: канал индикации и канал прямого видения.

Выделяют следующие основные функциональные узлы ОС НСИ: источник изображения (микроиндикатор), оптическая система, элемент совмещения каналов индикации и прямого видения. По своему функциональному назначению и габаритным параметрам ОС НСИ представляет собой окуляр с удалённым зрачком.

Основными параметрами ОС НСИ являются угловое поле канала индикации, диаметр выходного зрачка системы, яркость и цветность микроиндикатора, а также качество изображения, формируемого системой [1].

В процессе разработки конкретной НСИ был проведён обзор микроиндикаторов и его выбор. Важнейшими критериями выбора микроиндикатора являлись его яркость, масса, габариты и разрешение.

Был проведен габаритный расчёт, в результате которого были определены требуемые фокусное расстояние f' и удаление выходного зрачка S'_p окуляра.

Далее с использованием методов синтеза, описанных в [2], был проведён абберационный синтез окуляра с изменением его структуры до достижения требуемого качества изображения. Изменения структуры проводились в следующей последовательности: (бигиперболическая линза) , (бигиперболическая линза+линза смита), (бигиперболическая линза+бианапланатический мениск), (асферическая линза+бианапланатический мениск), (конфокальная линза+ асферическая линза+ бианапланатический мениск). Для оценки качества итоговой структуры окуляра был проведён её абберационный анализ в прямом ходе лучей. В результате анализа было показано, что итоговая конструкция окуляра удовлетворяет габаритным и абберационным требованиям.

В процессе разработки НСИ были преодолены основные трудности при проектировании таких систем: большая величина удаления выходного зрачка ОС НСИ, высокие требования по качеству изображения в пределах больших угловых полей. В дальнейшем планируется разработать систему с более высокими оптическими и эксплуатационными характеристиками: большим размером выходного зрачка для устойчивости к вибрациям, большим размером выходного зрачка, большим угловым полем, большим относительным отверстием.

Список литературы

1. Кучерявый А.А. Бортовые информационные системы: Курс лекций / под. ред. В.А. Мишина и Г.И. Ключева. 2-е изд., перераб. и доп. Ульяновск: УлГТУ, 2004. 504 с.: ил.
2. Русинов М.М. Композиция оптических систем. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1989. 383 с.: ил.

УДК 535.42

РАЗРАБОТКА КОМПАКТНОГО АКУСТООПТИЧЕСКОГО ПЕРЕСТРАИВАЕМОГО ФИЛЬТРА

М.О. Шарикова, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

milana.sharikova1997@gmail.com

Научный руководитель: В.Э. Пожар, д.ф.-м.н., профессор

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Известно, что мультиспектральная съемка является эффективным инструментом для дистанционного исследования поверхности Земли, в том числе таксации лесного покрова [1], обнаружения и идентификации малозаметных и замаскированных объектов [2] и других актуальных задач.

Для регистрации спектральных изображений используются разные подходы и аппаратура, но наиболее перспективным в ряде случаев является метод, основанный на использовании перестраиваемых акустооптических (АО) фильтров [3].

Данные фильтры обладают рядом важных преимуществ таких, как быстрая (~ 1 мс) произвольная спектральная перестройка в широком диапазоне (например, 0,4 - 0,7 мкм), высокое спектральное разрешение (до 0,1 нм), возможность модуляции сигнала и синтеза передаточной функции, отсутствие подвижных элементов.

Настоящая работа посвящена разработке компактного акустооптического модуля, который может быть основой портативных гиперспектральных видеокамер для работы в видимом диапазоне спектра 0,45 - 0,85 мкм.

АО видеоспектрометр является оптико-электронным прибором для регистрации спектральных изображений, основу которого составляет АО перестраиваемый фильтр - элемент, в котором имеет место АО взаимодействие.

Принцип действия АО перестраиваемого фильтра основан на создании в среде динамической объемной дифракционной решетки с помощью ультразвука, селективная брэгговская дифракция на которой используется для выделения из светового пучка с широким спектром заданной спектральной составляющей λ .

Анизотропная дифракция светового пучка на фазовой дифракционной решетке, образованной в кристалле распространяющейся в АО ячейке акустической волной, имеет две особенности, которые используются для селекции излучения. Первая - "резонансный" характер спектральной зависимости, при котором длина волны излучения λ , попадающего в резонанс (синхронизм), определяется периодом решетки, то есть частотой звука f . Вторая - изменение направления поляризации и направления распространения дифрагированной световой волны, что позволяет выделять ее поляризаторами (поляризационная селекция) либо диафрагмами (угловая селекция).

Ключевым параметром АО ячейки и, как следствие, всего перестраиваемого фильтра, является угол ввода ультразвука γ . Он определяет скорость распространения и угол сноса акустической волны и, следовательно, эффективность дифракции, габариты кристалла и качество изображения. В данной работе на основе проведенного анализа в качестве рабочей среды был выбран парателлурит с $\gamma = 7^\circ$. Для обеспечения апертуры $3^\circ \times 3^\circ$ используется широкоугольное АО взаимодействие, наиболее часто используемое для спектральной фильтрации изображений.

Оптическая схема АО фильтра включает АО ячейку и два ортогонально ориентированных поляризатора в виде призм Глана-Тейлора, расположенных перед и за ней.

Помимо оптических, прибор содержит электронные компоненты, необходимые для управления синтеза и усиления высокочастотных сигналов. Для них был разработан единый компактный ($75 \times 82 \times 52$ мм³) корпус. Управление АО фильтром осуществляется по

интерфейсу USB2.0. В конструкции предусмотрена возможность юстировки оптических элементов внутри прибора.

С помощью разработанного программного обеспечения возможно осуществлять управление АО фильтром в нескольких режимах: одночастотном, многочастотном и режиме линейной частотной модуляции, что позволяет задавать произвольное количество, положения и ширину спектральных каналов.

Разработанный программно управляемый спектральный фильтр может стать основой видеоспектрометров различного назначения. Компактность, единое модульное исполнение и простота использования позволяют интегрировать его в различные оптические схемы. При должной пространственно-спектральной калибровке, разработанный фильтр может быть использован не только для спектральной визуализации, но и прецизионных спектральных измерений.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-29-11802).

Список литературы

1. Данилин И.М., Медведев Е.М., Мельников С.Р. Лазерная локация Земли и леса: учеб. пособие. Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2005. 182 с.
2. L.J. Cheng, J.C. Mahoney, G.F. Reyes. Target detection using an AOTF hyperspectral imager. // Proc. SPIE. 1994. V. 2237. P. 251-259.
3. Пожар В.Э., Пустовойт В.И. Возможности создания новых систем видения на основе акустооптических видеоспектрометров // Радиотех. и электр. 1996. Т. 41. В. 10. С. 1272-1278.

УДК 535.242

ПРИМЕНЕНИЕ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОГО МАТРИЧНОГО ПРИЕМНИКА ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЗВЕЗДНЫХ ВЕЛИЧИН

А.Р. Белан, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

А.Д. Евстафьева, бакалавр

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

belchik33@yandex.ru

Научный руководитель: В.Б. Пясецкий, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

piasetsky@bmstu.ru

Для характеристики видимого блеска звезд и других небесных светил была разработана шкала звездных величин. Видимая звездная величина указывает поток излучения вблизи наблюдателя, т. е. наблюдаемый блеск небесного источника, который зависит не только от реальной мощности излучения объекта, но и от расстояния до него. На сегодняшний день звездные величины определяются в различных спектральных диапазонах, включая видимое излучение, по спектральному распределению квантовой облученности, которую создает исследуемый астрономический объект в плоскости наблюдения. Такой подход позволяет получать больший объем информации.

В настоящее время как перспективные устройства для исследования спектрального распределения излучения астрономических объектов рассматриваются ГС системы. Отличительной особенностью современных ГС систем, работающих в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах, является применение матричных гиперспектральных КМОП-приемников излучения, сочетающих высокую квантовую эффективность с большим числом спектральных каналов и высоким спектральным разрешением при малых

размерах. Технология ГС сенсоров, основанная на применении интерференционных фильтров, позволяет реализовать камеры с большим числом спектральных каналов. Указанные параметры позволяют предположить возможность применения ГС систем для измерения звездных величин в фотометрических системах Джонсона – Моргана и Стремгрена [1], а также для распознавания звезд и других объектов в задачах астроориентации космических аппаратов.

Чтобы определить звездную величину астрономического объекта, необходимо измерить квантовый поток в заданном спектральном интервале, падающий на поверхность ГС матрицы. При этом точность измерения падающего потока излучения зависит от эквивалентного шумового сигнала. В КМОП-матрицах выходной сигнал N складывается из 3-х компонентов: полезный сигнал N_c , сигнал, вызванный фоновым излучением неба N_ϕ , темновой сигнал $N_{\text{темн}}$, вызываемый термогенерацией свободных электронов. Для каждого узкого интервала $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$ длин волн падающего излучения, включающего длину волны λ ($\lambda_1 < \lambda < \lambda_2$), сигнал N пропорционален числу фотонов $N_{\text{фот}}(\lambda)$, приходящих на пиксель матрицы за время накопления сигнала τ . Коэффициентами пропорциональности являются значения спектральной квантовой эффективности матрицы $QE(\lambda)$ для центральных длин волн $\lambda = \frac{\lambda_2 + \lambda_1}{2}$ в каждом из рассматриваемых интервалов. Если спектральную функцию пропускания оптического тракта обозначить $r(\lambda)$, а функцию спектрального пропускания атмосферы Земли через $p(\lambda)$, то отклик приемника на сигнал $N(\lambda)$:

$$N = \tau \int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} N_{\text{фот}}(\lambda) QE(\lambda) r(\lambda) p(\lambda) d\lambda \quad (2).$$

Для получения итогового сигнала нужно учесть фоновый N_ϕ и темновой $N_{\text{темн}}$ сигналы:

$$N_c = \tau \left[\left(\int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} N_{\text{фот}}(\lambda) QE(\lambda) r(\lambda) p(\lambda) d\lambda \right) - N_\phi - N_{\text{темн}} \right] \quad (3).$$

Определим минимальный фотонный поток для $\lambda = 400$ нм и времени экспозиции $T_H = 100$ мс, воспринимаемый матрицей, т. е. поток при соотношении сигнал/шум близким к 1. В качестве сенсора возьмём матрицу камеры Specim IQ [2]. Примем площадь входного зрачка объектива равной 1 м^2 . Расчёт выбранного объектива показывает, что у такой системы диаметр пятна рассеяния $d_{\text{п.р.}} \approx 0,0524$ мм, а площадь пятна рассеяния составит $0,00216 \text{ мм}^2$. Минимальный воспринимаемый поток можно рассчитать как

$$\Phi = \frac{n \cdot Q}{\eta(\lambda) \cdot T_H}, \quad (4)$$

где Q – минимальное количество регистрируемых фотоэлектронов, $\eta(\lambda)$ – квантовая эффективность, T_H – время накопления матрицы, n – количество пикселей, охватываемых пятном рассеяния, которые можно найти как

$$n = \frac{A}{S}, \quad (5)$$

где A – площадь пятна, S – площадь пикселя. Минимальный детектируемый сигнал определяется как

$$Q = \frac{\sigma_d}{\eta(\lambda)}, \quad (6)$$

где σ_d – темновой шум приёмника. В данном случае, исходя из технических характеристик матрицы, $\sigma_d \approx 80 \text{ е}^-$, $\eta(\lambda) = 45\%$, $S = 309 \text{ мкм}^2$, а T_H примем равным 100 мс. При этом регистрируемое число квантов составляет 27 654. То есть можно сделать вывод, что такой приёмник сможет зафиксировать космический объект с семнадцатой звездной величиной для диапазона В в системе Джонсона-Моргана.

Список литературы:

1. J. Palmer, A.C. Davenhall. The CCD Photometric Calibration Cookbook Available at: <http://star-www.rl.ac.uk/docs/sc6.htm/sc6se7.html#x8-130002>, accessed 28.04.2019.

2. Технические характеристики гиперспектральной камеры Specim IQ. Режим доступа: <http://www.azimp.ru/catalogue/research+and+industry/43286/> (дата обращения 28.04.2019)

УДК 681.786.4 РАДИОМЕТРИЧЕСКАЯ КАЛИБРОВКА ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО ПРИБОРА ОРИЕНТАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ПО ЗЕМЛЕ НА ОСНОВЕ СВЁРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

А.А. Цикунов, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

tsikunov96@gmail.com

Научный руководитель: А.С. Кузнецов, ст. преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

В данной работе рассмотрена реализация беззатворной калибровки оптикоэлектронного прибора ориентации по Земле на основе использования свёрточной нейронной сети, построенной на основе архитектуры свёрточного автоэнкодера. Полученные при тестировании нейросети результаты указывают на возможность применения данного подхода для устранения различных шумов, возникающих при работе оптико-электронных приборов дальнего инфракрасного диапазона.

Ввиду увеличения масштабов использования микроболометрических матриц (МБМ), работающих в диапазоне 11-14 мкм, в тепловизионных приборах различного назначения вопросы обеспечения высокого качества изображения, получаемого такими приборами, является одной из важнейших задач цифровой обработки. Необходимость применения различных алгоритмов обработки тепловизионных изображений вызвана различными особенностями работы МБМ и засветкой от нагретых элементов конструкции. Данной калибровки требуют и широкоугольные приборы ориентации космических аппаратов по Земле (ПОЗ), предназначенные для определения координат центра Земли в системе координат космического аппарата. В данном типе приборов традиционно используется радиометрическая калибровка по обеспечивающему равномерную засветку матрицы затвору, предусмотренному в конструкции прибора. На основе полученного равномерно засвеченного кадра осуществляется извлечение полезного сигнала с использованием алгоритма вычитания кадров. Присутствие затвора в конструкции прибора ухудшает его массогабаритные характеристики, вибрации, связанные с движением затвора, приводят к снижению долговечности ПОЗ. Ввиду данных недостатков калибровки по затвору для улучшения характеристик прибора необходимо использовать иные подходы к калибровке. Одним из возможных подходов является использование свёрточных нейронных сетей, хорошо зарекомендовавших себя в обработке изображений. Для задач борьбы с шумами на изображениях используется архитектура, называемая свёрточным автоэнкодером [1, 2]. В основе работы автоэнкодера заложен принцип сжатия информации до выделения наиболее общих признаков полезного сигнала с последующим расширением полезных признаков и объединение их в единое изображение. За выделение полезных признаков и сжатие информации отвечает энкодер. Процесс воссоздания изображения осуществляет декодер. В основе работы декодера лежат операции свертки и сжатия по максимальному значению. Так в первом свёрточном слое содержатся 32 карты признаков размера 3х3. После данного слоя имеем соответственно 32 изображения, являющихся результатом свертки исходного изображения с каждой из карт признаков и применения к полученным изображениям линейной активационной функции. Сжатие осуществляется с помощью операции MaxPooling. Данная операция заключается в том, что на каждую из полученных карт признаков накладывается маска размера 2х2, перемещающаяся с шагом 2 пикселя. Среди

пикселей, находящихся под маской, в следующий слой попадает только пиксель с максимальным значением. Таким образом, после осуществления данной операции изображение по каждой из своих сторон уменьшается в 2 раза.

Процедура свёртка-сжатие в декодере повторяется трижды. Полученные по результатам работы декодера изображения поступают на вход энкодера. Работа энкодера аналогична декодеру за исключением того, что функция UpSampling осуществляет операцию обратную MaxPooling. Последний свёрточный слой имеет один фильтр 3×3 , благодаря этому из карт расположения признаков формируется итоговое изображение. Для обучения нейросети использовался метод обучения с учителем. По результатам обучения балы проведена визуальная оценка работы автоэнкодера. Качество обработки изображений с отношением сигнал/шум равным 2 оказалось высоким. При отношении сигнал/шум в изображении, равным 1,5 появляются заметные искажения формы Земли, что может потребовать дополнительной алгоритмической обработки изображения с целью выравнивания границ Земли. При отношении сигнал/шум в изображении, равном 1, искажения формы Земли существенны и с большой долей вероятности не могут быть устранены алгоритмически. Количественная оценка, проведенная методом вычисления ошибки определения координат центра Земли, показала, что при отношении сигнал/шум $\geq 1,5$ ошибка составила 8 угловых минут, то есть точность определения координат центра Земли является приемлемой. Таким образом, можно утверждать, что использование свёрточного автоэнкодера позволит осуществлять радиометрическую калибровку с высокой точностью. В перспективе это приведет к уменьшению массогабаритных характеристик ПОЗ и увеличит его долговечность.

Список литературы

1. Vincent P. et al. Stacked denoising autoencoders: Learning useful representations in a deep network with a local denoising criterion //Journal of machine learning research. 2010. Т. 11. №. Dec. С. 3371-3408.
2. Xie J., Xu L., Chen E. Image denoising and inpainting with deep neural networks //Advances in neural information processing systems. 2012. С. 341-349.

УДК 681.723.27

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛАЗЕРНОГО КОНФОКАЛЬНОГО СКАНИРУЮЩЕГО МИКРОСКОПА

К.В. Доброходов, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

konstantin.dobrokhodov@gmail.com

Научный руководитель: С.Н. Бездидько, д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

В настоящее время большое количество медицинских исследований требуют использования оптических систем с высокой разрешающей способностью, поэтому актуальной задачей является замена осветительной лампы на лазерное излучение. Также потребность для наблюдения за многими процессами одновременно в живых клетках привела к замене блока интерференционных светофильтров на акустооптический дефлектор.

Такие преимущества как пространственное разрешение и высокий контраст достигаются благодаря использованию точечной диафрагмы, размещенной в плоскости изображения, которая ограничивает флуоресцирующее излучение, испущенное не из фокальной плоскости объектива. Диаметр точечной диафрагмы равен диаметру первого диска Эйри.

Данный оптико-электронных приборов (ОЭП) работает в поле зрения ± 0.2 мм, обеспеченное поворотом сканирующего зеркала на угол $\pm 12.5^\circ$. Минимально возможный угол поворота зеркала составляет 1 мкрад, что позволяет получить изображение размерами 500x500 пикселей. Увеличение объектива равно 63х и цифровая апертура объектива 0.9 позволяют получить пятно рассеяния в плоскости изображения по уровню 0,7 с радиусом 5.5 мкм.

К недостаткам ОЭП можно отнести большое время сканирования равно приблизительно 5 кГц, а также сильное поглощение флюоресцирующего излучения (до 40%) интерференционными светофильтрами (ИС), которое усиливается с увеличением числа длин волн при одновременном сканировании. Последний недостаток накладывает ограничение, заключающийся в том, что больше 3 длин волн нельзя использовать для одновременного сканирования.

Целью работы было устранение недостатка, связанного с поглощением излучения, путем использование акустооптического дефлектора, изготовленного из парателлурита. Данный прибор является универсальным для большого числа флюорофоров, так как способен программироваться на нужные для исследования длины волн, а также значительно меньшее поглощение флюоресцирующего излучения по сравнению с ИС позволяет увеличить количество длин волн для одновременного сканирования с 3 до 8.

Разработан лазерный конфокальный сканирующий микроскоп, обладающий латеральным и осевым разрешением в плоскости изображения равным 10 мкм и 630 мкм соответственно. Число линий на миллиметр по уровню 0,3 равно 80.

Список литературы

1. Власов А.И., Елсуков К.А., Косолапов И.А. Оптическая микроскопия. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011.
2. James B. Pawley Handbook Biological Confocal Microscopy, third edition. University of Wisconsin, 2006.
3. С.Б. Бирючинский, В.Б. Карасев, В.Ю. Храмов Конфокальная микроскопия биотканей человека // научно-технический вестник ИТМО, 2001.

УДК 681.78

ПАНОРАМНАЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА НОЧНОГО ВИДЕНИЯ

Е.П. Валихова, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Katerina.valikhova@gmail.com

Научный руководитель: Л.Н. Тимашова, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Оптико-электронные приборы ночного видения (ПНВ) предназначены для получения изображения объектов в темное время суток. В них невидимое для человеческого глаза изображение местности или же объектов наблюдения на входе прибора многократно усиливается и преобразуется в видимое изображение на его выходе [1].

Известны, например, следующие аналоги ПНВ: очки НВ Диполь D206 PRO (2+) с $2w=50^\circ$, бинокль НВ NVB Tracker 3x42 с $2w=20^\circ$, монокуляр НВ Bresser 3x14 с $2w=14^\circ$. Рассмотрев известные ПНВ, можно сделать вывод, что их недостатком является малое угловое поле.

Целью данной работы является проектирование панорамного ПНВ с угловым полем до 180° . При таком большом угловом поле возникают проективные искажения (сжатие изображения по краям), но их можно устранить при помощи цифровой обработки.

Поэтому электронно-оптический преобразователь (ЭОП) – аналоговый прибор, должен быть снабжен цифровой видеокамерой, которая включает в себя репродукционный объектив и цифровой матричный приемник излучения (МПИ).

Функциональная схема содержит: защитный колпак, объектив «Рыбий глаз» с $2w=180^\circ$, ЭОП, репродукционный объектив, цифровой МПИ. Изображение полусферы пространства объектов с помощью панорамного объектива «Рыбий глаз» ($2w=180^\circ$) формируется на фотокатод ЭОП. Фотокатод преобразует оптическое изображение в электронное, которое усиливается за счет вторичной электронной эмиссии в микроканальной пластине. Люминофорный экран (ЛЭ) преобразует усиленное электронное изображение в оптическое. Репродукционный объектив проецирует изображение с диффузного ЛЭ на МПИ.

В ходе проектирования панорамного ПНВ был проведен расчет объектива «Рыбий глаз» с $2w=180^\circ$ для ЭОП. Объектив «Рыбий глаз» имеет следующие параметры:

- фокусное расстояние $f_{\text{РГ}} = 6,4$ мм;
- относительное отверстие $A_{\text{РГ}} = \frac{1}{3}$.

Объектив «Рыбий глаз» обеспечивает на частоте ЭОП $\nu=30$ мм⁻¹ коэффициент передачи модуляции $m=0,7$.

Также был проведен расчет репродукционного объектива для ЭОП и МПИ, который имеет следующие параметры:

- увеличение $\beta = 0,2^x$;
- фокусное расстояние $f'_{\text{Р0}} = 12,5$ мм;
- относительное отверстие $A_{\text{Р0}} = \frac{1}{5}$.

Репродукционный объектив обеспечивает на частоте МПИ $\nu=160$ мм⁻¹ коэффициент передачи модуляции $m=0,6$.

Был проведен энергетический расчет при освещенности объекта $E_{\text{об.}} = 3 \cdot 10^{-3}$ лк и минимальном коэффициенте отражения объекта $\rho_{\text{об.}} = 0,1$. Светимость объекта рассчитывалась по формуле:

$$M_{\text{об.}} = \rho_{\text{об.}} \cdot E_{\text{об.}} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ лк.} \quad (1)$$

Освещенность на фотокатод была найдена при относительном отверстии $A_{\text{РГ}} = \frac{1}{3}$ и равна 10^{-6} лк, тогда освещенность на ЛЭ при коэффициенте преобразования ЭОП $\eta = 8 \cdot 10^4$:

$$E_{\text{экр.}} = E_{\text{ФК}} \cdot \eta = 8 \cdot 10^{-2} \text{ лк.} \quad (2)$$

Пороговая освещенность МПИ при относительном отверстии репродукционного объектива $A_{\text{Р0}} = \frac{1}{5}$ равна 10^{-1} лк. Отношение сигнал/шум в данном случае рассчитывается как отношение освещенности люминофорного экрана к пороговой освещенности МПИ и равно 8.

Разработанная панорамная оптико-электронная система ночного видения обеспечивает регистрацию объекта с коэффициентом отражения $\rho_{\text{об.}}=0,1$ на расстоянии 100 м при освещенности объекта $E_{\text{об.}} = 3 \cdot 10^{-3}$ лк с отношением сигнал/шум $\mu=8$.

Список литературы

1. Грузевич Ю.К. Оптико-электронные приборы ночного видения. М.: Физматлит, 2014. 276 с.
2. Тимашова Л.Н., Колючкин В.Я., Колобов К.В., Князев А.А. Объектив «Рыбий глаз» для видеокамеры. Патент №2347251. Роспатент 2003 г.
3. Тимашова Л.Н., Колючкин В.Я., Колобов К.В., Князев А.А. Панорамная зеркально-линзовая система с видеокамерой. Патент №2335003. Роспатент 2006 г.

УДК 535.8

СПОСОБ ЮСТИРОВКИ ПРИБОРОВ С ДАТЧИКОМ ВОЛНОВОГО ФРОНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКА

Е.В. Трубицина, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

kittn289@mail.ru

Научные руководители: И.В. Животовский, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

А.А. Сахаров, старший преподаватель

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

В данной работе рассмотрен принцип действия приборов на основе датчиков волнового фронта (ДВФ), предназначенных для определения параметров вогнутых сферических зеркал и, в частности, радиусов кривизны зеркал. Проведена оценка параметров, влияющих на погрешность измерения такими приборами. В результате анализа разработана новая методика юстировки приборов с ДВФ, позволившая уменьшить погрешность измерения.

Принцип действия ДВФ основан на разбиении проходящего волнового фронта с помощью микролинзового растра на локальные участки волнового фронта, которые фокусируются в плоскости ПЗС-матрицы. Координаты центра пятна на матрице определяют наклон нормали каждого локального участка. Приборы с ДВФ позволяют проводить высокоточные измерения благодаря уникальным характеристикам датчика. ДВФ находят применение во многих областях науки и техники. Например, в адаптивных оптических системах, а также в приборах контроля качества и измерения параметров оптически поверхностей. В большинстве приборов с ДВФ для согласования входной апертуры и апертуры датчика присутствует афокальная оптическая система, которая, безусловно требует качественной юстировки.

Был рассмотрен принцип работы прибора для измерения радиусов вогнутых сферических зеркал с применением ДВФ. В начальном положении измерения задний фокус насадки объектива совмещен с центром кривизны измеряемого зеркала, тогда датчик фиксирует плоский волновой фронт. Если отодвинуть зеркало на некоторое расстояние Δ , датчик зафиксирует волновой фронт с кривизной $R_{\text{двф}}$. Тогда радиус зеркала можно рассчитать по следующей формуле:

$$R_z = \frac{R_{\text{двф}} \cdot (f_{062})^2 \cdot \Delta^2 - f_{062} \cdot (f_{061})^2 \cdot \Delta^2 + l \cdot (f_{061})^2 \cdot \Delta^2 - f_{\text{нас}}^2 \cdot (f_{061})^2 \cdot \Delta - f_{\text{нас}} \cdot (f_{061})^2 \cdot \Delta^2}{R_{\text{двф}} \cdot (f_{062})^2 \cdot \Delta - f_{062} \cdot (f_{061})^2 \cdot \Delta + l \cdot (f_{061})^2 \cdot \Delta^2 - f_{\text{нас}} \cdot (f_{061})^2 \cdot \Delta - 0,5 \cdot f_{\text{нас}}^2 \cdot (f_{061})^2}, \quad (1)$$

где $R_{\text{двф}}$ – кривизна волнового фронта, проходящего на ДВФ, f_{061} – фокус первого объектива, f_{062} – фокус второго объектива, $f_{\text{нас}}$ – фокус насадки второго объектива, l – расстояние между главными оптическими поверхностями второго объектива и насадки, Δ – смещение фокуса насадки относительно центра кривизны зеркала.

С помощью программного обеспечения Zemax был проведен анализ данной системы с учетом реальных компонентов. В результате этого анализа выяснилось, что плоский волновой фронт приходит на датчик не при идеальном совмещении фокуса насадки с центром кривизны зеркала, а при некотором рассогласовании $\Delta_{\text{рас}}$. Это рассогласование необходимо учитывать в формуле (1) то есть вместо Δ использовать суммарное перемещение Δ' , определяемое по следующей формуле:

$$\Delta' = \Delta + \Delta_{\text{рас}}, \quad (2)$$

где Δ – фактическое смещение зеркала, $\Delta_{\text{рас}}$ – величина рассогласования фокуса насадки с центром кривизны зеркала [1]. В этом случае результаты измерения радиусов зеркал будут в разы точнее, но можно добиться еще большей точности, если уменьшить значение рассогласования.

В реальных системах рассогласование так же имеет место и возникает вследствие: абберационной каустики реальных оптических компонентов, каустики лазерного пучка (параметр конфокальности) и погрешности юстировки оптических компонентов (увеличивающей абберационную каустику). На первые две составляющие в условиях, когда параметры оптической системы заданы, повлиять невозможно, но можно уменьшить погрешность юстировки, подобрав оптимальный метод. В случае стандартной юстировки афокальной оптической системы прибора с использованием коллиматора рассогласование по результатам измерений составляет 4,8...5,0мм. Предложенная методика юстировки позволяет уменьшить это значение. Юстировка оптической системы проходит в несколько этапов.

Первый этап. Эталонное зеркало устанавливается таким образом, чтобы точечный источник находился в его фокусе. Тогда отраженный волновой фронт будет плоским. Он контролируется датчиком.

Второй этап. Эталонное зеркало перемещается на расстояние фокуса. Таким образом источник оказывается в центре кривизны зеркала. Первый объектив помещается на измерительной ветви так, чтобы его фокус совместился с центром кривизны зеркала, расположенного на осветительной ветви. При соблюдении этого условия на датчик придет плоский волновой фронт.

Третий этап. Вместо сферического зеркала устанавливается плоское эталонное зеркало. Второй объектив устанавливается на осветительной ветви и перемещается до тех пор, пока датчик не зафиксирует плоский волновой фронт. В результате юстировки получено совмещение фокусов двух объективов и источника.

Значение рассогласования для данного прибора, съюстированного новым методом составило 1,8мм, что примерно в два раза меньше, чем рассогласование при юстировке традиционным методом. С помощью описанной методики юстировки оптической системы прибора удалось уменьшить каустику вследствие чего погрешность измерения составила <1%.

Список литературы

1. Барышников Н.В., Денисов Д.Г., Карасик В.Е., Кудряшов А.В., Никитин А.Н., Сахаров А.А. Высокоточный метод контроля радиусов кривизны оптических поверхностей // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2016. Т.59, № 12. С. 1034–1042.

УДК 535.421

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДИФРАКЦИОННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОВЫШЕННОГО РАБОЧЕГО УГЛОВОГО ПОЛЯ УСТРОЙСТВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

А.А. Аникеева, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

nastjaanikeeva@yandex.ru

Научный руководитель: А.Б. Соломашенко, старший преподаватель

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Существует несколько методов получения цветного изображения с помощью голографических дисплеев и индикаторов на основе световодных пластин и ДОО (дифракционных оптических элементов). Однако, при анализе различных схем работы

цветного дисплея на основе оптического волновода для устройства дополненной реальности, было выявлено, что большинство из них снижают дифракционную эффективность и существенно ограничивают рабочее угловое поле устройства [1]. Для повышения дифракционной эффективности и размеров рабочего углового поля, разработчики пошли по пути создания трех отдельных световодов под каждую из R, G и B-компонент [3], но использование данной схемы увеличивает толщину и усложняет технологический процесс изготовления из-за необходимости точного совмещения трех подложек.

В данной работе предложена реализация на основе двух пластин, проведено ее моделирование и исследование параметров ДОО. Ввод излучения осуществляется посредством двух дифракционных рельефно-фазовых решеток с различными периодами. В первый волновод попадает первая спектральная часть, содержащая, большую часть излучения синей длины волны, часть излучения зеленой длины волны и меньшую часть излучения красной длины волны. Излучение, распространяющееся во втором волноводе, содержит меньшую излучения синей длины волны, часть излучения зеленой длины волны и большую часть излучения красной длины волны, так, что вместе с излучением в первом волноводе эти две спектральные части содержат достаточную информацию, чтобы наблюдать изображение в его исходных цветах [2].

Излучение каждой рабочей длины волны индикатора должно входить в пластину под углом ПВО (полного внутреннего отражения). В данном случае при выполнении этого условия для синей длины волны, для остальных угол дифракции автоматически превысит угол ПВО в стекле. В случае ввода RGB-излучения с определенным телесным углом излучение каждой длины волны и каждого угла падения будет дифрагировать в соответствии с основной формулой дифракционной решетки. Были рассмотрены два случая – стекло с показателем преломления 1.51 и 1.74, рабочее угловое поле – 20 градусов. С увеличением длины волны и угла падения излучения на решетку угол дифракции становится настолько большой, что излучение просто «скользит» по поверхности стекла. Для устранения этой проблемы необходимо увеличивать показатель преломления стекла, из которого изготовлен световод, но даже для достаточно небольшого диапазона углов падения излучения для красной длины волны условие нарушается. Таким образом, сделан вывод о том, что для наблюдения RGB-изображений в пределах большого рабочего углового поля, одного волновода недостаточно.

В данной работе проведена оценка возможности получения RGB-изображений с тем же угловым полем (20 градусов), но при использовании двух световодов. В качестве материала для изготовления световода выбрана пластины из стекла с показателем преломления 1,51, как наиболее распространенное стекло. Период вводной решетки для каждого из световода определялся из условия, что в первый световод под углом ПВО должно быть введено излучение синей длины волны с минимальным углом -10 градусов, а во второй – красной [2]. При этом периоды решеток составят 0,38 и 0,50 мкм. Из полученных результатов расчета углов дифракции, можно утверждать, что в двух световодах независимо друг от друга распространяется излучение синей и красной спектральных компонент, а излучение зеленой как бы делится на две части в зависимости от величины угла падения.

Проведена оценка обеспечения рабочего углового поля с диагональю 44 градуса для световода из стекла с показателем преломления 1,74. Рассматривается реализация на основе двух световодных пластин. Определены периоды решеток на двух световодах - 0,32 мкм и 0,53 мкм, построены зависимости расстояния, которое проходит луч при ПВО вдоль световода от толщины пластинки. Исходя из полученных расчетов, можно утверждать, что входное цветное изображение разделено по углу рабочего поля и спектральному составу на два световода. Было проведено исследование влияния вторых

порядков дифракции излучения на получаемое изображение. Исходя из расчетов, можно утверждать, что паразитные порядки дифракции будут создавать только излучение синей и зеленой длины волны, выходящее из второго световода под определенным углом, но углы дифракции настолько велики, что не будут попадать в зрачок пользователя. Отсюда сделан вывод о том, что паразитные порядки дифракции излучения не будут влиять на получаемое изображение.

Таким образом, можно сделать вывод, что для наблюдения RGB-изображений в пределах большого рабочего углового поля необходимо использовать несколько световодов (не более 3). С помощью двух световодных пластин толщиной 1 мм из стекла с показателем преломления 1,74 и выше можно реализовать многоцветное устройство дополненной реальности с рабочем угловым полем по диагонали составляющем 44 градуса.

Список литературы

1. Jing-Ai Piao, Gang Li, Mei-Lan Piao, and Nam Kim. Full Color Holographic Optical Element Fabrication for Waveguide-type Head Mounted Display Using Photopolymer/ Journal of the Optical Society of Korea. 2013. Vol. 17, No.3, P. 242-248.
2. Ya. A. Grad, V. V. Nikolaev, S. B. Odinov, A. B. Solomashenko, A. S. Yanev. Analysis of lightguide parameters for multicolor augmented reality indicator based on DOEs/ Proc. SPIE 10679, 2018.
3. Uzia Nivon, Yehuda Niv. Multi-plane optical apparatus/ US 2006/0221448.

УДК 53.087.45

ГИПЕРСПЕКТРОМЕТР НА ОСНОВЕ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОЙ КАМЕРЫ

В.И. Латышев, бакалавр

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
aahmxxp@yandex.ru

Гурылева А. В., аспирант

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»
guryleva.av@gmail.com

Научный руководитель: А.М. Хорохоров, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Все большее распространение в науке и технике получают мультиспектральные камеры. С одной стороны, такие камеры обеспечивают формирование гиперкуба информации (2d – пространственной и 1d – спектральной), т.е. являются гиперспектрометрами. С другой стороны, мультиспектральные камеры обладают сравнительно простой конструкцией, не имеют в своей схеме диспергирующих элементов, требующих особого внимания к точности изготовления, устойчивы к повышенным вибрациям и перепадам температур, т.е. свободны от большинства недостатков широко распространенных гиперспектрометров. Однако спектральная разрешающая способность мультиспектральных камер, как правило, ниже других гиперспектрометров. Она ограничивается количеством фильтров Байера, входящих в макропиксель матричного приемника излучения мультиспектральной камеры. При этом увеличение числа селективных фильтров в макропикселе, приводит к снижению пространственного разрешения камеры.

В работе [1] описан алгоритм мультиспектральной съемки объекта для определения его спектральной плотности яркости с использованием дополнительных оптических фильтров при съемке. В основе алгоритма лежит решение относительно спектральной плотности яркости $L(\lambda_i)$ системы уравнений вида:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n L(\lambda_i) \cdot S_1(\lambda_i) \cdot \tau_j(\lambda_i) = C \cdot U_{1\tau j} \\ \sum_{i=1}^n L(\lambda_i) \cdot S_2(\lambda_i) \cdot \tau_j(\lambda_i) = C \cdot U_{2\tau j} , \\ \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad = \quad \quad \quad \vdots \\ \sum_{i=1}^n L(\lambda_i) \cdot S_m(\lambda_i) \cdot \tau_j(\lambda_i) = C \cdot U_{m\tau j} \end{cases} \quad (1)$$

где $S_1(\lambda_i)$, $S_2(\lambda_i)$, $S_m(\lambda_i)$ – чувствительности пикселей для фильтров Байера матричного приемника излучения, $\tau_1(\lambda_i)$, $\tau_2(\lambda_i)$, $\tau_p(\lambda_i)$ – функции пропускания оптических фильтров, используемых при съемке, $U_{1\tau j}$, $U_{2\tau j}$, $U_{m\tau j}$ – величина сигнала пикселей, полученная при съемке объекта камерой с соответствующими фильтрами Байера через оптический фильтр с функцией пропускания $\tau_j(\lambda_i)$, C – коэффициент, зависящий от неселективных потерь, m – количество фильтров Байера, n – количество точек разбиения по спектру, p – количество оптических фильтров, i – шаг разбиения.

Как показано в [2] решение системы (1) относительно $L(\lambda_i)$ является некорректной задачей. В качестве метода решения некорректной задачи в настоящей работе предлагалось использовать, метод регуляризации Тихонова, сводящийся к поиску приближенного решения путём минимизации функционала Тихонова [3]:

$$\Omega(\alpha) = \|S \cdot L - U\|^2 + \alpha \cdot \|L\|^2 \rightarrow \min, \alpha > 0, \quad (2)$$

где $\Omega(\alpha)$ – функционал Тихонова, S – матрица, учитывающая чувствительности фильтров Байера макропикселя и функции пропускания оптических фильтров $\tau_j(\lambda_i)$, L – вектор спектральной плотности яркости, воспринимаемый этим макропикселем, U – вектор сигналов напряжения, α – параметр регуляризации.

В работе приведены результаты моделирования обработки мультиспектрального изображения объекта для определения его спектральной плотности яркости с использованием дополнительных оптических фильтров при съемке. В моделировании участвовало три образца, в качестве функций пропускания $\tau_j(\lambda_i)$ были выбраны функции пропускания оптических стекол ЖЗС-5 и СС-1. Моделирование проводилось с учетом наличия случайной погрешности регистрации сигнала с пикселей матричного приемника излучения, погрешность была принята 1%, 2% и 5% от максимального значения сигнала. Усредненная по трем образцам относительная погрешность определения спектральной плотности яркости методом регуляризации Тихонова составила 3,03%, 3,15%, 3,30%, для погрешности 1%, 2% и 5% соответственно. Полученные результаты свидетельствуют о том, что рассмотренный метод решения некорректной задачи обработки данных мультиспектральной съемки обеспечивает удовлетворительные результаты и позволяет определять спектральную плотность яркости даже при наличии погрешности во входных данных. Кроме того, рассмотренный метод мультиспектральной съемки позволяет создать более простую и экономически более доступную схему по сравнению с диспергирующими и интерференционными гиперспектрометрами.

Список литературы

1. Хорохоров А.М., Введенская А.В., Ширанков А.Ф., Кобозев В.С. Алгоритм расширения возможностей матричных приемников излучения с фильтрами Байера // Прикладная оптика-2018.СПб.: Оптическое общество им. Д.С. Рождественского, 2018.

2. Арапов С. Ю., Арапова С. П., Дубинин И. С., Сергеев А. П. Восстановление спектров отражения тестовых полей по данным мультиспектральной фотосъемки. Екатеринбург: УрФУ. 2015. С. 21.
3. El-Rifai I. et al. Enhanced Spectral Reflectance Reconstruction Using Pseudo-Inverse Estimation Method // Int. J. Image Process. IJIP. 2013. Vol. 7. № 3. P. 278.

УДК 53.087.45

ЛАЗЕРНЫЕ ПУЧКИ ДЛЯ МАНИПУЛИРОВАНИЯ НЕПРОЗРАЧНЫМИ ЧАСТИЦАМИ

Н.В. Белов, бакалавр

МГТУ им. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

return79@mail.ru

Научный руководитель: П.А. Носов, к.т.н., доцент

МГТУ им. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

С теоретической точки зрения, захватываемые объекты можно разделить на две группы:

- Радиус объектов больше $\lambda/20$, когда можно применить обобщенную теорию рассеяния Лоренца-Ми для описания сил взаимодействия частицы и лазерного пучка;
- Радиус объектов меньше $\lambda/20$ (рэлеевские частицы), они могут рассматриваться как электрические диполи и к ним может быть применена рэлеевская теория рассеяния.

Для захвата одной прозрачной частицы используются установки, формирующие гауссов пучок, который затем фокусируется объективом. Однако металлические объекты отражают свет и не рассматриваются в качестве кандидатов на захват в классической гауссовской ловушке. Кроме того, при использовании таких установок невозможно захватить менее плотные, а также непрозрачные частицы, которые выталкиваются из областей высокой интенсивности [1].

Также основной проблемой классической ловушки является разрушением захватываемой частицы из-за теплового воздействия сфокусированного лазерного пучка.

Темные или отражающие частицы могут быть захвачены в жидкости с помощью кольцевых (полых, вихревых) пучков в темной осевой части пучка [2]. Такие пучки несут угловой момент, связанный с вихревой структурой волнового фронта даже при линейной поляризации света. Захваченные поглощающие частицы вращаются за счет передачи этого момента от вихревого пучка.

Для создания вихревых пучков может быть использована синтезированная на компьютере голограмма [3]. Она позволяет сгенерировать такое распределение интенсивности, чтобы минимум ее был на оси. Это позволяет удерживать непрозрачную или отражающую частицу в статичном положении. В подобных установках, как правило, используется аргоновый лазер с длиной волны излучения 514 нм, в качестве объекта захвата применяются непрозрачные сферы диаметром от 2 до 20 мкм [4].

Другим эффективным способом по захвату непрозрачных частиц является генерация Бесселевых пучков высокого порядка. Основным их достоинством является то, что они распространяются в свободном пространстве, не меняя своей формы и сохраняя минимум интенсивности в центре [5].

Данная технология применяется для высокоточной сборки приборов, биомедицины и метрологии.

Список литературы

1. K.T. Gahagan and G. A. Swartzlander, Jr., Optical vortex trapping of particles, 1996, available at www.osapublishing.org.

2. Vladimir N. Belyi, Nikolai A. Khilo, Nikolai S. Kazak, Anatol A. Ryzhevich, Andrew Forbes, Propagation of high-order circularly polarized Bessel beams and vortex generation in uniaxial crystals. Available at www.osapublishing.org.
3. Yu.B. Ovchinnikov, J. Soding and R Grimm, Cooling atoms in dark gravitational laser traps. Available at www.osapublishing.org.
4. Kishan Dholakia, Optical Micromanipulation/ Available at www.osapublishing.org.
5. K. T. Gahagan and G. A. Swartzlander, Jr., Trapping of low-index microparticles in an optical vortex. Available at www.osapublishing.org.

УДК 535.015

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ВЫСОКОМОЩНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

А.С. Кашичкин, магистрант

МГТУ им.Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

kashichkin.andrey@yandex.ru

Научный руководитель: П.А. Носов, канд. техн. наук, доцент

МГТУ им. Н.Э.Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

В исследовании было проведено моделирование нагрева оптических деталей из отечественного кварцевого стекла КУ-1 с различным качеством поверхности при взаимодействии с мощным излучением непрерывного лазера ближнего ИК диапазона. Часть исследуемых деталей была изготовлена с технологией глубокой шлифовки-полировки (ГШП). Глубокая шлифовка и полировка оптических материалов – процесс, предназначенный для доводки качества оптических поверхностей.

В результате экспериментальных измерений было установлено, что детали с ГШП имеют максимальную температуру примерно $2/3$ от температуры образцов без такой обработки, что указывает на влияние шероховатости поверхности при формировании высокомоушного лазерного излучения [1].

В ходе моделирования было рассмотрено взаимодействие излучения с поверхностью с использованием теории Харви-Шакка [2]. Особое внимание было уделено определению основного влияния температурных механизмов связанных с шероховатостью поверхности.

В настоящее время проводится доработка модели взаимодействия излучения высокой мощности с оптическими деталями в среде САПР с имитацией шероховатости поверхности.

Список литературы

1. Носов П.А., Кашичкин А.С. Исследование нагрева оптических элементов при формировании излучения мощных волоконных лазеров // Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации: Материалы 11-й Международной научно-технической конференции / Российское НТОРЭС им. А.С. Попова. Суздаль, 2018. С. 186-189.
2. A. Krywonos, J. E. Harvey, and N. Choi. Linear systems formulation of scattering theory for rough surfaces with arbitrary incident and scattering angles // Accepted for publication in J. Opt. Soc. Am. A. 2011. P.1121-1138. ISSN 1520-8532.

СЕКЦИЯ «ЭЛЕМЕНТЫ ПРИБОРНЫХ УСТРОЙСТВ»

УДК 681

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛОКТЕВОГО ПРИВОДА ПУЛЬТА ОПЕРАТОРА С СИЛОМОМЕНТНЫМ ОЧУВСТВЛЕНИЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯЦИОННЫМ РОБОТОМ

И.С. Щетинин, студент

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

ilya.shhetinin@mail.ru

Научный руководитель: Е.А. Перминова, доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Обычно для управления манипуляторами оператором используются джойстики. Но эти устройства не обеспечивают необходимой точности и скорости, а также требуют навыков от оператора. Для управления человек выполняет несвойственные ему движения. Поэтому возникла идея снимать движения непосредственно с рук человека, движения которых естественны и привычны, посредством специального пульта. Соответственно, предполагается, что манипулятор по степеням свободы схож с рукой человека. Экзоскелет пульта предназначен для силомоментной обратной связи от манипулятора. То есть экзоскелет создает нагрузку на руки оператора, пропорциональную нагрузке на манипуляторе. Если движение манипулятора ограничивает неподвижный объект, то экзоскелет стремится сохранить соответствующее положение и противодействует усилиям оператора.

Существующий экзоскелет EXO-UL7, созданный для реабилитации и терапии людей с проблемами опорно-двигательного аппарата, для передачи движения от привода использует блоки и тросы, проходящие через все звенья, что, конечно, снижает массу звеньев, так как на них нет приводов, но его недостатками являются сложная конструкция и низкая точность. Альтернативой предлагается установка электроприводов непосредственно на суставы.

При выборе двигателя для данного привода необходимо соблюсти баланс между его мощностью и энергопотреблением, так как пульт предполагается мобильным. Из расчетов максимального момента, создаваемого двигателем, и выбранной скорости ориентировочная требуемая мощность составила 14 Вт. При расчете учтено, что статическая нагрузка переменная, так как зависит от углов поворота звеньев экзоскелета.

В данном приводе можно выделить два режима работы: режим холостого хода (когда нагрузкой привода является только экзопредплечье) и режим сопротивления (когда нагрузкой является момент, создаваемый не только весом экзопредплечья, но и силой оператора). Для этих режимов разные требования к пусковому и номинальному моменту двигателя, и двигатель должен выполнять оба требования.

Условие для режима максимальных статических нагрузок: $M_{\text{пуск}} \geq M_{\Sigma}$

Условие для режима «холостого хода»: $M_{\text{ном}} \geq M_{\Sigma_{\text{хх}}}$

Ступенчатый редуктор предпочтительнее планетарного, так как нет необходимости в соосности вала двигателя и выходного вала и в цилиндричности формы редуктора, а даже наоборот, необходимо «вытянуть» редуктор вдоль плеча к плечевому суставу для уменьшения нагрузки на плечевые приводы.

Для повышения точности на выходном валу используется люфтовывирающий сектор. Так, при выполнении колес по 7 степени точности и боковым зазором G, люфт уменьшается на 5' при общей требуемой точности в 10'. Выходной вал является самым нагруженным, и на него действуют большие моменты скручивания. Необходимо достичь баланса между точностью, ухудшающейся из-за скручивания, и массой вала. Поэтому диаметр выбирается исходя из того, что угол скручивания не будет превышать 3' при

максимальной нагрузке холостого хода, и не превышать 1° при максимальной нагрузке в режиме сопротивления.

В редукторе предусмотрена предохранительная пружинная муфта для защиты двигателя. Это необходимо, так как нагрузки ограничены только силой оператора, а выбранный двигатель чувствителен к перегрузкам, приводящим к выходу его из строя.

В двигателе имеется в наличии датчик положения ротора, но для повышения точности и нивелирования погрешности срабатываний предохранительной муфты в редукторе предусмотрен на выходном валу бесконтактный прецизионный датчик Холла. Датчик представляет собой комплекс микросхемы на печатной плате и расположенного напротив нее магнита, запрессованного в торец вала. Чем точнее отцентрированы магнит и микросхема, тем линейнее характеристика датчика, поэтому допускается максимальное отклонение в 0,1 мм.

Корпус представляет собой две плиты, соединенные колоннами. Площадь плит максимально уменьшена не в ущерб прочности для снижения массы редуктора. Условия эксплуатации подразумевают установку кожуха из легкого материала для защиты редуктора от пыли и грязи и для защиты оператора от вращающихся частей редуктора.

В результате привод является точнее, проще и дешевле существующих аналогов, за счет использования недорогих двигателя и конструктивных элементов. Хотя привод имеет большие габариты и массу, существуют возможности их снижения: выбор оптимальных передаточных отношений ступеней редуктора и их количества, выбор более компактного корпуса, использование более легких и прочных материалов и т.д.

УДК 681.587

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОЛИКОВИНТОВЫХ ПЕРЕДАЧ В РУЛЕВОМ АГРЕГАТЕ УПРАВЛЕНИЯ

Д.Е. Иванов, специалист

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информационное управление»

Pametrox@mail.ru

Е.Ю. Сушин, специалист

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Информационное управление»

e.yu.sushin@gmail.com

Основная задача рулевого агрегата управления (РАУ) – преобразование вращательного движения, получаемого за счет работы электродвигателя, в поступательное движение, необходимое для перемещения управляющих поверхностей. РАУ применяют главным образом на летательных аппаратах. В работе предлагается ряд изменений в традиционной конструкции РАУ, направленных на повышение точности, быстродействия, улучшение характеристик отказоустойчивости, увеличение ресурса, уменьшение массы и габаритов агрегата. Такие изменения стали возможными благодаря развитию технологий изготовления, в частности, стало возможно точно изготовить ролики.

Первое важное изменение в конструкции – использование шагового электродвигателя вместо электродвигателей других типов. Это решение позволяет нам получить заданную скорость вращения вала, при заданном моменте, в следствии чего отпадает необходимость ставить ступени редуктора. Кроме того, контроллер шагового электродвигателя позволяет снимать точную информацию об угле поворота вала, что является дополнительным каналом обратной связи привода, который повышает надежность всей системы. Также, новизна предложенной конструкции заключается в том, что преобразование вращения вала в поступательное движение выходного штока

реализуется с помощью роликовинтовой передачи вместо традиционной передачи «винт-гайка».

В ходе работы были разработаны две различные конструкции роликовинтовой передачи: с короткими и с длинными роликами.

Ролики являются промежуточным звеном между ходовым винтом и гайкой, благодаря чему вместо движения скольжения реализуется более эффективное движение качения. В передаче с короткими роликами происходит осевое смещение роликов и гайки относительно ходового винта. В конструкции с длинными роликами, наоборот, гайка смещается в осевом направлении относительно ходового винта и роликов.

Конструкция РАУ с длинными роликами имеет лучшие характеристики, чем конструкция РАУ с короткими роликами, однако является более сложной в проектировании и изготовлении. Передача с короткими роликами позволяет получить выигрыш относительно других типов передач («винт-гайка», шарико-винтовая), немного меньший, чем передача с длинными роликами, но меньше и затраты.

Предлагаемые в работе конструкции РАУ также содержат безлюфтовую компенсационную муфту и блок из двух радиально-упорных подшипников. После минимальных технологических доработок РАУ можно изготавливать и использовать на легких беспилотных летательных аппаратах.

Предложенные конструкции могут вывести авиационные приводные устройства на новый уровень, позволив получить преимущество по силе, скорости и ресурсу.

Список литературы

1. Блинов Д.С. Планетарные роликовинтовые механизмы. Конструкции, методы расчетов / под ред. О.А. Ряховского. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. 222 с.
 2. Козырев В.В. Конструкции роликовинтовых передач и методика их проектирования: учеб. пособие. Владимир: Владим. гос. ун-т, 2004. 100 с.
 3. Потапцев И.С., Нарыкова Н.И., Перминова Е.А., Буцев А.А. Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании: учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. 78 с.
-

СЕКЦИЯ «БИОМЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»**УДК 629.7.069****ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ВРАЩЕНИЯ ЦЕНТРИФУГИ
КОРОТКОГО РАДИУСА НА ГЕМОДИНАМИКУ СОСУДОВ НИЖНИХ
КОНЕЧНОСТЕЙ**

Л.В. Зиновьева, магистрант

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

lyda5511@mail.ru

А.С. Садовникова, магистрант

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

na100nka@mail.ru

Научный руководитель: В.А. Карпухин, к.т.н.

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

vkarp@mail.ru

В связи с воздействием повышенных факторов риска диагностика и профилактика изменений со стороны сердечно-сосудистой системы являются одной из центральных проблем авиационной и космической медицины.

Известно, что при возвращении космонавтов (астронавтов) на Землю имеет место ухудшение реакции сердечно-сосудистой системы на ортостатическую пробу. Снижение переносимости ортостатического воздействия может возникать под влиянием многих факторов, свойственных космическому полету. Однако, основным этиологическим фактором, оказывающим негативное влияние на гемодинамические механизмы системы кровообращения является длительная микрогравитация.

Эквивалентом земной гравитации на космическом корабле может стать центробежная сила, создаваемая равномерным вращением всего объекта или его части. Для межпланетных полетов требуется разработка принципиально новых средств профилактики, одним из которых может стать создание искусственной силы тяжести с помощью ЦКР.

Большое значение в аспекте применения ЦКР как средства профилактики в длительных космических полетах имеют вопросы выбора режимов использования гравитационных нагрузок.

Таким образом, целью данной работы был выбор и обоснования оптимальных режимов вращения на ЦКР, что предполагает, в первую очередь, определение параметров вращения ЦКР, а именно количества оборотов в минуту, перегрузку и гравитационный градиент, которые создаются во время вращения. Для этого была предложена математическая модель расчета перегрузки, создаваемой ЦКР.

На основе результатов рассчитанной модели был сделан вывод, что необходимая для профилактики перегрузка, равная 1,051 ед. и 2,057 ед. достигается при вращении на 20 об/мин и 28 об/мин, соответственно, а также что:

- вращения на оборотах от 26 до 33 об/мин можно определить как «плато» или «пик» режимов, так как расчетные значения перегрузок указывают на их профилактические свойства;

- вращения на оборотах от 5 до 25 об/мин можно использовать в качестве скорости нарастания «плато» и моделировать ступенчатый набор перегрузки, что более благоприятно для переносимости воздействия испытываемым.

С учетом выполненных теоретических расчетов и основываясь на описанных литературных данных, было предложено три режима вращения ЦКР.

Для оптимальной адаптации испытуемого к определенным выше параметрам был выбран ступенчатый набор и спуск. Ступени определялись рассчитанным гидростатическим давлением и соответствующей ему перегрузкой. Длительность каждой ступени 4 минуты. Общее установленное время для набора и спуска 15 минут.

Исходя литературных данных [1], время пребывания на основной площадке для достижения необходимого эффекта в первом и втором режимах – 30 минут, в третьем – 15 минут. Количество оборотов и перегрузка, достигаемая на площадке: 28 об/мин и 2,2 G, 30 об/мин и 2,6 G, 33 об/мин и 3,0 G в первом, втором и третьем режимах, соответственно.

Таким образом, в результате проделанной работы была разработана математическая модель расчета режимов вращения на ЦКР, были определены необходимые параметры вращения для достижения профилактического эффекта, а также разработаны три режима.

Список литературы

1. Виль-Вильямс И. Ф. Исследование переносимости человеком перегрузок применительно к медицинскому обеспечению длительных космических полетов: автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 1994.

УДК 004.932.2/004.932.4

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА И СЕГМЕНТАЦИЯ ОКТ-ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.В. Степанов, магистрант

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

step_on_my_step@mail.ru

И.В. Павлюченко, магистрант

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

ira.pavlyuchenko.93@mail.ru

М.А. Давыдов, магистрант

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

davydov.michael.a@gmail.com

Научный руководитель: А.А. Бойко, ассистент

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

Оптическая когерентная томография (ОКТ) – инновационная технология визуализации структур тканей *in vivo*, получившая наибольшее распространение при диагностике состояния сетчатки глаза. В ОКТ заложен принцип работы интерферометра Майкельсона. При таких методах измерения, основанных на отражении сигнала, основной вклад в шум вносит спекл-шум. Спекл-шум – это случайная интерференционная картина, которая образуется при взаимной интерференции когерентных волн, имеющих случайные сдвиги фаз и/или случайный набор интенсивностей, и на итоговом изображении выглядит, как белый шум. На основе анализа существующих алгоритмов фильтрации выбран анизотропный диффузионный фильтр, который показал наилучшие результаты в шумоподавлении [1].

Артефакты изображения, полученные из-за произвольных движений глаз, вносят ошибку в исследование сетчатки. Саккады несут наибольшую угрозу информативности получаемого изображения, они могут достигать частоту 2 Гц с отклонением до 15°. Несмотря на широкое и успешное применение для этих целей сканирующего лазерного офтальмоскопа, в разработанном алгоритме был применен исключительно программный метод коррекции артефактов движения, вследствие своей универсальности и отсутствия необходимости вносить конструкторские изменения в существующие системы. Метод коррекции основан на покадровой корреляции и смещении каждого последующего двумерного кадра относительно предыдущего внутри 3D-изображения по медленной оси

и использование корреляции одного опорного двумерного кадра в перпендикулярной плоскости для предотвращения эффекта уплощения [2].

Сегментация и распознавание структур первично обработанного изображения были осуществлены на основе метода диффузных карт [3]. На первом этапе изображение разбивалось на области 10x10 пикселей. Затем составлялась матрица смежности графа, в узлах которого указывались средние значения по областям, а веса ребер рассчитывались по формуле:

$$k(i, j) = \exp\left(-\frac{\|F_i - F_j\|_2^2}{2 \cdot \sigma_1}\right) \cdot \begin{cases} \exp\left(-\frac{\|X_i - X_j\|_2^2}{2 \cdot \sigma_2}\right) & \text{if } \|X_i - X_j\|_2 < r, \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

где F_i, F_j – рассматриваемые в соответствии с координатами в матрице смежности яркости пикселей;

$\|X_i - X_j\|_2^2$ – Евклидова норма;

σ_1, σ_2 – подбираемые коэффициенты;

r – подбираемый коэффициент, регулирует количество пикселей, рассматриваемых в качестве соседних.

Нормированная матрица смежности P рассматривалась как Марковская матрица. P^t – вероятность перехода между элементами матрицы за t временных шагов. Через нахождение собственных векторов и собственных чисел был выполнен переход в новое пространство с диффузными координатами, в котором была выполнена сегментация изображения с помощью алгоритма к-средних. На первом этапе применения диффузных карт было получено разбиение изображения на области сетчатки и фона. На втором этапе произведено построение диффузной карты для области сетчатки, область фона была исключена из рассмотрения. На этом этапе усреднялись области 1x15 пикселей, была получена сегментация отдельных слоев сетчатки.

Реализованный алгоритм обработки в среде MatLab позволил снизить влияние спекл-шума на 37%, скорректировать артефакты движения (95% схожесть с исходным при смещении каждого двумерного скана на 40 пикс.) и сегментировать 10 слоёв сетчатки.

Список литературы

1. Baghaie A. State-of-the-art in retinal optical coherence tomography image analysis / A. Baghaie, Z. Yu, R.M. D'Souza // Quantitative Imaging in Medicine and Surgery. 2015. №5(4). P. 603-617.
2. Zawadzki R.J. Correction of motion artifacts and scanning beam distortions in 3D ophthalmic optical coherence tomography imaging / R.J. Zawadzki, A.R. Fullerb, S.S Choia // Progress in Biomedical Optics and Imaging Proceedings of SPIE. 2007. Ophthalmic Technologies XVII. P.1-11.
3. Kafieh, R. Intra-retinal layer segmentation of 3D optical coherence tomography using coarse grained diffusion map / R. Kafieh, H. Rabbani, M.D. Abramoff, M. Sonkab // Med Image Anal. 2016. №17. C. 907-928.

УДК 616-71

РАЗРАБОТКА БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МАГНИТОПЛЕТИЗМОГРАФИИ

В.А. Лукьященко, бакалавр,

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

Victoria.Lukyashchenko@gmail.com

Научный руководитель: А.Е. Косоруков, ассистент

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

kosorukov@mail.ru

Мониторинг состояния сердечно-сосудистой системы человека является одной из важнейших задач каждого диагностического обследования. Основными физиологическими показателями здоровья человека, определяемыми во время таких обследований, являются артериальное давление и частота сердечных сокращений. Существует ряд методов определения данных показателей. Одним из таких методов является метод плетизмографии.

Плетизмографический метод основан на графической регистрации пульсовых колебаний объема какой-либо части тела в результате кровенаполнения сосудов. Данный метод безопасен для пациента, высоко информативен и неинвазивен. В зависимости от используемых измерительных преобразователей, плетизмография подразделяется на механическую, импедансную, фотоплетизмографию и некоторые другие виды, например, магнитоплетизмографию. Каждый из данных способов получения плетизмограмм имеет свои недостатки, поэтому новый разрабатываемый метод магнитоплетизмографии может стать альтернативой вышепересмотренным методам. [1], [2]

Суть метода заключается в использовании преобразователя, состоящего из постоянного магнита и датчика Холла. Постоянный магнит помещается на кожу в районе близкорасположенной артерии, например, сонной артерия или лучевой артерия в области запястья. В результате кровенаполнения в артерии меняется ее диаметр, и происходят малые линейные перемещения кожи под магнитом, и, как следствие, меняется магнитное поле вокруг датчика Холла, который при этом должен быть неподвижен. Датчики Холла улавливают изменение магнитного поля и генерируют сигнал напряжения такой же формы, как и сигнал пульсовой волны.

Особенностью данного метода является возможность аналитически рассчитать изменение магнитного поля в зависимости от перемещения магнита, установленного на коже, при известном расположении датчика Холла. К примеру, перемещения магнита в районе 0,1 мм вдоль оси магнита, приводит к изменению напряжения на выходе на 0,5 В. Для расчетов использовалась формула:

$$B = \frac{B_r}{2} \left[\frac{d + l}{\sqrt{(d + l)^2 + r^2}} - \frac{d}{\sqrt{d^2 + r^2}} \right]$$

где B_r – остаточная индукция постоянного магнита, r – радиус магнита, l – длина магнита, d – расстояние от поверхности магнита до точки измерения магнитного поля

Потенциально метод магнитоплетизмографии может применяться для лоцирования пульсирующего объема, оценки частоты сердечных сокращений, частоты и глубины дыхания, скорости пульсовой волны и величины артериального давления.

Было разработано и изготовлено несколько конструкций для магнитных датчиков: с использованием пружины, упругой пластины, мембраны и эластичных резинок. Основным требованием при этом была неподвижность датчика Холла при возможности движения постоянного магнита. В соответствии предложенными схемами конструкций магнитных датчиков, был разработан и изготовлен макет магнитоплетизмографа.

Были получены экспериментальные данные пульсового колебания объема конечности на трех областях: на лучевой артерии в области запястья, на подкожной вене и в области тенара.

Результатом разработки стал макет магнитоплетизмографа, были реализованы конструктивные и аппаратно-программные решения, получены экспериментальные данные.

Список литературы

1. Nabeel P.M. Variation in Local Pulse Wave Velocity over the Cardiac Cycle: In-Vivo Validation using Dual-MPG Arterial Compliance Probe/ Nabeel P M, Jayaraj Joseph, Mohanasankar Sivaprakasam // Proceedings of the Russian German Conference on Biomedical Engineering. 2018. P. 121-124.
2. Nabeel P.M. Magnetic plethysmograph transducers for local blood pulse wave velocity measurement/ Nabeel P M, Jayaraj Joseph, Mohanasankar Sivaprakasam // 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2014. P. 1953-1956.

УДК 615.835

ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ ПРИ СУПЕРОКСИДТЕРАПИИ

А.С. Садовникова, магистрант

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

na100nka@mail.ru

Л.В. Зиновьева, магистрант

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

lyda5511@mail.ru

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

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

vkarp@mail.ru

В настоящее время доказано, что активные формы кислорода, в зависимости от концентрации, проявляют либо регуляторное, либо токсическое действие. Повышенные концентрации активных форм кислорода, оказывающие токсическое действие, характерны для широкого ряда заболеваний, в том числе сердца и сосудов, такие как ишемическая болезнь сердца и артериальная гипертензия, а также сахарный диабет, острый панкреатит и др. Поскольку уровень АФК (активных форм кислорода) в клетках находится под контролем антиоксидантной системы, регуляция ее работы может способствовать снижению уровня АФК и, как следствие, лечению многих заболеваний. Таким образом, был проведен анализ методов регуляции работы антиоксидантной системы.

Для дальнейшего исследования была выбрана супероксидтерапия ввиду большого количества положительных результатов по лечению различных заболеваний, которые сохраняются в течение продолжительного времени, в отличие, например, от лазерной терапии. Также к преимуществам данного метода, позволившим выделить его для дальнейшей работы, является относительная легкость проведения эксперимента, не требующая большого количества дорогостоящей аппаратуры. К недостаткам данного метода можно отнести большую вариабельность получаемых результатов, которая может зависеть от полиморфизма генов, кодирующих ферменты, участвующие в механизме действия антиоксидантной системы человека и их сочетания. Для повышения эффективности воздействия в таком случае может применяться персонализированный подход.

Таким образом, целью работы является исследование возможности применения персонализированного подхода.

Для выбора генов, участвующих в экспериментальном исследовании, необходимо изучить механизм действия супероксид-анион радикала на организм, из которого следует, что основными этапами являются перенос супероксида внутрь клетки, а также его переход в менее токсичную форму. Данные этапы кодируются, соответственно, генами *CYBB* и *SOD1*.

В процессе работы была разработана методика проведения экспериментального исследования. Воздействие супероксид-анион радикалом производится с помощью ионизатора в клетку с опытными мышами. Обратная связь в данном экспериментальном исследовании осуществляется с помощью счетчика аэроионов. После курса супероксидтерапии у опытных мышей отбирается биоматериал. В зависимости от того, где измеряется уровень экспрессии, в качестве биоматериала может рассматриваться органы, мышцы, кости или кровь. Далее из биоматериала выделяется РНК (рибонуклеиновая кислота). С помощью метода обратной транскрипции из РНК получается кДНК (кодирующая дезоксирибонуклеиновая кислота), которая используется далее для проведения ПЦР (полимеразной цепной реакции) в реальном времени. Опытным путем определяется концентрация образца, при которой получаются наилучшие результаты. Для устранения неравномерности концентраций разных образцов используется контрольный ген, уровень экспрессии которого не изменяется при воздействии супероксид-анион радикала. С его помощью вычисляется относительный уровень экспрессии, не зависящий от значения концентраций. Выравнивание образцов и устранение пиков происходит с помощью калибровочной кривой. Для этого наводится смесь из всех образцов и делается серия последовательных разведений. Далее проводилась ПЦР в реальном времени по каждому гену в трех повторах.

Также была разработана структурная схема БТС (биотехническая система). Она состоит из двух блоков: БТС стенда для воздействия супероксидом и БТС стенда для оценки уровня экспрессии генов и соответствует разработанной методике.

Предварительно, для вычисления оптимального расстояния для поддержания нужной концентрации, проводилась калибровка аэроионизатора в лабораторных условиях.

По результатам проведенной работы, можно сделать вывод, что в ходе короткого высокоинтенсивного воздействия наблюдается снижение уровня экспрессии в трахее у генов *SOD1* и *CYBB*, а также повышение уровня экспрессии в крови у гена *SOD1*. Также в случае полученного уровня экспрессии гена *SOD1* в крови, наблюдается высокая вариабельность результатов, что является возможностью последующего применения персонализированного подхода.

УДК 620.172.225

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ БИОТКАНЕЙ

С.И. Бархатова, магистрант

МГТУ им. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

umanskaya.svetlana96@mail.ru

А.М. Михайлова, магистрант

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

arinarezvanova@gmail.com

Научный руководитель: Г.В. Саврасов, д.т.н., профессор

МГТУ им. Баумана, факультет «Биомедицинская техника»

savrasov2000@mail.ru

При разработке новых технологий хирургии, медицинской техники необходимо

проводить апробацию проектируемых систем. Для этих целей создаются физические модели, достаточно точно воспроизводящие геометрические и физико-механические свойства биологических объектов. В данной работе проведен обзор материалов для физического моделирования. Экспериментально определены значения модуля Юнга, максимального напряжения и максимального удлинения при растяжении.

Наиболее распространенными материалами для моделирования биотканей являются: агар-агар, агароза, желатин, поливинилацетат (ПВА), силикон [1].

В работе исследованы механические свойства образцов из желатина (наиболее дешёвый и доступный материал), силикона (наименее температурно зависимый), ПВА, резинового клея, альгината натрия, ПВА, сшитого тетраборатом натрия, а также жировой ткани свиньи.

Желатин

У желатина модуль Юнга возрастает от 0,05 до 0,25 МПа при увеличении концентрации от 10 до 35 % соответственно. Однако, при создании фантома, образцы из желатина разрушаются под действием температуры 20-30 °С. Следовательно, данный материал не подходит для физических моделей тканей и органов.

Силикон

У силикона явной зависимости модуля Юнга от концентрации не выявлено [2]. Поэтому, в дальнейшем, силиконы замешивались в пропорциях, рекомендованных производителем. Экспериментально определена зависимость модуля Юнга для силиконов от заявленной производителем твёрдости по Шору. Модуль Юнга увеличивается от 0,4 до 2 МПа при увеличении твёрдости от 10 А до 50 А, максимальное напряжение на разрыв также увеличивается от 1,5 до 4 МПа, зависимости относительного удлинения от твёрдости по Шору А не выявлено.

Клеи на водной и резиновой основе

Испытанные на растяжение образцы ПВА, ПВА, сшитого тетраборатом натрия, а также резинового клея имеют значения модуля Юнга $1,6 \pm 0,23$ кПа, $1,96 \pm 1,09$ кПа и $0,4 \pm 0,05$ кПа соответственно.

Альгинат натрия

Исследованные на растяжение образцы из альгината натрия, смешанного с водой в соотношении от 1:2 до 1:10, имеют значения модуля Юнга от 290 до 10 кПа соответственно, из готовой альгинатной смеси – 217 ± 94 кПа.

Жировая ткань свиньи

Образцы свиной жировой ткани имели модуль Юнга на растяжение равный $243,5 \pm 83,44$ кПа, максимальное напряжение на разрыв $146,08 \pm 42,2$ кПа, относительное удлинение $1,45 \pm 0,28$ отн.ед.

Биологические материалы, такие как, жировая ткань, желатин, агар-агар, агароза, альгинат натрия нежелательно использовать при создании физических моделей из-за ограниченного срока годности.

Список литературы

1. Timothy J. Hall, Member, IEEE, Mehmet Bilgen, Michael F. Insana, Member, IEEE, and Thomas A. Krouskop. Phantom Materials for Elastography // Journal, IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control. 1997. № 44(6). P. 1355-1365.
2. Хайдукова И.В., Беликов Н.В., Резванова А.М., Саврасов Г.В. Экспериментальное исследование механических свойств материалов для физического моделирования тканей // Биомедицинская радиоэлектроника. 2018. № 5. С. 22-25.

УДК 616-71

РАЗРАБОТКА ОДНОКАНАЛЬНОЙ И МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТОЧЕК АКУПУНКТУРЫ

О.М. Еланская, бакалавр

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

elolesya@yandex.ru

М.В. Антипова, бакалавр

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

Antima23@mail.ru

А.В. Антонов, магистрант

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

A1eksandr.Antonov@yandex.ru

Научный руководитель: А.Е. Косоруков, ассистент

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

kosorukov@mail.ru

Основной задачей современной медицины является диагностика заболеваний на ранней стадии. Вполне удовлетворяет этому критерию метод электропунктурной диагностики (ЭПД), основанный на исследованиях биологически активных точек (БАТ) в традиционной китайской медицине. Существуют два принципиально отличных метода диагностики: экспресс-диагностика и мониторинг.

Основными преимуществами экспресс-диагностики является моментальное получения данных как об общем физиологическом состоянии организма человека в критерии «хорошо-плохо», так и о состоянии систем органов, при этом различают состояния гипофункция, норма и гиперфункция. Метод отличается скоростью проведения процедуры, неинвазивностью и комфортом для пациента.

Особый интересен мониторинг параметров БАТ, позволяющий оценивать изменение состояния органов и организма в течение продолжительного времени, установить индивидуальный «физиологический коридор» пациента, осуществлять контроль за ходом терапевтических процедур, за реакцией организма на физические нагрузки.

Анализ литературы и имеющихся аналогов привел к следующей задаче: разработать одноканальную и многоканальную системы для оценки параметров БАТ.

Для обеих систем был выбран метод, предложенный в [1]. Кожу представляем параллельным соединением линейной емкости и нелинейной проводимости. Находим компоненты методом наименьших квадратов. Параметры представляются в виде степенного ряда, разделенного на линейные и нелинейные компоненты. Для предложенной схемы замещения была установлена связь между подаваемым током и измеренным напряжением:

$$I = g_0 U + \sum_{j=1}^N g_j U^{j+1} + C \frac{dU}{dt}, \quad (1)$$

где g_0 – линейный компонент системы, g_j – нелинейные компоненты, U – измеряемое напряжение, j – порядковый номер, N – количество элементов разложения, I – сила ток

В обоих случаях для реализации измерений были разработаны действующий макеты. Данные системы включают в себя блок измерения, состоящий из микроконтроллера со встроенным ЦАПом и источника тока, а также из активного и индифферентного электродов. В каждый отсчет времени 2 АЦП регистрирует значение протекающего тока и напряжение на электроде. Эти значения передаются на

персональный компьютер, где производится расчет емкостной и резистивной составляющих адмиттанса.

Отличие двух систем заключается в электродной системе и в способе начала работ. У одноканальной системы есть датчик силы прижатия, определяющий необходимое усилие прижатия измерительного электрода к БАТ и запускающий начало процедуры. Продолжительность измерения 1 с. Измерение одного канала в многоканальной системе происходит раз в 7 с. [2] А начало работ определяется нажатием кнопки на ПК, при этом электроды уже установлены. Особенностью измерения является использование крайне низких токов, что не дает возможности использовать ключ для подключения электродов к измерительной системе. Для этого был разработан переключаемый распределенный измерительный источник тока. Токозадающая система выполнена на инструментальном усилителе INA333. А каждый электрод через собственный канал измерения подключен к токозадающей системе и измерительным входам микроконтроллера.

Результатом разработки стали прототипы одноканальной и многоканальной системы для оценки электрических параметров БАТ, реализованы конструктивные и аппаратные решения.

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.
2. Химич Д. А., Косоруков А. Е., Карпукhin В. А. Разработка биотехнической системы мониторинга состояния точек акупунктуры // Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии–ФРЭМЭ'2016. 2016. С. 69-73.

УДК 62-529

РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО И ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ АНГИОПЛАСТИКИ

Ю.В. Назарова, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Биомедицинские технические системы»

nazarova.y@mail.ru

Научный руководитель: Е.С. Ермолаев, к.б.н., научный сотрудник

ГНЦ РФ ИМБП РАН

e.ermolaev@acrostakrussia.ru

Стентирование коронарных артерий является малоинвазивным способом восстановления внутреннего просвета стенозированных артерий сердца с помощью эндоваскулярных приспособлений – баллонных катетеров и стентов. При изготовлении стентов на выходном контроле крайне важно проверять качество поверхности сосудистых стентов и соответствие реальных размеров спецификации конструкции. Особо важными контролируемыми размерами являются ширины струтов (англ. strut – элемент конструкции стента). От их соответствия эталонной модели зависят такие аспекты, как равномерность нанесения покрытия, прочность импланта и, как следствие, его целостность при функционировании внутри сосуда.

Проблемы, связанные с ручным подходом к проверке, многочисленны: сложность позиционирования импланта под микроскопом, невозможность получить численную оценку размеров без специального программного обеспечения, ручной контроль является относительно медленным методом контроля. Использование машинного зрения,

несомненно, является предпочтительным вариантом для производителей инструментов для ангиопластики [1].

Для автоматизации процесса визуального и измерительного контроля был разработан и собран блок позиционирования импланта под микроскопом, а также разработано специальное программное обеспечение. Результатом работы программы является панорамное изображение сосудистого стента (развёртка поверхности стента) и ширины струтов импланта, вычисленные вдоль всего контура стента с заданным шагом.

В качестве метода программной сшивки видеоряда в единую развёртку был выбран метод XOR-корреляции [2]. Применение данного метода позволяет в рамках поставленной задачи исключить стадию поиска и описания особых точек изображений, а результатом метода является однозначное определение смещения текущего снимка относительно предыдущего по осям X и Y. Алгоритм применения метода XOR-корреляции следующий: перебираются различные варианты смещения одного снимка относительно предыдущего и для каждого варианта смещения вычисляется корреляция по формуле (для изображений в оттенках серого):

$$C(x, y) = \frac{\sum_i \sum_j XNOR[f(i, k), g(i - x, j - y)]}{Np},$$

где Np – общее число сравниваемых пикселей; f и g – два изображения, которые сдвинуты относительно друг друга только по осям X и Y, при этом f считается сигналом, содержащим образец g .

В качестве метода измерения было решено использовать вписанную в контур импланта окружность. Предлагаемый способ измерения ширины струтов стента обладает высокой воспроизводимостью реальных размеров импланта. Абсолютная погрешность измерений составила 5.3 мкм (для доверительной вероятности 0.95).

Список литературы

1. Brochure. Optical Stent Inspection StentSpect-EP. Available at: <http://www.stentspect.com/pdf/stentspectep.PDF>, accessed 15.08.2017.
2. Jayachandra Polisetty, Surya Prakash Noolu, Jaya Prakash Varma Champati, P Venkata Srikant Reddy, Ravindranadh Gunnam. Image mosaicing using XOR correlation and fourier shift theorem // IIT Bombay. 2008.

УДК 616-072.7

ТЕХНОЛОГИЯ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ ВЫЗВАННОЙ АКТИВНОСТИ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Аль Хадж Х. А., магистрант

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

h.alhadzh@yandex.ru

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

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

Мыслительная деятельность, двигательная активность и работа сенсорных систем человека связаны с активацией соответствующих отделов коры головного мозга (ГМ). Усиление электрофизиологической активности сопровождается локальным увеличением скорости кровотока и объемного кровенаполнения тканей мозга. Этот эффект называют нейроваскулярным сопряжением и рассматривают в качестве косвенного подтверждения наличия вызванного ответа в коре ГМ при функциональной нагрузке в процессе нейро- и психофизиологических исследований.

Среди возможных методов контроля вызванной активности ГМ современная спектrophотометрия биологических тканей в красном и ближнем инфракрасном диапазонах длин волн (fNIRS) занимает лидирующие позиции как мониторинг, безопасный, экономичный метод, позволяющий реализовать многоканальные беспроводные тренд-измерения с помощью портативных носимых устройств [1]. Достоинством fNIRS является совместимость с другими методами и методиками исследования.

Целью данной работы является формирование медико-технических требований к беспроводной гибридной биотелеметрической системе для объективного контроля слухового восприятия. Система объединяет в едином контуре управления спектrophотометрический блок для диагностики с аудио-блоком для тестирования и мониторинга. Проведён анализ литературных данных и предварительные экспериментальные исследования, подтверждающие возможность применения метода спектrophотометрии для объективного контроля слухового восприятия [2].

В предварительных исследованиях участвовали трое здоровых испытуемых. Эксперименты проводились с использованием двухканального спектrophотометра «OxiplexTS», беспроводных наушников и цифровых аудио-источников. Датчики располагались на голове билатерально, слева и справа, в области проекции слуховой коры, относительно точек T3 и T4, согласно системе «10-20» наложения электродов. Также использовалось несимметричное позиционирование в левой части лба над линией бровей и в области проекции слуховой коры слева. Применялись три типа звуковых стимулов комфортной громкости, таких как аудиокнига, спокойная музыка и звуковой сигнал с частотой 1 кГц. Стимулы подавались через наушники на оба уха одновременно.

Наличие волосяного покрова на голове затрудняет регистрацию гемодинамического ответа в коре ГМ и снижает точность количественных оценок. Наиболее эффективным способом уменьшения влияния волос на результаты измерений является специальная конструкция оптического датчика с выступающими оптоволоконками для лучшего контакта с кожей головы [3]. Важным фактором является точность позиционирования оптического датчика в проекционной области исследуемой зоны коры ГМ. Картирование с помощью планарных датчиков обеспечивает полное покрытие требуемой области, необходимую глубину проникновения и пространственное разрешение, воспроизводимые результаты и их правильную интерпретацию.

Слуховые и лобные участки коры головного мозга характеризуются различной динамикой контролируемых физиологических параметров: концентраций окси-, дезокси- и общего гемоглобина, тканевой сатурации, - при звуковой стимуляции. Это подтверждает специфичность реакции и чувствительность метода fNIRS к вызванным гемодинамическим ответам. Как следует из обзора литературы и полученных предварительных результатов, аудиосигнал с высокой информативной составляющей, четко воспринимаемой исследуемым субъектом, вызывает более выраженную гемодинамическую реакцию.

Результаты предварительных исследований подтвердили эффективность применения fNIRS для объективного контроля слухового восприятия и позволили определить ключевые вопросы для разработки компактного носимого эффективного спектrophотометрического устройства, совмещенного с корпусом наушников, для оперативного контроля слухового восприятия в различных условиях и с различными модальностями стимулов. Элементами разработки являются: специальная конструкция и геометрия датчика, оптимизация комбинации длин волн, процедура калибровки, специальные аппаратные и программно-алгоритмические решения и методики функционального воздействия.

Список литературы

1. Scholkmann F. и др. A review on continuous wave functional near-infrared spectroscopy and imaging instrumentation and methodology // NeuroImage. 2014. Т. 85. С. 6-27.
2. Al Khadzh K., Safonova L. The Research of the Spectrophotometric Method for the Objective Control of the Auditory Sense // 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus). 2019.
3. Kiguchi M. и др. Note: Wearable near-infrared spectroscopy imager for haired region // Review of Scientific Instruments. 2012. Т. 83. № 5. С. 056101.

УДК 51-76**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ВИДЕО БЕЗОПАСНОСТИ**

Д.О. Вахнин, магистрант

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

Dmitrii.vakhnin@gmail.com

Научный руководитель: С.Г. Чекунов, ст. преподаватель

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

В текущем тезисе показан и оценен практический подход к использованию машинного обучения и глубоких нейросетевых технологий для систем видео безопасности.

Использование нейросетевых технологий для распознавания личности имеет большой спрос за счет своей бесконтактности [1], скорости обработки информации, высокого уровня принятия решений. На текущий момент системы распознавания лиц применяются для следующих целей:

1. СКУД
2. Поиск преступников в толпе
3. Оплата проезда

В системах охранного видео наблюдения, помимо систем слежения можно обратить внимание на системы, отслеживающие положение человека в пространстве, которая ориентируется на его характерные точки (плечи, колени, голова) [2].

Для обеспечения безопасности в определенных местах скопления людей, таких как: филиалы банка, зоны досмотра людей в аэропортах, нам необходимо оперативно реагировать на людей, которые представляют потенциальную угрозу правопорядку, и самое главное оперативно предоставлять информацию сотруднику службы безопасности.

Метрики, по которым можно оценивать потенциальную угрозу, исходящую от человека

1. Поведенческие факторы
 - а. Как ведет себя в обществе, нервозность, волнение
2. Отличительные черты человека
 - а. Шрамы
 - б. Татуировки
 - с. Лицо

Ключевая идея работы - с какой целью человек скрывает свое лицо и при помощи каких предметов он осуществляет данную маскировку.

Для построения системы вводим классификацию признаков маскировки:

1. Лицо без маскировки
2. Солнцезащитные очки
3. Марлевая повязка

Для обучения системы и построения классификатора была построена однослойная сверточная нейросеть, для быстрого имплементирования на процессоре средней

мощности («intel core i5» 2,6 MHz, 6Gb RAM). Эта сеть будет очень простой, состоящей только из одного слоя CONV => RELU и выходного классификатора SOFTMAX [3]. Точность определения нашего классификатора равна 77 процентам. Данные обучения необходимо сохранить как модель, которую мы будем использовать при определении маскировки на видео.

Для определения лица в кадре на видео можно использовать предобученную нейросеть «Caffe» с датчиком движения. В отличие от архитектуры однослойной сети классификатора, Фреймворк «Caffe» имеет в своей архитектуре 26 слоев и обучен распознавать порядка 50 различных объектов. Мы заменили финальный слой на нашу модель для распознавания лица. Точность определения человека в кадре у «Caffe» составляет примерно 98 процентов.

Протестируем полученную систему

Требования к эксперименту:

1. Тестовая выборка: 50 человек
2. Угол поворота головы: ± 15 градусов от нормального положения к камере
3. Условия освещения: яркий рассеянный дневной офисный свет
4. Камера для испытаний: Веб-камера ноутбука с разрешением 3МП

Для эксперимента были посчитаны такие вероятностные характеристики как:

1. СКО
 - a. Лицо: 0,88
 - b. Очки: 0,60
 - c. Марлевая повязка: 0,56
2. Дисперсия
 - a. Лицо: 0,31
 - b. Очки: 0,49
 - c. Марлевая повязка: 0,50
3. Был определен доверительный интервал с доверительным уровнем 95%
 - a. Лицо: $0,88 \pm 0,09$
 - b. Очки: $0,60 \pm 0,14$
 - c. Марлевая повязка: $0,56 \pm 0,14$

Исходя из полученных данных можно сделать вывод о том, что чем сложнее используем средство маскировки, тем шире интервал, в который попадут 95 процентов наших измерений, таким образом, одной из основных целей в будущем будет сужение данного интервала и увеличения точности определения вида маскировки за счет усложнения архитектуры нейросети классификатора.

Список литературы

1. Колпаков А.В., Мавзютов А.А., Чекунов С.Г., Спиридонов И.Н. Применение технологий биометрической верификации на пунктах пропуска через государственную границу // XII Междунар. науч. конференции с науч. молодёжной сессией «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии – ФРЭМЭ'2016» (Владимир-Суздаль, 05-07 июля 2016): доклады. В 2 кн. Кн. 2. Владимир: ВлГУ, 2016. С. 57-59.
2. Конушин В.С., Кривовязь Г.Р. Алгоритм распознавания людей в видеопоследовательности по одежде // Информатика и ее применения. Т. 4. 2010. № 1, С. 74-78.
3. Анализ существующих подходов к распознаванию лиц. Режим доступа: <https://habrahabr.ru/company/synesis/blog/238129/> (дата обращения: 30.03.2018).

УДК 612.141

РАЗРАБОТКА БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ БЕЗМАНЖЕТНОГО ИЗМЕРЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

К.Д. Бургаев, бакалавр

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

kirillburgaev@mail.ru

Научный руководитель: Г.Н. Змиевской, к.ф.-м.н., доцент

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

Согласно статистике Всемирной организации здравоохранения, каждый третий взрослый человек по всему миру имеет высокий уровень артериального давления (АД), приводящий к большому количеству смертей от сердечно-сосудистых заболеваний [3].

В настоящее время измерение АД производится с использованием манжеты. Данный метод имеет множество недостатков, а именно: его окклюзия, ограниченная частота измерений, неприятность процедуры, ограничения применения у новорожденных и пожилых лиц. Таким образом, для мониторинга артериального давления целесообразным будет применение альтернативного безманжетного метода измерения.

Принцип работы системы основан на подсчитывании временной задержки прибытия пульсовой волны, регистрируемой двумя датчиками, установленными в области запястья. Как только первый датчик (который расположен на участке артерии, находящийся ближе к сердцу) зафиксирует наступление пульсовой волны, начнется отсчет времени до прихода этой волны к следующему датчику. Разница во времени позволяет определить времени распространения пульсовой волны (ВРПВ), благодаря которой возможно оценить АД. Фиксируемая пульсовая волна оцифровывается датчиками и передается на микроконтроллер, который преобразует сигналы в эквивалентные значения АД. Непрерывная передача данных на персональный компьютер (ПК) позволяет контролировать параметры пациента в режиме реального времени.

Для регистрации пульсовых волн был проведен анализ датчиков [1], по результатам которого выбран температурный тип. Основными параметрами при выборе были: высокая точность измерения, низкое энергопотребление, небольшие массогабаритные показатели.

Связь температуры и пульсовой волны были изучены в работе [2] и заключается в следующем: пульсирующий кровоток приводит к колебаниям температуры тела вблизи кровеносных сосудов. Так, установив датчики вблизи крупной артерии, например, сонной, удастся зафиксировать колебания температуры, причем вид регистрируемых кривых соответствует пульсовым волнам, что продемонстрировано в исследовании [2].

С помощью полученного макета и электронного тонометра, была проведена серия измерений, по результатам которой составлена база данных (БД) с такими параметрами: АД, ЧСС и ВРПВ. Данная БД легла в основу проведения регрессионного анализа, в ходе которого построены 10 регрессионных моделей, среди которых отобрана та, в которой наблюдается наибольшая корреляция между исследуемыми параметрами (1, 2).

$$SBP = 135,382 - 203,6149 \cdot PTT + 0,0656 \cdot HR, \quad (1)$$

$$DBP = 176,7093 - 293,4592 \cdot PTT - 0,7932 \cdot HR, \quad (2)$$

где SBP — систолическое артериальное давление, мм. рт. ст.; DBP — диастолическое артериальное давление, мм. рт. ст.; PTT — время распространения пульсовой волны, с; HR — частота сердечных сокращений, уд/мин.

В ходе экспериментальных исследований были получены временные диаграммы температуры тела при измерении на сонной артерии, регистрируемых проектируемой БТС. Максимумы полученных временных диаграмм соответствуют пикам пульсовой волны, что позволило рассчитать ЧСС и ВРПВ, а благодаря полученной регрессионной модели стало возможным оценить АД.

В результате работы получена портативная конструкция макета, включая средства измерения, позволяющая проводить длительный мониторинг АД, при этом находясь пациенту вне стационара. Помимо этого, имеется возможность удаленной передачи данных об измерениях лечащему врачу, что избавляет пациента от необходимости посещения стационара.

Список литературы

1. Buxi D., Redouté J.M., Yuce M.R. A survey on signals and systems in ambulatory blood pressure monitoring using pulse transit time // *Physiological Measurement*. 2015. № 3 (36). pp. 1–26.
2. Cuadras Á., Casas Ó. Determination of Heart Rate Using a High-Resolution // *IEEE Sensors*. 2006. № 3 (6). pp. 836–843.
3. Day W.H. A global brief on Hypertension // *World Health Organization*. 2013. 40 p.

УДК 613.6.02

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТОКОВ ЭЛЕКТРОАЭРОЗОЛЕЙ В ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ЛЕЧЕНИИ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ

Г.С. Климиашвили, магистрант

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

К.С. Мустафина, магистрант

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

christina.mustafina@gmail.com

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

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

Ингаляция аэрозолей лекарственных веществ широко применяется для лечения заболеваний дыхательной системы человека. Нестабильность аэрозолей низкой степени дисперсности и слабая осаждаемость аэрозолей высокой степени дисперсности приводят к потерям лекарственного вещества при ингаляции. Частным случаем аэрозольтерапии является применение в лечебных целях униполярно заряженных аэрозолей лекарственных веществ. Свободный электрический заряд противодействует поверхностному натяжению аэрозольных частиц, а также может поддерживать монодисперсность в аэродисперсной системе. Униполярные электроаэрозоли равномерно рассеиваются под действием электростатических сил и осаждаются в дыхательной системе человека. Процент осаждения электроаэрозолей значительно превышает процент осаждения обычных аэрозолей [1].

Традиционно при аэрозольтерапии используется поза ортопноэ, однако вводя электростатическое поле можно влиять на эффективность процедуры, поэтому целью работы является численная оценка потоков электроаэрозольных частиц при различных позах пациента в заданных отделах дыхательных путей взрослого человека с учетом влияния сил гравитации и внешнего поля.

Для разработки методики расчета потоков электроаэрозольных частиц в заданных отделах дыхательных путей взрослого человека, была предложена упрощенная геометрическая модель дыхательной системы человека.

Для расчета потоков электроаэрозольных частиц в дыхательных путях, были сделаны следующие допущения: поток аэрозольных частиц ламинарный и несжимаемый; стенки дыхательной системы сплошные и неподвижные; коагуляция аэрозольных частиц отсутствует; частицы несут элементарный заряд, процессы перезарядки отсутствуют.

Расчет потоков электроаэрозоля в дыхательных путях человека был проведен с использованием дифференциальных уравнений в частных производных конвекции-диффузии Фика, ламинарного потока Навье-Стокса, электростатики Пуассона. Также были использованы выражения для сил, действующих на частицы в потоке воздуха: сила трения (закон Стокса), броуновская сила, сила гравитации, электростатическая сила [2, 3].

На основе анализа полученных результатов можно сделать следующие выводы.

Предложен численный критерий оценки эффективности ингаляционной терапии, представляющий собой отношение потока электроаэрозольных частиц, оседающих в заданной зоне системы дыхания к потоку частиц через ротовое отверстие.

Разработана методика расчета потоков оседающих частиц в заданной зоне системы дыхания, основанная на совместном численном решении уравнений Навье-Стокса, Фика и Пуассона с учетом анатомических особенностей дыхательной системы, а также диаметра аэрозольных частиц, их заряда и сил гравитации и внешнего поля.

На основании проведенного вычислительного эксперимента установлено, что в рамках принятых допущений для указанной геометрии модели дыхательной системы и частиц диаметром 4 мкм горизонтальное положение пациента при проведении сеансов и потенциала на поверхности трахеи $-0,1$ В ингаляционной терапии более предпочтительно, так как:

- КЭИТ более чем на 30% выше, чем в позе ортопноэ, однако разность КЭИТ между передней и задней стенками отделов дыхательной системы больше на 7%, что свидетельствует об уменьшении равномерности осаждения потока электроаэрозольных частиц на стенки дыхательной системы;
- с увеличением диаметра аэрозольных частиц до 20 мкм КЭИТ монотонно снижается более чем в 5 раз.
- изменение значения разности КЭИТ в трахее при изменении разности давлений в дыхательной системе от $-0,1$ до $-0,5$ Па не превышает 5%.

Список литературы

1. Шеина А.Н. Аэрозольтерапия // Кремлевская медицина (клинический вестник). 2014. № 1. С. 154–160.
2. Zhang Z., Kleinstreuer C., Donohue J.F. Comparison of micro- and nano- size particle depositions in a human upper airway model // J. Aerosol Sci. 2005. Vol. 36. P. 211–233.
3. Labair H., Touhami S., Tilmatine A. Study of charged particles trajectories in free-fall electrostatic separators // J. Electrostat. 2017. Vol. 88. P. 10–14.

УДК 57.087

РАЗРАБОТКА НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДУЛЯ АВТОФОКУСИРОВКИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ МИКРОСКОПИИ БИМЕДИЦИНСКИХ ПРЕПАРАТОВ

Г.А. Колокольников, магистрант

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

geokolok@gmail.com

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

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

Автофокусировка является одной из ключевых функций автоматизированных систем микроскопии, поскольку она позволяет получать резкие изображения

исследуемого препарата. К автофокусировке выдвигаются требования: динамическая точность, повторяемость и высокое быстродействие. Однако классические подходы пассивной автофокусировки не всегда удовлетворяют последнему требованию. Такие алгоритмы требуют регистрации изображения, как минимум, на трех различных высотах для определения экстремума фокусирующей кривой, который соответствует наиболее резкому изображению [1]. Системы автоматизированной микроскопии предполагают сканирование биомедицинских препаратов с целью формирования цифрового панорамного изображения. Препарат не однороден по толщине, следовательно, на каждом регистрируемом в ходе сканирования фрагменте препарата требуется проводить рефокусировку. В этом случае на весь сканируемый препарат потребуется зарегистрировать и проанализировать в три раза больше изображений, чем количество фрагментов сканирования. Это приводит к снижению производительности системы автоматизированной микроскопии.

Для решения задачи подстройки фокуса по одному изображению предлагается использовать интеллектуальную систему регулирования. В данном случае она представлена искусственной нейронной сетью в цепи отрицательной обратной связи в системе автофокусировки. Обученная модель нейронной сети, получая на вход изображение препарата, определяет отклонение от положения фокуса, которое уменьшается с помощью перемещения препарата в необходимую сторону.

Задачи, которые необходимо решить для синтеза нейросетевого модуля контроля фокуса, делятся: задачи разработки и эксплуатации. Первоначально формируется база данных для обучения нейронной сети. Далее разрабатывается архитектура модели, проводится обучение и валидация. Этот этап является итерационным, поскольку после оценки модели может потребоваться изменение архитектуры для повышения точности. После успешной валидации обученная модель встраивается в алгоритм автофокусировки.

В рамках работы в качестве аппаратного обеспечения использовался лабораторный микроскоп Meiji и внешний комплект автоматизации микроскопа [2], выполненный на базе одноплатного компьютера Raspberry Pi 3 Model B. Программный код был реализован на языке Python 3.7 с применением библиотек компьютерного зрения OpenCv и глубокого обучения Keras с TensorFlow в качестве бэкенда. Обучение нейронных сетей проводилось на базе облачной платформы Google Colaboratory.

На этапе формирования базы данных для обучения проводилась регистрации изображений цитологических препаратов с разной степенью сфокусированности. В качестве выходных данных для обучения модели выступали Z-стеки препарата, в качестве выходных данных – метки, соответствующие смещению препарата от положения фокуса по оси Z. Собранные изображения подвергались предобработке: преобразованию в серошкальный формат, субдискретизации, разделению на тренировочную и тестовую выборки.

Поскольку решаемая задача относится к классу анализа изображений, было решено использовать архитектуру сверточной нейронной сети. Задача решалась как с точки зрения классификации, так и с позиции регрессии. В первом случае нейронная сеть сопоставляла входному изображению метку класса, соответствующую дискретному смещению относительно фокуса. Во втором случае сеть предсказывала непрерывное числовое значение смещения. В ходе исследования регрессионных и классификационных моделей для дальнейшего обучения были выбраны классификационные, поскольку за меньшее количество итераций обучения они обеспечивали большую точность.

Далее для повышения точности классификации был применен метод переноса обучения, увеличена емкость модели путем добавления сверточных и полносвязных слоев, построена архитектура с двойным входом. Первая ветвь представлена предобученной сверточной нейронной сетью. Во второй вычисляется сумма квадратов

гауссовых производных изображения, значение которой присоединяется к вектору вероятностей, предсказанных сверточной сетью. Полученный вектор подается на вход полносвязной нейронной сети, которая определяет класс смещения относительно положения фокуса.

В ходе работы была разработана система управления фокусом, основанная на методах глубокого обучения, собрана база данных для обучения и проведено исследование моделей искусственных нейронных сетей. Дальнейшие направления работы включают: совершенствование построенной архитектуры модели, встраивание алгоритма автофокусировки в систему автоматизированной микроскопии и проведение сравнения быстродействия полученного алгоритма с классическими подходами.

Список литературы

1. Артюхова О.А., Самородов А.В. Сравнительное исследование характеристик резкости микроскопических изображений медико-биологических препаратов // Медицинская техника. 2011. Т. 1. С. 15-22.
2. Колокольников Г.А. Разработка аппаратно-программного комплекса микроскопии на основе внешнего комплекта автоматизации // Колокольников Г.А., Норкин Н.Э., Самородов А.В. // Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна – 2018»: сб. тезисов докладов. М.: Издательский дом «Научная библиотека», 2018. С. 369-370.

УДК 57.087.1

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИТАЛЬНОСТИ ДЛЯ СИСТЕМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ПО ЛИЦУ

А.А. Новокшенов, магистрант

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

andrew-novokshonov@yandex.ru

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

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

Системы определения витальности или liveness-a нужны для предотвращения обмана биометрической системы со стороны недобросовестных ее пользователей путем подмены биометрической характеристики, в данном случае лица человека, с помощью видео, печатного фото, 3D-маски и т.д. Эти способы называются спуфингом или обманом. Самыми распространенными из-за своей легкодоступности и простоты исполнения являются подмены с использованием видео другого человека или печатного фото.

Самыми популярными подходами, используемыми сегодня в научно-исследовательских работах и на рынке биометрических систем для определения витальности, являются методы анализа движений, в том числе, требующие активного участия со стороны пользователя такое как, повернуть голову, моргнуть глазом и т.д.

Наилучшую устойчивость к спуфингу из методов определения витальности показывают методы с применением специальных камер, термальных, камер глубины, таких как Intel RealSense, мультиспектральных и т.д. В связи с этим была поставлена цель разработать модуль, который будет использовать обыкновенную камеру, не сильно ухудшая при этом точностные характеристики модуля.

Было использовано два алгоритма, первый из них основан на сверточной нейронной сети [1], которая обучается на изображениях, прогоняет их через себя и выделяет некоторые признаки, позволяющие на этапе валидации отделить ей реального человека от попытки спуфинга.

Второй алгоритм основан на дистанционной фотоплетизмографии, которая заключается в детекции подкожного кровотока камерой, находящейся в отдалении от объекта [2].

На входном изображении выделяется область лба, т.к. это наиболее однородная область на лице. Рассчитывается средняя интенсивность пикселей в этой области. Из этих значений формируется сигнал. Затем осуществляется фильтрация сигнала и выделяется полоса от 0,6 до 4 Гц, соответствующая частоте сердечных сокращений человека, применяется преобразование Фурье. Из спектра этого сигнала создается вектор признаков, которые классифицируются методом опорных векторов.

Для обучения алгоритмов была самостоятельно собрана база, состоящая из печатного, изогнутого фото, видео, масок и т.д. Для валидации была использована база FRAUD - Face Replay Attack [3]. И в обучающей и в валидационной базе используются различные камеры и различные условия освещения.

Эксперимент проводился для двухклассовой классификации в трех вариациях: фото-живой человек, видео-живой человек и все виды спуфинга-живой человек. По результатам эксперимента меньшие ошибки показывает нейросетевой алгоритм классификации. Таким образом, в ходе дальнейшей работы планируется опробовать другой классификатор в алгоритме определения витальности по фотоплетизмографии, собрать собственную валидационную базу.

Список литературы

1. Голиков И. Сверточная нейронная сеть, часть 1: структура, топология, функции активации и обучающее множество. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/348000> (дата обращения 30.04.2019).
2. Wang Shun-Yi et al. Face Liveness Detection Based on Skin Blood Flow Analysis // Symmetry. 2017. № 9. P.305.
3. База данных FRAUD - Face Replay Attack UQ Datasets. Режим доступа: <http://staff.itee.uq.edu.au/lovell/FRAUD> (дата обращения: 15.04.2019)

СЕКЦИЯ «МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ»

УДК 62

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ ИНЪЕКЦИОННОЙ ИГЛЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПУНКЦИИ

Сатаненко А.А., студент

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

arti1286@yandex.ru

Научный руководитель: А.В.Писарева, к.б.н., доцент

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

pavpav.06@mail.ru

Введение

На сегодняшний день наиболее распространенным хирургическим вмешательством является пункция периферических сосудов (венепункция, в частности) [3]. Процесс введения иглы в ткани биообъекта и прокол стенки сосуда сопряжен с определенными трудностями, в связи с чем нередки случаи постинъекционных осложнений. Спектр возможных последствий весьма разнообразен и велик: инфильтрат – скопление в тканях организма клеточных элементов с примесью крови и лимфы, абсцесс – гнойное воспаление мягких тканей, тромбофлебит – воспаление вены с образованием в ней тромба, воздушная эмболия – попадание внутрь кровеносных сосудов некоторого количества воздуха и т.д.

Объект исследований – методы контроля автоматизированных пункций периферических сосудов [1].

Цель работы – разработка блока АПК регистрации положения инъекционной иглы при проведении пункции периферических сосудов для применения в автоматизированной системе, а также для упрощения процесса хирургического вмешательства и минимизации рисков проведения неудачных пункций.

Задачи:

- Провести анализ анатомических особенностей строения и основных электрических параметров и свойств биообъекта, принципов проведения подкожных хирургических вмешательств для доступа к сосудистому руслу, оценить возможные постинъекционные осложнения и риски.
- Разработать схему биотехнической системы с подробным описанием входящих в нее элементов, а также структурную схему, описывающую связи между ними [2].
- Провести исследования с биологическими тканями для подтверждения эффективности предлагаемого метода при дальнейшем его применении в медицинской практике.

Существует множество подходов к решению данной проблемы, наиболее актуальными из них являются: тактильный, оптический, ультразвуковой и электроимпедансный методы. Система, включающая максимально возможное количество разнообразных датчиков контроля, позволит добиться наиболее эффективного проведения пункции, снизив до минимума все риски и избежав постинъекционных осложнений.

В основе электроимпедансного метода лежит возможность определения типа исследуемой ткани, зная полный импеданс на определенной частоте. Поскольку ткани обладают не только активной, но и реактивной составляющими импеданса, это дает возможность фиксировать положение иглы за счет измерения угла сдвига фаз между исходным и выходным сигналами. Зондирующий сигнал имеет широкий диапазон частот: от единиц до сотен килогерц. Измеряя разность потенциалов и зная ток, протекающий через взаимодействующие электроды, можно вычислить импеданс. Каждому типу ткани

свойственны определенные значения удельной электрической проводимости и относительной диэлектрической проницаемости.

Практические исследования изменения такого электрического параметра, как относительная диэлектрическая проницаемость, позволили подтвердить правдивость и эффективность используемой математической модели и простейшей схемы замещения биологических тканей, представляющей собой параллельное соединение катушки и конденсатора. Проведя расчеты и установив доверительный диапазон значений ε для различных типов тканей на частоте 1 кГц в $\pm 60\%$ от табличного, а также рассчитав величину получаемой погрешности, составившей не более 25%, удалось достоверно определить электроимпедансным методом, какую ткань прокалывает игла.

Разработанный блок АПК регистрации положения инъекционной иглы при проведении пункции периферических сосудов позволяет решить задачу, поставленную в ходе выполнения работы [2].

Основные эффекты, которые повлечет разработанный в работе блок при внедрении в медицинскую практику, следующие:

- Медицинский – избежание постинъекционных осложнений, а также проблем, связанных с поиском сосудистого русла и возможным повреждением прилегающих тканей.
- Экономический – автоматизация процесса венепункции позволит сократить количество медицинских сотрудников, требуемых для проведения венепункции, являющейся на сегодня наиболее распространенной процедурой.
- Социальный – уменьшение времени проведения пункции в связи с минимальной вероятностью повреждения тканей или неудачных попыток.
- Технический – устройство электроимпедансного блока контроля пункции включает в себя распространенные и повсеместно применяемые в медицинской технике электронные компоненты, что позволит развить и массово распространить подобные устройства в медицинской практике [1].

Список литературы

1. Землянкин В.В., Семиволос А.М. Гидропневматический полуавтоматический овариоинъектор. Патент на полезную модель RUS 124144 04.04.2012. 2013 год.
2. Сатаненко А.А., Кудашов И.А., Писарева А.В., Николаев А.П. Разработка генератора озона, предназначенного для дезинфекции и ускоренного заживления поверхностных ран. В сборнике: Роль и место биомедицинской техники в современной медицине сборник трудов Международной научно-практической конференции. Вологда, 2018. С. 37-40.
3. Щербачев А.В., Бычков Е.А., Кудашов И.А., Петров В.И., Щукин С.И. Ключевые особенности системы визуализации периферических вен. Биомедицинская радиоэлектроника. 2018. № 10. С. 31-36.

УДК 004.93:94

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА
РОБОТИЗИРОВАННОГО КАТЕТЕРА**

И.А. Селивёрстова, магистрант

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

irina.seliverstova96@gmail.com

Научный руководитель: Г.В. Саврасов, д.т.н., профессор

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

savrasov2000@mail.ru

Доля малоинвазивных хирургических операций под рентгеновским контролем растет с каждым годом, так как они имеют ряд преимуществ по сравнению с открытыми вмешательствами [1]. В связи с этим появляется необходимость минимизации дозы облучения врача при проведении операции. Решением этой проблемы является применение хирургических роботизированных систем (РС), обеспечивающих удаленное выполнение операций. Создание узкоспециализированных РС позволит увеличить процент успешных операций и уменьшить стоимость самой системы.

Наиболее простая РС должна обеспечивать два типа движений для доставки катетера к месту патологии: вращательное и поступательное движения. Также РС должна отвечать минимальным требованиям, которые обусловлены медицинской задачей и анатомическими особенностями сосудистой системы человека. Соответствующие требования приведены в таблице:

Параметр	Значение
Скорость вращения катетера, град/с	$v_{\text{вращ}} = 15 \dots 120$
Скорость продольного перемещения катетера, мм/с	$v_{\text{лин}} = 0,5 \dots 60$
Требуемая точность поворота катетера, градусы	2,2 ... 3
Продольный шаг катетера, мм	2...5 [2,3]

Все существующие на сегодняшний день роботизированные катетеры можно условно разделить на четыре типа: роликовые, перехватывающие, поступательные и магнитные. Был проведен анализ всех типов систем. С учётом технических и экономических возможностей лаборатории для дальнейшей реализации устройства был выбран роликовый тип.

Отличительной особенностью разрабатываемой системы является её модульность, т.е. независимость блоков системы друг от друга и возможность их замены при необходимости. Система имеет два основных блока: блок обеспечения продольного перемещения и вращательного движения катетера. Они связаны между собой посредством системы линейного перемещения, благодаря которой обеспечивается достаточная амплитуда движения катетера.

Движение катетера в системе обеспечивается за счет двух независимых кинематических цепей, каждая с собственным двигателем. Первый двигатель через редуктор передает момент на ролик, который в свою очередь проталкивает катетер, обеспечивая продольное движение. Второй двигатель обеспечивает вращение конструкции. Ролики используются не только для вращения, но и для закрепления катетера.

В дальнейшем планируется дополнить систему блоком ультразвукового (УЗ) инструмента, что позволит производить УЗ очистку сосудов при проведении операции.

Список литературы

1. Данные по экстренной хирургии патологии органов брюшной полости в стационарах г. Москвы за 2008–2012 гг. Режим доступа: <http://общество-хиругов.рф/novosti-glavnogo-hirurgu> (дата обращения 22.03. 2019).
2. Cercenelli L., Bortolani B., Marcelli E. CathROB: A highly compact and versatile remote catheter navigation system // Applied bionics and biomechanics. 2017. Т. 2017.
3. MaX., Guo S., Guo J. et al. A Developed Robotic Manipulation System for Remote Catheter Operation // Proceedings of the 2014 IEEE International Conference on Mechatronics & Automation August China. 2014. 5877 p.

УДК 62**МОДЕЛИ МЕДИЦИНСКИХ ЭКЗОСКЕЛЕТОВ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ**

Л.Э. Галиева, студент

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

lyiza209@rambler.ru

Научный руководитель Писарева А.В., к.б.н., доцент

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

pavpav.06@mail.ru*Введение*

Заболевания, при которых применяется медицинский экзоскелет, приведены на рисунке 1. Медицинский экзоскелет позволяет человеку с ограниченной подвижностью самостоятельно передвигаться и даже поднимать тяжести. Существуют медицинские экзоскелеты, предназначенные для постоянного ношения людьми с ограниченной подвижностью. Основные проблемы, с которыми сталкиваются разработчики – это огромные габариты экзоскелетов и их большая масса, отсутствие подходящих источников энергии и многие другие проблемы, которые будут рассмотрены далее [3]. Учитывая вышеперечисленные проблемы выявляется актуальность данной работы, в которой будет приводиться обзор медицинских экзоскелетов нижних конечностей, отмечены достоинства и недостатки классов экзоскелетов, сделан вывод о наилучшей конфигурации.

Классификация экзоскелетов

Разнообразие существующих на сегодняшний день и разработанных на перспективу конструкций и исполнений экзоскелетов обуславливает потребность введения их классификации, выстроенной на базе наиболее характерных признаков [1]. У пассивных экзоскелетов низкая скорость перемещения и движения с ограниченной амплитудой, поэтому в практическом применении они ограничены. Наиболее перспективными являются комбинированные, где усилены наиболее важные сочленения, а второстепенные оставлены пассивными. По критерию наличия источника энергии экзоскелеты разделяются на две группы:

1) автономные. Обеспечивается автономное функционирование исполнительного механизма за счёт наличия бортового источника энергии [2], [3]. Примером является экзоскелет BLEEX. Достоинством является широкая функциональность: при наличии мощной, компактной, лёгкой и малошумной силовой установки экзоскелет становится практически универсальным.

Среди недостатков можно выделить сложную конфигурацию, повышенные габариты и масса и ограниченное энергопотребление.

2) неавтономные. Экзоскелет получает энергию извне. Примером является XOS 2. Достоинства: простая конструкция и небольшие габариты и масса [1]. Существует недостаток – не мобильность системы.

Количество автономных и неавтономных экзоскелетов среди выпускаемых аналогов распределены приблизительно поровну. На сегодняшний день перспективными направлениями развития систем получения управляющих сигналов являются нейронное и биоэлектрическое управления. На сегодняшний день, наиболее распространённым видом силового привода для экзоскелетов является электрогидравлический привод.

Обзор существующих моделей экзоскелетов RnRMarketResearch.com выпустила отчет «Рынок экзоскелетов. Стратегии и прогнозы по всему миру с 2015 по 2021 год». В нем говорится, что рынок экзоскелетов станет отдельным, как часть рынка роботизированных устройств для реабилитации. Экзоскелеты, которые работают в настоящее время, появляются в качестве коммерческих устройств. Лидерами на рынке экзоскелетов являются ReWalk, HAL и другие.

Конкурентоспособный экзоскелет должен быть активным, автономным, с управлением на основе мышечной активности. Использование медицинских экзоскелетов является перспективным направлением в восстановительной медицине. Но на пути к массовому внедрению в нашу жизнь экзоскелеты должны преодолеть ряд проблем, в том числе и высокую стоимость, недостаточность степеней свободы механических узлов [3], проблему обеспечения экзоскелета питанием в течение продолжительного времени, а главное - создание системы управления экзоскелетом, максимально удобной для пациента в эксплуатации [2].

Список литературы

1. Аведиков Г.Е., Жмакин С.И. Экзоскелет: конструкция, управление // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014: сб. трудов. М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2014. С. 84-90.
2. Верейкин А.А., Ковальчук А. К., Кулаков Д. Б., Семенов С. Е., Каргинов Л. А., Кулаков Б. Б., Яроц В. В. Синтез кинематической схемы исполнительного механизма экзоскелета // Актуальные вопросы науки. 2014. № XIII. С. 68-76.
3. Савченко А.Г., Ятчений О.С., Аполлонова И.А., Писарева А.В. Исследование и разработка исполнительного механизма экзоскелета для работы над ликвидацией катастроф // XIII Международная научная конференция с научной молодежной школой имени И.Н. Спиридонова «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии»: труды. В 2-х кн. 2018. С. 201-204.

УДК 62

ОЦЕНКА ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

В.Э. Безносова, магистрант

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

vikanebe@gmail.com

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

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

apolloнова-i@yandex.ru

В современном мире, особенно в мегаполисах, большое количество людей подвергается перманентному стрессу, эмоциональным расстройствам, что в свою очередь может вызвать ряд нарушений с физиологической стороны. Важно вовремя оценить состояние организма, чтобы исключить риск возникновения психоэмоционального напряжения и различных физиологических заболеваний таких, как заболевания ЖКТ, ревматоидный артрит, заболевания сердечно-сосудистой системы, хронические боли, депрессия [2].

Оценку стресса можно произвести двумя способами: инвазивным и неинвазивным. В настоящее время нейроэндокринными биомаркерами инвазивной оценки хронического стресса являются – кортизол, дегидроэпиандростерон, альдестерон, норадреналин, дофамин и другие. Потенциальными источниками для идентификации биомаркеров стресса являются кровь, моча и спинномозговая жидкость [2]. К уже изученным параметрам неинвазивной диагностики стресса можно отнести визуальные маркеры стресса – мышечно-двигательные, мышечно-экспрессивные (мимика), глазодвигательные реакции, расширение зрачка, раздражительность, упадок сил и физиологические – вариабельность сердечного ритма (ВСР), кортизол волоса, артериальное давление (АД), кожно-гальваническая реакция (КГР), частота и глубина дыхания [2].

Для анализа физиологических маркеров стресса используются различные электрофизиологические методы анализа, такие как электрокардиография (ЭКГ), электромиография (ЭМГ), КГР, электроэнцефалография (ЭЭГ), плетизмография [3].

Для визуальной оценки стресса, а также психоэмоционального состояния используются психологические опросники, средства видеомониторинга, айтрекинг или электроокулография (ЭОГ).

Несмотря на обширность методов по способу регистрации уровня стресса большинство из них не подходят для оценки хронического стресса. Так как прибор должен быть удобным и незаметным в ношении, с высокой точностью и качеством непрерывной регистрации одного и более физиологических параметров в течение долгого времени, портативным, время работы устройства должно быть не менее нескольких дней, передача данных об изменении физиологических параметров не должна быть затруднительной, результат анализа данных должен быть визуализирован в режиме реального времени.

Учитывая все эти параметры, можно сделать вывод, что инвазивные методы регистрации снижения адаптационных способностей организма не подходят, т.к. необходимы будут частые и качественные заборы (и сдачи) анализов, а это мало вероятно в условиях жизни в больших мегаполисах из-за постоянной нехватки времени у людей. Также не подходят – айтрекинг, видеомониторинг, стационарные ЭЭГ, ЭКГ, ЭМГ, т.к. данные методы территориально ограничены. Но из всех вышеперечисленных методов подходящим является метод фотоплетизмографии, с помощью которого возможна регистрация ЧСС в портативных пульсометрах (запястных). Но так как во время стресса активация симпатической нервной системы (СНС) проявляется одновременно в нескольких показателях (давлении, пульсе, сосудах, зрачковых изменениях, КГР и др.), то имеет смысл рассматривать несколько физиологических показателей, чтобы избежать возможные расхождения в результатах [1]. Например, в некоторых исследовательских работах по оценке связи вегетативных параметров и психоэмоционального состояния человека были выявлены корреляции между ЧСС, КГР и психологическими тестами [1].

Создание портативного прибора с регистрацией изменения нескольких физиологических параметров в течение длительного времени поможет своевременно выявить хронический стресс и предотвратить появление или ухудшение уже имеющихся физиологических и психологических заболеваний.

Список литературы

1. Кудашова А.А., Аполлонова И.А., Николаев А.П., Калюкина А.Ю., Кудашов И.А. Участие вегетативной нервной системы в организации эмоциональных состояний // Биологические науки. Молодежный научный вестник. Электрон. Журн. 2018. № 2. Режим доступа: <http://www.mnvnauka.ru/2018/02/Kudashova.pdf> (дата обращения 18.04.2019)
2. Разработка метода оценки влияния хронического стресса на организм человека / Ю.Н. Музыченко, L. Zhang, И.А. Аполлонова, А.П. Николаев, С.Г. Маликова, А.В. Писарева

// 13-я Международная научная конференция «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии – ФРЭМЭ'2018». 2018. С.418-422.

3. Современные экспериментальные модели депрессии / Н.А. Язуина, Ю.К.Комлева, А.Б. Салмина, М.М. Петрова, Г.А. Морозова, Н.А. Малиновская, Г.Е. Герцог // Биомедицина. 2013. №1. С. 61–77.



СЕКЦИЯ «АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ»**УДК 629.78****ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕТОДОМ ДИАГРАММЫ СОВМЕЩЕНИЙ**

И.В. Юхновец, специалист

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

maine.coon@inbox.ru

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

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

П. В. Аверьянов, заместитель начальника отдела

АО «ВПК «НПО Машиностроения»

Рассматривается методика анализа динамики релейной системы управления угловым движением космического аппарата (КА), в которой отсутствует датчик угловой скорости. Сигнал ДУС заменяется сигналом внутренней обратной связи. Переходная функция внутренней обратной связи (ВОС) формируется в контуре управления цифровой вычислительной машиной по заданному закону. Эффективным инструментом анализа таких систем является диаграмма совмещений (ДС), предложенная Р. П. Симоньянцем в работе [1]. ДС представляет координатную плоскость, по оси абсцисс которой откладывается локальное время (длительность управляющего импульса в секундах), а по оси ординат – значение угла (в градусах). Координатная сетка диаграммы совмещений образуется интегральными кривыми и изоклинами. Интегральные кривые характеризуют угловое движение КА порядка при включенных исполнительных органах (ИО), а изоклины – при выключенных. Размер ячейки зависит от интервала изменения угловой скорости, выбранного при построении диаграммы. Функция ВОС геометрически совмещается с плоскостью ДС[2]. Для наглядного анализа динамического режима на ДС необходимо построить лестницу переходного процесса, которая позволяет оценить его качество.

Обычно задача исследования динамических процессов решается численным интегрированием уравнений движения КА. Примером реализации являются программы «Dynamics» и «Model»[3], успешно применяемые в учебном процессе на кафедре СМ-2 МГТУ им. Н.Э. Баумана. Диаграмма совмещений позволяет использовать аналитический подход к исследованию переходного процесса: вычислять точки переключения релейного элемента решением соответствующих уравнений, которые определяются законами углового движения и управления КА, а также переходной функцией ВОС.

В рамках настоящей работы разработан алгоритм построения лестницы переходного процесса на ЭВМ. Входными данными являются параметры ВОС и объекта управления (эффективность ИО) и условия движения в начальный момент времени (значения угла, оценка угловой скорости).

В результате выполнения алгоритма вычисляются длительности управляющих импульсов, а затем – значения угловой координаты и сигнала ВОС в точках переключения релейного элемента.

Созданная программа апробирована для различных начальных условий и типов ВОС (апериодическая ОС[1, 2], кусочно-непрерывная функция из двух или трёх интервалов). Корректность расчётов подтверждена сравнительным анализом результатов моделирования динамических процессов, полученных с использованием программ «Dynamics» и «Model». Относительная погрешность не превышает 1 %.

Разработанный алгоритм может применяться в решении инженерных задач анализа и синтеза релейных систем стабилизации и управления ориентацией КА с внутренней обратной связью.

Список литературы

1. 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.
2. Симоньянц Р. П., Аверьянов П. В. Синтез релейного управления ориентацией и стабилизацией космического аппарата, обеспечивающий высокое качество без применения датчиков скорости // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. Приборостроение. - 2018. - № 3. С. 104-119.
3. Симоньянц Р. П., Будыка С. М. Компьютерная модель нелинейной динамики угловой стабилизации космического аппарата // Аэрокосмические технологии: Труды Всеросс. науч.-техн. конф. (22 мая 2002, Реутов, НПО Машиностроения). М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. С. 197-203.

УДК 629.78

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ ТОЧЕЧНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ РЕЛЕЙНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С УЧЁТОМ ЗАПАЗДЫВАНИЙ

В.Н. Булавкин, студент

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

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

Движение задается уравнениями движения:

$$dx/dt = y, \quad dy/dt = g - a \cdot F(\sigma, \alpha, h), \quad \sigma = x + k \cdot y, \quad (1)$$

где x, y – координаты положения и скорости; σ – управляющий сигнал; k – коэффициент усиления; $F(\sigma, \alpha, h)$ – релейная функция $F = \{+1, -1, 0\}$ с порогом чувствительности α и гистерезисом h ; a, g – эффективности управления и возмущения.

Функция $F(\sigma, \alpha, h)$ (без учёта запаздывания ИО) разбивает фазовую поверхность $\{x, y\}$ на три листа F^+, F^-, F^0 , границы которых – статические линии переключений: $L_i: x + k \cdot y = c_{i\tau}$, $i = \overline{1, 4}$. Листы заполнены семействами траекторий $\Gamma^+, \Gamma^-, \Gamma^0$.

Динамические линии переключений $L_{i\tau}$, в которых происходит переключение с учётом запаздывания τ , получаются применением к статическим линиям L_i операции отображения сдвига вдоль соответствующих фазовых траекторий на время запаздывания:

$$T_\tau: L_{1,3} \xrightarrow{\Gamma^0(\tau)} L_{1,3\tau}; \quad L_2 \xrightarrow{\Gamma^+(\tau)} L_{2\tau}; \quad L_4 \xrightarrow{\Gamma^-(\tau)} L_{4\tau}.$$

Общее уравнение динамических линий переключения имеет вид:

$$L_{i\tau}: x + (k - \tau)y = c'_{i\tau} \quad i = \overline{1, 4}, \quad (2)$$

$$c'_{i\tau} = c_{i\tau} - \frac{1}{2}(g - aF)\tau^2 + k\tau(g - aF), \quad \tau = \tau(F) = \tau_1 + (\tau_2 - \tau_1) \cdot |F[\sigma(t)]|,$$

где τ_1 – запаздывание включения, τ_2 – запаздывание выключения.

В качестве линии без контакта принято $L_{1\tau}$ (2). Строятся отображения T_1, T_2 линии $L_{1\tau}$ в себя фазовыми траекториями 1-импульсного $\Gamma_1 = \Gamma_{12} \cup \Gamma_{21}$ и 2-импульсного $\Gamma_2 = \Gamma_{12} \cup \Gamma_{23} \cup \Gamma_{34} \cup L_{12}$ циклов. (Здесь и везде далее $\Gamma_{12}, \Gamma_{23}, \Gamma_{34}, \dots$ – отрезки траекторий, концы которых лежат на линиях $L_{1\tau}, L_{2\tau}; L_{2\tau}, L_{3\tau}; L_{3\tau}, L_{4\tau} \dots$).

В системе могут существовать простые предельные циклы Γ_1^* и Γ_2^* , и множество сложных аттракторов Γ_n^* , $n = 3, 5, 7, 9, \dots, \infty$: $\Gamma_n^* = \bigcup_m (\Gamma_2) \bigcup \Gamma_1, m = \frac{n-1}{2} \quad \forall n \geq 3$.

Простым аттракторам соответствуют простые неподвижные точки отображений:

$T_1 : L_{1\tau} \xrightarrow{\Gamma_1} L_{1\tau}; T_2 : L_{1\tau} \xrightarrow{\Gamma_2} L_{1\tau}$. Для построения отображений T_1 и T_2 используем промежуточные отображения: $T_{i,i+1} : L_{i\tau} \xrightarrow{\Gamma_{i,i+1}} L_{i\tau+1}$, где $i = \overline{1, 4}$.

Аналитические функции соответствия $y_{i+1} = f_{i,i+1}(y_i)$ отображений $T_{i,i+1}$ находятся из совместного решения уравнений $L_{i\tau}(x, y)$, $L_{i\tau+1}(x, y)$ и $\Gamma_{i,i+1}(x, y)$ [1].

Функции последования отображений $T_1 = T_{12} \cdot T_{21}$, $T_2 = T_{12} \cdot T_{23} \cdot T_{34} \cdot T_{41}$ как суперпозиции функций соответствия записываются в виде:

$$T_1 : \bar{y}_1 = f_1(y_1) = f_{21}(f_{12}(y_1)); T_2 : \bar{y}_1 = f_2(y_1) = f_{41}(f_{34}(f_{23}(f_{12}(y_1)))) \quad (3)$$

Условия замыкания траектории дают уравнения: $y_1^* = f_1(y^*)$ и $y_1^* = f_2(y_1^*)$. На диаграмме Ламерея их решениям соответствуют простые и кратные неподвижные точки. Уравнения содержат лишние корни, которые выявляются геометрическим анализом. Границы области существования функций последования находятся из условий отсутствия контакта фазовой траектории с линией переключения в критической точке K_i (касание). Значение координаты граничной точки прообраза на линии $L_{1\tau}(x, y)$ найдены путём применения к точке K_3 операции обратного отображения T_{31}^{-1} .

Таким образом, получены аналитические выражения функций соответствия и границ области существования функции последования точечного отображения линии $L_{1\tau}$ в себя фазовыми траекториями динамической системы (1) с запаздыванием.

В соответствии с разработанным алгоритмом построения отображений Пуанкаре была составлена компьютерная программа расчетов в Wolfram Mathematica.

Список и литературы

1. Булавкин В.Н. Исследование особенностей применения метода точечных отображений для отыскания аттракторов в релейной динамической системе // Всероссийская студенческая конференция «Студенческая научная весна», посвященная 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова»: сб. тезисов докладов. М.: ООО «Издательский дом «Научная библиотека», 2018. С. 395-396

УДК 629.78

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ РЕЛЕЙНОЙ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ С НЕЛИНЕЙНЫМИ ДАТЧИКАМИ

Б.Р. Худайбергенов, студент

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

borislav.98@mail.ru

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

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

Рассматривается редуцированная модель второго порядка динамики стабилизации космического аппарата:

$$\begin{cases} dx/dt = y, & dy/dt = -a \cdot F(\sigma) \\ \sigma = u(x, \xi_i) + k \cdot v(y_j), & i = \overline{1,3}; \quad j = \overline{1,2} \end{cases} \quad (1)$$

где $F(\sigma)$ – релейный закон управления с линейным формированием управляющего сигнала $\sigma(u, v)$ при измерении угла X и угловой скорости Y нелинейными датчиками. Статические характеристики датчиков $u(x), v(y)$ имеют типичные нелинейности: ζ_1, β_1 – порог чувствительности; ζ_2, β_2 – предел линейности по углу и по скорости. Датчик угла имеет ещё одну нелинейность: ζ_3 – ограничение поля зрения.

Релейная функция управления также типична: принимает значения $F(\sigma) = +1, 0, -1$ при достижении сигналом $\sigma(u, v)$ пороговых значений $\pm\alpha$ на включение и $\pm(\alpha - h)$ на выключение, а неоднозначность петли гистерезиса шириной h доопределяется предысторией – состоянием в предыдущий момент времени.

Исследование проводится на развёртке фазового цилиндра методом качественной теории динамических систем второго порядка. Алгоритм управления отображается на фазовой поверхности (ФП) $\forall x \in (-\pi, +\pi)$ в виде трёх листов F^+, F^0, F^- , заполненных фазовыми траекториями $\Gamma^+, \Gamma^0, \Gamma^-$. Границы листов – линии переключения $F(\sigma)$: $L_1: \forall \sigma(x, y) = +\alpha$; $L_2: \forall \sigma(x, y) = +\alpha - h$; $L_3: \forall \sigma(x, y) = -\alpha$; $L_4: \forall \sigma(x, y) = -\alpha + h$.

В пространстве параметров регулятора и датчиков существует ряд областей, каждой из которых соответствует определённая конфигурация линий переключения. Ими определяется структура разбиения фазовой поверхности на области с траекториями одного из трёх видов: или Γ^+ , или Γ^0 , или Γ^- .

Из множества возможных структур выделим такую структуру, в которой переходные процессы стягиваются к устойчивому аттрактору не из всех точек начального состояния. Её особенности: 1) ни одна из линий переключения не пересекает ось Oy ; 2) за пределами поля зрения датчика угла ($\forall |x| > \zeta_3$), линий переключения нет. Условие существования этой структуры (и соответствующей конфигурации линий переключения) запишем в виде:

$$k \cdot (\beta_2 - \beta_1) < \alpha < (\zeta_2 - \zeta_1) - k \cdot (\beta_2 - \beta_1) \quad (2)$$

При такой структуре ФП всегда могут быть выбраны такие параметры объекта и регулятора, при которых в системе существует устойчивый периодический режим с требуемыми характеристиками, которому соответствует траектория Γ^* аттрактора.

В системе существует область $\Omega_0 = \{x_0, y_0\}$ начальных состояний, из любой точки которой все траектории стягиваются к аттрактору Γ^* – множеству конечных состояний. Границы области Ω_0 определяют устойчивость системы «в большом». Если $(x_0, y_0) \notin \Omega_0$, то при движении по листу F^+ максимальное отклонение угловой координаты превышает по модулю величину ζ_3 – объект управления переходит в ротационный режим (режим «кувыркания»), фазовая траектория охватывает всю поверхность фазового цилиндра, система теряет устойчивость.

Задача определения устойчивости «в большом» сводится к определению границ области Ω_0 , как сепаратрис S_+ и S_- , разделяющих области притяжения и отталкивания. Найдем их из условий: $S_+ \in K^+$, $S_- \in K^-$, $K^+(x = +\zeta_3, y = 0)$, $K^-(x = -\zeta_3, y = 0)$.

Поскольку $S_+ \subset F^+$, на листе F^+ часть траектории $\Gamma^+(x, y) \in K^+$ принадлежит S_+ . Следовательно, S_+ на листе F^+ представляет собой дугу траектории Γ^+ , её начальная точка 1_+ лежит на линии L_1 , конечная точка – вершина Γ^+ , совпадает с точкой K^+ : $1_+ \in \Gamma_{1_+K^+}^+ \in K^+ \in S_+$. Аналогично определяется $S_- \subset F^-$ как часть траектории $\Gamma^-(x, y) \in K^-$. Уравнения траекторий и линий переключения определяются из (1) и характеристик датчиков. Точки $1_+ \in \Gamma_{1_+K^+}^+ \in K^+ \in S_+$ и $3_- \in \Gamma_{3_-K^-}^- \in K^- \in S_-$ при этом легко находятся аналитически.

Точку 1_+ можно рассматривать как результат пересечения L_1 с полу-траекторией «попятного» движения ($t < 0$) из критической точки K^+ . Таким же способом может быть получена и точка 3_- . Тогда, продолжая «попятное» движение, можно неограниченно достраивать как сепаратрису S_+ , так и S_- .

Таким образом, исследование рассматриваемой релейной системы стабилизации с нелинейными датчиками показало: в пространстве её параметров существует область, в которой устойчивость движений ограничена. Определена логика и технология построения границы области устойчивости по начальным условиям. Результаты аналитических решений подтверждены компьютерным моделированием с помощью программы «Model» [1].

Список литературы

1. Симоньянц Р. П., Будыка С. М. Компьютерная модель нелинейной динамики угловой стабилизации космического аппарата // Аэрокосмические технологии: Труды Всеросс. науч.-техн. конф. (22 мая 2002, Реутов, НПО Машиностроения). М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. С. 197-203.

УДК 629.786

**ВАРИАНТ КОМПОНОВКИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ
КРУПНОГАБАРИТНОГО КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА**

М.В. Стогний, специалист

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

mihael199617@yandex.ru

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

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

Крупногабаритный космический мусор (КГКМ) – проблема нерационального проектирования космических систем прошлого. В настоящее время космические системы проектируются с учётом утилизации после прекращения активного срока существования. Однако околоземное космическое пространство (КП) уже заполнено объектами КГКМ в таком количестве, что дальнейшее освоение КП может быть под угрозой. Предлагается утилизация именно КГКМ, включающего в себя вторые ступени ракет-носителей, разгонные блоки, крупногабаритные космические аппараты (ККА), так как именно при их столкновении весьма вероятно возникновение эффекта Кesslera [1] и, как следствие, невозможность дальнейшего использования околоземного космического пространства.

В качестве решения данной проблемы разработан космический аппарат сборщик (КАС), имеющий на своём борту несколько «малых» космических аппаратов (МКА). Схема очистки низких околоземных орбит следующая. КАС осуществляет перелёт между группой объектов КГКМ (все данные по затратам характеристической скорости, необходимой на такие перелёты, представлены в работе [2]), стыковку с КГКМ и размещение МКА в сопле маршевого ракетного двигателя. Далее КАС ориентирует связку КАС-МКА-КГКМ в нужном направлении и расстыковывается, осуществляя перелёт к следующему объекту КГКМ. МКА, в свою очередь, будучи размещённым на КГКМ и составляющий с ним жёсткую связку, выдаёт тормозной импульс в перигентре орбиты КГКМ для увода последнего в плотные слои атмосферы Земли.

Особенности компоновки КАС. Для захвата КГКМ за критическую часть сопла маршевого ракетного двигателя используется многозвенный телескопический манипулятор, расположенный на продольной оси симметрии КАС. Такое расположение манипулятора обусловлено снижением динамических нагрузок, действующих на КАС в момент захвата КГКМ. Манипулятор имеет поступательную степень свободы для уменьшения габаритов и для возможности размещения МКА после захвата КГКМ. Также данный вид манипулятора позволяет упростить систему стыковки: перед захватом КГКМ КАС нацеливается на центр масс КГКМ и стабилизируется, в то время как манипулятор сам осуществляет стыковку с соплом КГКМ, т.е. у КАС нет необходимости всё время нацеливаться на сопло, вращающееся относительно центра масс КГКМ. МКА жёстко скреплены друг с другом и расположены вдоль продольной оси симметрии КАС. Перемещение МКА внутри корпуса позволяет поддерживать центровку КАС.

Список литературы

1. Kessler D.J., Cour-Palais B.G. Collision frequency of artificial satellites: The creation of a debris belt // *Journal of Geophysical Research*. 1978. Vol. 83, iss. A6. P. 2637-2646.
2. Baranov A.A., Grishko D.A. Ballistic aspects of large-size space debris flyby at low earth nearcircular orbits // *Journal of Computer and Systems Sciences International*. 2015. no. 4. С. 639-650.

УДК 303.732.4

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ В ЗАДАЧЕ ОЦЕНКИ ПРОЕКТНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСОВ С ЛА (ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ)

П.И. Шабунин, специалист

МГТУ им. Баумана «Аэрокосмический факультет»

Pasha.shabunin@mail.ru

Начный руководитель: С.М. Асатуров, к.т.н., заместитель начальника отдела
АО ВПК «НПО машиностроения»

Samsat76@mail.ru

При исследовании операций часто возникает необходимость в оптимизации распределения имеющихся ресурсов, например количества ЛА, задействованных в поисковых, спасательных и различных других операциях.

При этом различают задачи распределения однотипных и разнотипных ресурсов (комплексов с ЛА).

В задаче рассматривается оптимальное распределение однотипных ЛА по различным объектам поиска в различных условиях.

Для решения поставленной задачи сформирована целевая функция эффективности применения ЛА. Определен критерий эффективности – минимальное количество ЛА, необходимое для решения поставленной задачи с заданной вероятностью.

При решении поставленной задачи разработан алгоритм расчета оптимального (минимального) состава из N однотипных ЛА для их последующего распределения по неоднотипным объектам поиска[2]. В качестве основного математического метода решения в задаче используют метод последовательного назначения средств (ЛА) для достижения требуемой вероятности выполнения поставленной задачи[1]. Одновременно в задаче оценивается возможность исключения одного или более объектов поиска как несущественных при выполнении всей операции в целом.

При решении задачи формируется вектор оптимального распределения состава средств из N ЛА по выбранным n объектам поиска и значение вероятности успешного выполнения операции.

Список литературы:

1. Абчук В.А., Суздаль В.Г. Поиск объектов. М.: Советское радио, 1977. 336 с.
2. Вентцель Е.С. Элементы теории игр. М.: Физматгиз, 1959. 72 с.
3. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем - искусство и наука. М.: Мир 1978, 420 с.

УДК 533.6.011.5

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБТЕКАНИЯ В УДАРНОМ СЛОЕ ОКОЛО ПАРАБОЛОИДА СРЕДСТВАМИ АНАЛИЗА ДАННЫХ

Н.М. Козырев, бакалавр

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

kozyrevnm@gmail.com

Научный руководитель: В.П. Котенев, д.т.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Вычислительной математики и математической физики»

В работе рассматривается задача определения параметров обтекания в возмущенной области около параболоида в сверхзвуковом потоке. Убедительно показано,

что давление в области не зависит от фокального параметра параболоида, значимым параметром в рассматриваемом случае является угол наклона касательной к поверхности параболоида. Получена зависимость для определения давления в ударном слое. Верификация соотношений показывает, что рассогласование с известными данными не превышает 5%.

Целью работы является восстановление распределения параметров обтекания в возмущенной области около параболоида на примере давления. Для определения коэффициентов зависимости использовалась информация о распределении давления на поверхности тела, за ударной волной и мгновенные тенденции к их изменению. Верификация проводилась по табличным данным, предварительно изъятых из обучающей выборки. Рассматривается сверхзвуковое невязкое обтекание параболоида в диапазоне чисел Маха от 2 до 20. В качестве исходных данных используются начально-аналитические приближения для определения давления на теле [1] и соотношения Ренкина-Гюгонио на скачке уплотнения [2].

Следует обратить внимание на тот факт, что давление на поверхности тела не зависит от фокального параметра параболоида, что позволяет рассматривать задачу в общем случае, выделяя в качестве главных параметров нормальную координату, угол наклона касательной и число Маха. Рассмотрены два подхода к получению искомой зависимости. Первый из них – многопараметрической нелинейной регрессии с предположением о некоррелированности объясняющих переменных. На каждом шаге определялись зависимости целевых переменных от выделенного признака, чье поведение описывалось меньшим набором табличных данных [3]. Полученная зависимость достаточно точно (с точки зрения коэффициента детерминации) описывает рассматриваемое физическое явление, негативной стороной данного подхода является излишняя громоздкость решающего соотношения. Другой предлагаемый подход – применение метода обратного средневзвешенного расстояния (метод Шепарда) [4] – позволяет получить более простую в записи зависимость с несущественными потерями точности.

Полученные результаты имеют практическую ценность и могут быть использованы как самостоятельно при определении аэродинамических нагрузок на головные и оживальные части летательных аппаратов, так и в составе комплексов программ для численного решения системы уравнений газовой динамики.

Список литературы

1. Котенев В.П. Точная зависимость для определения давления на сфере при произвольном числе Маха сверхзвукового набегающего потока // Математическое моделирование. 2014. Т. 26. №9. С. 141-148.
2. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика 5-е издание, перераб. и доп. М.: Наука, Гл. ред. физ-мат. лит, 1991. 600 с.
3. Любимов А. Н., Русанов В. В. Течения газа около тупых тел. М.: Наука, 1970. 349с.
4. Shepard D. A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data // Proceedings of the 1968 ACM National Conference.

СЕКЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И РАКЕТЫ-НОСИТЕЛИ»

УДК 629.78

МАКЕТИРОВАНИЕ МАСШТАБНОЙ МОДЕЛИ РАЗВЕРТЫВАЕМОГО КОСМИЧЕСКОГО РЕФЛЕКТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ

А.М. Кривошей, студент

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

a12223a@yandex.ru

Научный руководитель: А.Н. Сдобников, к.т.н., доцент

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

Возрастающие потребности в трансформируемых рефлекторах с апертурой более 12 метров для телекоммуникационных приложений ставят перед разработчиками таких систем задачи поиска наилучших концептуальных решений, отвечающих требованиям минимальной массы, высокой точности отражающей поверхности и необходимой динамической жесткости [1].

На этапе эскизного проектирования и отработки концепции подобных конструкции весьма важен этап макетирования и создания действующей масштабной модели создаваемой конструкции, с помощью которой появляется возможность визуализировать процесс механического поведения при разворачивании конструкции, удостовериться в работоспособности механического привода, оценить эффективность предлагаемой схемы. При этом малозатратным подходом при создании действующего макета разрабатываемой конструкции могут стать современные перспективные технологии, так называемой, 3D-печати.

В работе рассмотрен вариант топологической схемы конструкции диаметром апертуры 12 метров с выбором наиболее рационального конструктивного решения, отвечающего требованиям экспериментальной отработки конструкции и ее функционирования в эксплуатационном режиме. Созданный с использованием технологии 3D-печати действующий макет масштабной модели (М1:20) рефлектора включает формообразующую структуру (ФОС) отражателя (лицевая и тыльная сети, связанные в узлах растяжками (вантами), определяющими параболическую форму лицевой сети с закрепленным на ней сетеполотном), которая с помощью верхнего и нижнего тросовых шпангоутов закрепляется на 12-ти стержневых стойках. Образованная таким образом вантово-стержневая система «ФОС + стойки» связана с помощью нижних и верхних растяжек с несущим разворачиваемым кольцевым каркасом (силовым ободом). Силовой обод представляет собой замкнутый многоугольник, состоящий из двенадцати звеньев, шарнирно связанных между собой через двенадцать стоек обода.

Шарнирно закрепленные на стойках звенья приводятся в движение при разворачивании с помощью тросовой системы. Реализован способ проводки тросов через систему роликов и шкивов, расположенных на звеньях, который позволят создать пару сил с эквивалентным разворачиваемым моментом, приложенным к каждому звену, что позволяет реализовать управляемое раскрытие силового обода и связанную с ним с помощью растяжек ФОС из сложенного транспортного состояния в рабочую конфигурацию. Макет раскрывается за счет сокращения длины троса. Работа тросовой системы обеспечивается с помощью лебедки, приводимой в движение электромотором.

В развернутом состоянии силовой обод со стойками и системой ФОС представляет собой пространственный многогранник, вписанный в воображаемый цилиндр. При этом стойки обода сонаправлены с осью цилиндра, а звенья расположены в плоскости,

перпендикулярной оси. В транспортном состоянии сложенный обод вписан в цилиндр диаметром 100 мм, а в развернутом – 600 мм, что позволяет определить коэффициент упаковки K макета, равный отношению объема конструкции в транспортном состоянии к объему конструкции в развернутом состоянии

$$K = \frac{V_{\text{тр}}}{V_{\text{раз}}} = \frac{1}{6} = 0,16.$$

Обеспечение равномерности и плавности раскрытия реализуется специальными механизмами – синхронизаторами.

Проектирование элементов макета космического рефлектора проведено в пакете SolidWorks системы CAD. Созданные твердотельные модели имеют достаточно сложную форму, что вызвало необходимость для их изготовления использовать технологию 3D-печати, как обеспечивающую необходимую точность и чистоту сопрягаемых поверхностей при необходимой прочности.

3D-печать производилась PLA-пластиком – биоразлагаемым, биосовместимым термопластичным алифатическим полиэфиром, структурная единица которого – молочная кислота. Преимуществами такого пластика являются: размеростабильность получаемых изделий; отличное скольжение деталей (необходимо для некоторых подвижных элементов макета); гладкость поверхности напечатанного изделия [2].

По результатам данной работы был сделан доклад на Всероссийской студенческой конференции «Студенческая научная весна» с демонстрацией процесса развертывания макета.

Список литературы

1. Tibert G. Deployable tensegrity structures for space applications: Doctoral thesis – Royal Institute of Technology, Department of Mechanics, Stockholm, Sweden. 2002. 220 p.
2. PLA-пластик для 3D-печати. Режим доступа: https://3dtoday.ru/wiki/PLA_plastic/.

УДК 62-464

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РАСЧЕТА КОМПОЗИТНОГО БАЛЛОНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ, ИЗГОТОВЛЕННОГО МЕТОДОМ МНОГОЗОННОЙ НАМОТКИ

Д.Р. Рахимов, специалист

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
danrus1996@gmail.com

Научный руководитель: Б.С. Сарбаев, д.т.н., профессор

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

В настоящее время по всему миру наблюдается замена металлических баллонов давления современными композитными баллонами давления с металлическим и полимерным лейнером. Они обладают следующими преимуществами: высокая удельная прочность, превышающая удельную прочность стали и титановых сплавов, безосколочное разрушение и взрывобезопасность при воздействии пламени и прострела, стойкость к коррозии и весовое совершенство. В связи с этим создание таких баллонов давления гражданского назначения является актуальной прикладной задачей, для решения которой, а также для учебных целей, был разработан программный комплекс.

При проведении проектных расчетов были приняты следующие предпосылки:

1. При изготовлении композитного баллона давления реализуется непрерывная геодезическая намотка, при которой в результате спиральной намотки одновременно образуется цилиндрическая часть баллона и днища, а затем цилиндрическая часть усиливается кольцевой намоткой;

2. Методика проектирования и дальнейшего расчета деформируемости и прочности строится на теории тонкостенных безмоментных оболочек вращения;

3. На этом этапе проектирования используется моноотропная модель композита и условие равнопрочности конструкции

С учетом этих предпосылок была получена сводка дифференциальных уравнений, которая и легла в основу алгоритма программы [1,2].

Программный комплекс позволяет рассчитывать геометрические и массовые характеристики многозонного композитного баллона давления с металлическим и полимерным лейнером, толщины и углы армирования силовой оболочки для каждой k -ой зоны, а также проводить поверочный расчет, включающий в себя определение погонных мембранных усилий, деформаций в силовой оболочке и напряжений в каждой зоне.

Исходными данными, вводимыми в программу, являются:

- количество зон намотки k ;
- радиус цилиндрической части R и полюсных отверстий каждой зоны r_{oi} ;
- эксплуатационное давление p и коэффициент запаса n ;
- внутренний объем баллона V ;
- ширина наматываемой ленты t ;
- характеристики материал силовой оболочки;
- характеристики материала герметизирующего лейнера.

В программе дополнительно реализован выбор метода расчета дифференциальных уравнений, возможность варьирования толщин силовой оболочки на экваторе для каждой зоны, а также допустим уточненный расчет толщин силовой оболочки с учетом ширины наматываемой ленты[3].

Результаты расчета выводятся на диалоговое окно в текстовом, табличном и графическом виде, а при помощи изменения вида диалогового окна допустим наглядный просмотр данных в каждом сечении спроектированного баллона давления. Также дополнительно имеется возможность выводить проектные параметры проведенного расчета в ses-файл для выполнения поверочного расчета в Patran. Этот файл строит поверхность баллона давления, задает углы армирования и толщины i -ых слоев для каждого сегмента поверхности, создает конечно-элементную сетку, прикладывает граничные условия и нагрузку в каждом сечении.

Таким образом, разработанный программный комплекс позволяет проводить проектный и поверочный расчет многозонного композитного баллона давления, позволяя варьировать большим количеством вводимых данных.

Список литературы

1. Образцов И. Ф., Васильев В. В., Бунаков В. А. Оптимальное армирование оболочек вращения из композиционных материалов. М.: «Машиностроение», 1977. 144 с.
2. Сарбаев Б. С. Расчет силовой оболочки композитного баллона давления: Учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. 79 с.
3. Васильев В.В. и Мороз Н. Г. Композитные баллоны давления. Проектирование, расчет, изготовление и испытания: справочное пособие. М.: Машиностроение; Инновационное машиностроение, 2015. 373 с.

СЕКЦИЯ «ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ»

УДК 629.78

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАНЕВРОВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ПРИ ДВИЖЕНИИ В ОКРЕТНОСТИ КРУГОВОЙ ОРБИТЫ

Чжан Будан, магистрант

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

budang_zhang@163.com

Научный руководитель: В.В. Корянов, к.т.н., доцент

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

Орбитальные системы относятся к искусственным космическим системам, работающим на космических орбитах, включая орбитальные спутники, космические корабли, космические челноки, космические станции, космические зонды, космические телескопы и т. д. Из-за ограничений собственных условий системы и влияния космической среды при отсутствии и обслуживания система на орбите часто вынуждена прекращать свою работу из-за ограниченного количества топлива, устаревшего оборудования или отказа модуля. Поэтому была предложена концепция «орбитальной службы космической системы» [1]. Орбитальные службы призваны продлить срок службы орбитальной системы, расширить и улучшить работу системы, а также выполнить необходимые космические операции. Система орбитальных служб состоит из трех частей: «активный космический аппарат», «орбитальная платформа» и «целевой космический аппарат». В этой работе орбитальная служба берется за основу для изучения маневров активных КА и КА-цели на компланарных орбитах. Для известной начальной орбиты и конечной орбиты находится оптимальное решение орбитального маневра. Далее рассматривается наземная система орбитальной службы, в случае известной информации об орбите КА-цели. Наконец, вводятся несколько схем маневрирования для сведений о начальной орбите, и рассчитывается наилучшая схема маневрирования при рассмотрении времени встречи КА на орбите.

Для описания движения встречи вводится цилиндрическая система координат (ЦСК), центр ЦСК расположен в центре притяжения, описание которой приведено в [2]. В этой системе координат установлены кинематические уравнения трехмерного движения космического аппарата. Согласно информации о начальной орбите и конечной орбите, компланарные переходы делятся на: 1) компланарные переходы между касающимися орбитами; 2) компланарные переходы между непересекающимися орбитами (компланарные особые решения); 3) компланарные переходы между пересекающимися орбитами (апсидальные решения). На основе информации о каждой орбите в сочетании с уравнениями кинематики получены решения для наилучшего маневра. Найдется оптимальная высота начальной орбиты для разных конечных орбит. Для орбиты МКС чем выше начальная орбита, тем меньше маневрирование активного КА происходит при движении по орбите. Однако с увеличением начальной орбиты увеличивается время регулировки фазы, поэтому выбирается почти круговая орбита, которая на 50 ~ 100 км ниже орбиты КА-цели [3]. Для средней орбиты с высотой 20000 км начальная орбита ближе к конечной орбите, потребление энергии в процессе орбитального переноса меньше. Но высота орбиты зависит от несущей способности ракеты-носителя, поэтому выбор высоты начальной орбиты должен быть рассмотрен всесторонне. А для геосинхронной орбиты учитывая мощность ракеты-носителя, высота конечной орбиты может быть выбрана равной 15000 км. В случае определенной орбитальной информации была изучена разница между двумя оптимальными маневрами с использованием метода

перехода Гомана. Для обратно-соосных пересекающихся орбит оптимальный переход должен быть из апоцентра в апоцентр или переход из перицентра в перицентр, а для обратно-соосных непересекающихся орбит оптимальный переход из перицентра в перицентр.

Далее в работе изучается проблема встречи на орбите за фиксированное время в заданной точке конечной орбиты. Встреча на компланарных орбитах делится на: 1) особое решение: включаются двухимпульсные решения, трёхимпульсные решения и четырёхимпульсные решения; 2) апсидальное решение; 3) невырожденное решение. С использованием уравнения кинематики встречи космического аппарата находятся оптимальные маневрирования для различных относительных положений целевого космического аппарата и активного космического аппарата. Когда КА-цель «отстает» от активного КА перелет не оптимален, так как один из импульсов скорости тормозной, и энергетика перелета больше, чем в случае, когда все импульсы разгонные. А когда активный КА «отстает» от КА-цели разность фаз лежит в оптимальном диапазоне.

Список литературы

1. Корянов В.В., Сабреков Р.Н., Топорков А.Г. Оценка возможности и эффективности орбитального обслуживания космических аппаратов. XLII академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королева и других выдающихся отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства: сб. тезисов. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. С. 247-248.
2. Баранов А.А. Маневрирование космических аппаратов в окрестности круговой орбиты. М: Издательство «Спутник +», 2016. 512с.
3. LI Yan, CAI Yuanwen, CHENG Long Parking Orbit Analysis of On-Orbit Service Vehicle for Specified Servicing Target// Ordnance Industry Automation. 2014. Vol. 33. No. 2. pp. 60-63.

УДК 629.78

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ СПУСКАЕМОГО АППАРАТА В АТМОСФЕРЕ ПЛАНЕТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТОРМОЗНЫХ УСТРОЙСТВ

Сунь Хуаньюй, магистрант

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

sunkh1@student.bmstu.ru

Научный руководитель: В.В. Корянов, к.т.н., доцент

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

В настоящее время разрабатывается большое количество космических миссий. Заключительный этап движения – посадка космического аппарата является важным этапом выполнения миссии доставки полезного груза с орбиты или другой планеты. Для выполнения посадки необходимо уменьшать значение скорости и основных параметров движения до приемлемых величин. Для этого необходимо применять специальные тормозные устройства. В работе предлагается использовать для торможения космического аппарата надувные тормозные устройства [1,2]. Во время спуска надувное тормозное устройство находится в сложенном состоянии и раскрывается в полностью развернутое состояние во время полета. Соответственно, скорость спускаемого аппарата постепенно снижается до тех пор, пока не будут выполнены требования, предъявляемые к посадке. По сравнению с жестким тормозным устройством того же размера, надувное тормозное устройство может увеличить площадь сопротивления с минимальной массой [3].

В работе рассматривается влияние малых асимметрий на изменения давления и нагрузки в контрольных точках спускаемого аппарата и надувного устройства при спуске

в атмосфере планеты. Анализируется четыре этапа процесса посадки. При смещении центра масс надувного тормозного устройства, изменяется нагрузка, действующая на это устройство. Необходимо проанализировать влияние этого изменения и возникающие в результате этого дисбаланса силы на надувное устройство. Исходя из расчётов, становится ясно, что асимметрия значительно увеличивает нагрузки, действующие на спускаемый аппарат, и нарушает баланс напряжений. Это приводит к снижению эффективности и ресурса надувной тормозной конструкции. В результате проведенных исследований, было выполнено моделирование движения спускаемого аппарата с помощью надувного устройства. Асимметрия формы моделировалась через сдвиг центра масс. Такой подход позволил выполнить моделирование возникающей асимметрии в тормозном устройстве спускаемого аппарата. Были рассмотрены различные значения отклонения центра масс. Получены самые опасные варианты отклонения. Наиболее опасные варианты необходимо учитывать при проектировании таких космических аппаратов в будущем.

Список литературы

1. Казаковцев В. П., Корянов В. В. Метод исследования динамики углового движения космического спускаемого аппарата с надувным тормозным устройством // Вестник Московского государственного технического университета им. НЭ Баумана. Серия «Машиностроение», 2012.
2. Xia Gang, Qin Zizeng, Zhang Xiajin. Development status of inflatable thermal shield technology. Missiles and Space Vehicles, 2002. P.19-24
3. Koryanov V.V. Method of calculating the descent of the spacecraft in the atmosphere using technology adaptation landing in different environmental conditions // 65th Astronautical Congress IAC-C2.3.4 (Toronto, Canada,, 29 September – 03 October 2014).

УДК 523.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕЛЁТОВ МЕЖДУ ЗЕМЛЁЙ И ЛУНОЙ

Г.А. Никитин, специалист

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

grigornikitin@mail.ru

Б.О. Васильков, специалист

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

Научные руководители: В.В. Ивашкин, д.ф.-м.н., профессор

г.н.с. ИПМ им. М.В. Келдыша РАН;

Д.А. Гришко, к.ф.-м.н., ассистент кафедры ФНЗ.

Для того чтобы космический аппарат (КА) вышел на заданную орбиту вокруг Луны необходимо сначала рассчитать такие параметры опорной и перелетной орбит, при которых КА попадает в центр масс Луны как материальную точку, без учета возмущающих ускорений. Эти параметры будут являться первыми приближениями для дальнейшего их уточнения в более сложной математической модели, учитывающей возмущающие ускорения.

В данной работе были построены и проанализированы зависимости некоторых Кеплеровых элементов орбиты Луны от времени, указаны их периоды и амплитуды колебаний. Представлен алгоритм расчета Кеплеровых элементов опорной и перелетной орбит для попадания в Луну в заданные сутки. Показаны две математические модели (ММ) — для движения КА в центральном гравитационном поле Земли и в центральном гравитационном поле Луны, по которым ведется численное интегрирование движения КА, и переход от одной ММ к другой. При расчете движения КА в центральном гравитационном поле Земли в ММ присутствуют возмущающие ускорения от:

притяжения КА Луной, притяжения КА Солнцем, полярного сжатия Земли и статической атмосферы Земли. При расчете движения КА в центральном гравитационном поле Луны в ММ присутствуют возмущающие ускорения от: притяжения КА Землей, притяжения КА Солнцем и полярного сжатия Луны.

В разработанной мной программе для расчета движения КА в системе Земля-Луна был реализован алгоритм подбора начальных данных и рассчитана траектория облёта Луны. Получившаяся траектория соответствует результатам Егорова [1].

Список литературы

1. Егоров В.А. Пространственная задача достижения Луны. М.: Наука. гл. ред. физ.-мат. лит., 1965.
2. Левантовский В.И. Механика космического полета в элементарном изложении. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1980.

УДК 523.3

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО МАНЁВРА ПРИ ВОЗВРАЩЕНИИ КА ОТ ЛУНЫ

М.А. Айрапетян, студент

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

Marat.ayr@gmail.com

Научные руководители: Гришко Д.А., к.ф.-м.н., ассистент кафедры

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

dim.gr@mail.ru

Ивашкин В.В., д.ф.-м.н., профессор кафедры СМЗ,

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

г.н.с. ИПМ им. М.В. Келдыша РАН

ivashkin@keldysh.ru

В настоящее время интерес мирового космического сообщества к пилотируемым полетам на другие планеты возрастает. Проекты лунных и марсианских миссий представляли еще пионеры отечественной космонавтики. Однако прежде чем исследовать другие планеты, необходимо отработать технологии полётов к дальним планетам на ближайшем к Земле небесном теле – Луне. На данном этапе развития пилотируемой космонавтики миссии к Луне необходимы для дальнейшего прогресса космонавтики в целом. В работе рассмотрена траектория космического аппарата на заключительном этапе миссии к Луне – при возвращении на Землю.

При возвращении от Луны на Землю космический аппарат (КА) входит в плотные слои атмосферы с околопараболической скоростью относительно Земли. В результате малейшие отклонения параметров входа в плотные слои атмосферы от номинальных могут вызвать значительные ошибки в фактических точках посадки, а в некоторых случаях привести к провалу всей миссии [1]. При возвращении аппарата с малым аэродинамическим качеством при определённых значениях угла атаки и параметрах входа возникает эффект рикошетирования от атмосферы, который в отечественной литературе назван «аэродинамическим маневром» [2]. Такой маневр был использован спускаемыми аппаратами «Зонд-6,7» советской лунной программы. В данной работе приведена оценка параметров аэродинамического маневра возвращаемого от Луны на Землю космического аппарата с малым аэродинамическим качеством. В качестве спускаемого аппарата рассматривались аппараты типа «Союз» и «Аполлон», аэродинамические характеристики

которых были получены с помощью численного моделирования обтекания сверхзвуковым потоком.

В результате численного моделирования траектории возвращения рассматриваемых аппаратов получены зависимости высоты и дальности полёта от времени, перегрузки от времени полёта, высоты полёта от дальности, а также зависимость максимальной высоты полёта после первого погружения при различных параметрах входа. Согласно расчетам, траектория спуска при входе с околопараболической скоростью оказалась чрезвычайно чувствительна к условиям первого входа в атмосферу. Для обеспечения требуемой дальности 4 – 15 тыс. км ширина коридора входа составляет 0,7°. Выявлено, что аэродинамический манёвр позволяет снизить перегрузки на первом и последующих погружениях до 5 единиц, что позволяет обеспечить благоприятные условия спуска при пилотируемом полёте в отличие от прямых спусков аппаратов без использования аэродинамического манёвра [3], когда перегрузки достигают критических для жизни человека значений.

Таким образом, в схеме спуска при возвращении от Луны КА целесообразно использовать аэродинамический манёвр, который позволяет уменьшить перегрузки и увеличить дальности полёта при незначительном увеличении времени полёта.

Список литературы

1. Охоцимский Д.Е., Голубев Ю.Ф., Сихарулидзе Ю.Г. Алгоритмы управления космическим аппаратом при входе в атмосферу. Москва, Наука, 1975.
2. Левантовский В. И. Механика космического полёта в элементарном изложении. М.: Наука, 1980.
3. D.A. Grishko, V.V. Leonov, M.A. Ayrapetyan, O.S. Shvirkina Preliminary evaluation of multiple atmospheric re-entries in Lunar return missions. IOP Conference Series: Material Science Engineering, Vol. 468, No.1. 2018

УДК 533.6.011

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕЛ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА НЬЮТОНА

Н.А. Скворцова, студент

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

scvortsovan@yandex.ru

Научный руководитель: А.Ю. Луценко, к.т.н., доцент

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

В настоящее время большой практический интерес представляют работы по модификации форм частей летательных аппаратов (ЛА), направленные на улучшение их аэродинамических характеристик (АДХ) [1]. Это приводит к изменению традиционных круговых конических или цилиндрических форм и требует разработки специального программного обеспечения, позволяющего с допустимой точностью оперативно оценить влияние изменяемой формы исследуемой поверхности на её АДХ и подобрать оптимальные конструктивные параметры для достижения наилучших аэродинамических показателей.

Пуски всех современных ракет-носителей (РН) сопровождаются сбросом отработавших элементов конструкции. К ним относятся блоки ступеней, разгонные блоки, створки головных обтекателей. Конструктивно эти части представляют собой тонкостенные оболочки, выполненные из нескольких одинаковых створок, соединённых между собой по продольному стыку болтами или в виде единой сварной конструкции. При отделении в процессе полёта, отработавшие элементы конструкции движутся в

широком диапазоне скоростей и углов атаки. Поэтому исследование АДХ тонких оболочек представляет практический интерес, так как оно является отправной точкой для решения задач статической и динамической устойчивости РН, моделирования процессов разделения отделяемых элементов конструкции, определения и сокращения районов их падения.

В данной работе было рассмотрено применение приближённого метода, основанного на теории Ньютонова торможения для подобных расчётов. Этот метод известен давно и позволяет оперативно находить значения АДХ тела, минуя предварительный расчёт полей газодинамических параметров в потоке [2]. Особый подход, используемый в разработанной программе, написанной на языке программирования Delphi, заключается в применении файлов STL-геометрии тел для нахождения области аэродинамической тени и местных углов между внутренней нормалью к поверхности тела и вектором скорости набегающего потока.

С помощью разработанной программы были проведены тестовые расчёты АДХ простых тел вращения (цилиндра и затупленного конуса). Данные характеристики сравнивались с экспериментальными данными, результатами других расчётов, основанных на методе Ньютона [3], а также с расчётами в программных пакетах SolidWorks. Расхождение с экспериментом в среднем составляет 5%, расхождение с расчётами в программных пакетах - 7%. Данные отклонения объясняются неучётом влияния трения и донного сопротивления на АДХ тел в методе Ньютона.

Для рассмотренных тел была реализована визуализация распределения коэффициента давления по поверхности тела, полученная при помощи разработанной программы в программном пакете ParaView.

После верификации разработанного алгоритма был произведён расчёт круговой конической оболочки с углом полураствора $\beta_k = 20^\circ$. При углах атаки в диапазоне $\alpha \in [90^\circ; 180 - \beta_k^\circ] \cup [180 + \beta_k^\circ; 270^\circ]$ для тонкостенных тел в области действия набегающего потока находятся часть внутренней и часть внешней поверхности оболочки; для углов атаки в диапазоне $\alpha \in (180 - \beta_k^\circ; 180 + \beta_k^\circ)$ вся внешняя часть находится в области аэродинамической тени.

Исходя из полученного положения области аэродинамической тени на поверхности модели, при расчёте были получены величины АДХ. Полученные результаты сравнивались с расчётом аналогичной задачи в открытом программном пакете OpenFOAM. Расхождение полученных величин нормальной силы и момента тангажа составляют около 5%; для продольной силы при углах атаки в диапазоне $\alpha \in [160^\circ; 200^\circ]$ метод Ньютона не учитывает влияние отошедшего скачка уплотнения во внутренней области, поэтому была введена эмпирическая поправка.

По результатам расчётов можно сделать вывод о работоспособности представленного алгоритма и возможности применения его в широком спектре параметрических исследований.

Список литературы

1. Калугин В.Т., Соболев В.Ю. Влияние формы головной части на аэродинамические характеристики стабилизирующих устройств при отрывном обтекании летательных аппаратов//Научный Вестник МГТУ ГА. Серия Аэромеханика и прочность. 2006. №97. С. 54-57.
2. Калугин В.Т., Голубев А.Г., Луценко А.Ю., Столярова Е.Г. Расчёт аэродинамических характеристик тел сложной формы при сверхзвуковых скоростях обтекания. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 40 с.

3. Артонкин В.Г., Леутин П.Г., Петров К.П., Столяров Е.П. Аэродинамические характеристики острых и притупленных конусов при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях // Труды ЦАГИ. Вып. 1413. 1972. С. 25-30.

СЕКЦИЯ «ВЫСОКОТОЧНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ»

УДК 623.438.3

ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРЕБРЕННЫХ ОБЛИЦОВОК ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ ВРАЩЕНИЯ КУМУЛЯТИВНОГО ЗАРЯДА

Г.С. Бабаева, студент

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

galina-babaevagb@yandex.ru

С.С. Рассоха, доцент

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

rassokha@list.ru

При функционировании вращающегося КЗ образуется КС, которая обладает меньшим пробивным действием из-за собственного вращения. При обжати КО продуктами детонации происходит уменьшение ее радиального размера и, как следствие, увеличение угловой скорости вращения. Это приводит к тому, что возрастающие центробежные силы разрушают КС и уменьшают ее среднюю плотность. Все это отрицательно сказывается на кумулятивном эффекте [1].

Снизить отрицательное влияние начального вращения КЗ можно несколькими методами:

- уменьшить диаметр КЗ;
- увеличить угол раствора КО;
- изменить форму боковой поверхности облицовки.

Эффект от применения первых двух способов влияния на вращение оценивался по методике Биркоффа и Шофилда [2]. Определялась относительная глубина пробития по зависимости:

$$\frac{P_{\omega}}{P_0} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}},$$

где P_{ω} – глубина проникания с учетом вращения, P_0 – глубина проникания без учета вращения, ω – угловая скорость вращения КС. Угловая скорость вращения КС вычислялась по зависимости

$$\omega = \omega_{\text{кз}} \left(\frac{R}{r_c} \right)^2,$$

где $\omega_{\text{кз}}$ – начальная угловая скорость кумулятивного заряда, r_c – средний радиус струи, R – средний радиус облицовки. Параметр ω_0 вычислялся как:

$$\omega_0 = \frac{tV_c}{RS} \left(\sin \frac{\beta}{2} \right)^2,$$

где t – толщина КО, V_c – скорость КС, S – расстояние от КО до преграды. В расчетах по методике [2] использовались следующие значения параметров: $R = 12$ мм; $r_c = 2$ мм; $t = 2$ мм; $V_c = 6$ км/с; $\beta = 30^\circ$, $S = 8R$.

С использованием методики Биркоффа показано, что начальная угловая скорость КЗ $\omega_{\text{кз}}$ значительно влияет на глубину проникания КС. Для $\omega_{\text{кз}} = 30$ об/с снижение глубины пробития составляет в 5 раз меньше по сравнению с не вращающимся КЗ. Также исследовано влияние толщины облицовки и угла схлопывания на относительную глубину пробития КС. При увеличении толщины стенки КО с 2 мм до 4 мм относительная глубина пробития возрастает в 1,5 раза, а при увеличении угла схлопывания с 60° до 90° – в 2 раза.

Оценить эффект изменения формы КО на основе методики [2] невозможно, поэтому вместо нее использовалось трехмерное численное моделирование методом SPH

[3]. В качестве верификации выбранного численного метода рассчитывались кинематические характеристики КС из облицовки с гладкой боковой поверхностью при условии начального вращения КЗ и без такового. Сравнение результатов расчетов с известными теоретическими зависимостями показало удовлетворительное согласие и позволило оценить погрешность вычисления угловой скорости КС в произвольном сечении в 50 об/с.

В качестве возможного варианта изменения формы боковой поверхности в рамках настоящей работы рассматривалось применение внешнего оребрения, описанное в [2]. На первом этапе рассчитывалось функционирование трех КО, различающихся профилем боковой поверхности. Рассматривались плоский профиль, профили малой и большой кривизны. Для каждого из них моделировался процесс формирования КС и определялась ее средняя угловая скорость. Из результатов расчетов следует, что КО с боковой поверхностью большой кривизны (ее профиль приведен в [2]) является наиболее перспективной, поскольку позволяет получить КС с наибольшей угловой скоростью собственного вращения.

На втором этапе моделирования оценивалась компенсационная возможность КО с выбранным профилем боковой поверхности. Для глубины рифления a , зависящего от радиуса облицовки в сечении R как $a = 0,03R$ показало, что угловая скорость КС уменьшается с 10000 об/с до 5000 об/с, то есть приблизительно в 2 раза по сравнению со струей из облицовки с гладкой боковой поверхностью. Это свидетельствует о принципиальной возможности применения оребренных облицовок в качестве средства компенсации собственного вращения КЗ при условии дальнейшей рационализации ее конструктивных параметров. Например, переход от одностороннего оребрения КО к двустороннему и увеличение глубины оребрения потенциально позволят снизить угловую скорость КС еще в несколько раз [2].

Таким образом, с использованием методики [2] проанализировано влияние начальной угловой скорости КО и ее размеров на глубину проникания КС. Для традиционной гладкой КО с использованием 3D численного моделирования методом SPH получено распределение угловой скорости вдоль струи и показано его удовлетворительное согласие с известными теоретическими оценками. Проанализированы оребренные КО с различным профилем боковой поверхности. Показано, что для оребрения большой кривизны достигается наибольшая средняя угловая скорость вращения КС. Для КО с заданными параметрами оребрения получено распределение угловой скорости вдоль струи и показано, что использование оребренных облицовок позволяет снизить угловую скорость КС в несколько раз.

Список литературы

1. Минин И.В., Минин О.В. Перспективы развития кумулятивных снарядов, стабилизируемых вращением // Интерэкспо Гео-Сибирь, 2014, т. 5, № 2. С. 152-157.
2. Critical review of shaped charge information / Ed. L. Zernov. BRL Report № 905, 1954. 360p.
3. Violeau D. Fluid Mechanics and the SPH Method: Theory and Applications. Oxford: Oxford University Press. 640 p.

УДК 531.58

ДИНАМИКА ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТЕЛ С ПЕСКОМ

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

Была рассмотрена работа [1], в которой для определения основных закономерностей проникания тел со сферической головной частью в сухой песок проводили серию экспериментов. Внешний вид головной части тел после испытаний свидетельствует о том, что с повышением скорости взаимодействия происходит дробление частиц песка. Раздробленный песок скапливается на лобовой части тела, образуя присоединенный конус. Взаимодействие грунта с цилиндрической поверхностью тела и частью примыкающей к ней полусферы не было обнаружено.

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 тела v_n . Эта функция 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. Указанные коэффициенты были определены в работе [3] и равны 1575 кг/м^3 и 500000 Па соответственно.

В качестве расчетной модели была принята полусфера диаметром $d = 20 \text{ мм}$, коэффициент трения $\mu = 0.57$. По результатам расчетов определено, что при скоростях менее 130 м/с экспериментальные данные хорошо согласуются с расчетными.

Во второй части работы была проведена оценка влияния скорости взаимодействия тела со средой на полуугол присоединенного конуса. Была найдена критическая скорость $v_{кр} = 130 \text{ м/с}$, при которой из раздробленных частиц песка образуется присоединенный конус, полуугол которого уменьшается с увеличением скорости взаимодействия.

Для испытаний, имеющих скорость выше критической, за расчетную модель был принят конус, а коэффициент трения μ был увеличен до 0.87 , так как происходило взаимодействие песок-песок. При сравнении экспериментальных и расчетных данных погрешность составляла менее 7% , что говорит о том, что данную методику можно считать применимой для расчета закона сопротивления ударников с полусферическим оголовком. Получено, что коэффициенты A и C постоянны для данной среды и не зависят от скорости взаимодействия.

Предложенная теория расчета была проверена на экспериментах, проведенных в Сарове, погрешность составила менее 10% .

При проникании тела со сферическим оголовком в сухой песок со скоростью более 130 м/с раздробленные частицы песка компактируются на лобовой части тела, образуя присоединенный конус, что приводит к изменению параметров, описывающих закон проникания. При скоростях меньше критической, в качестве расчетной модели используется полусфера, коэффициент трения $\mu = 0,57$. При скоростях больше критической, в качестве расчетной модели принимается конус, а коэффициент трения μ увеличивается до $0,87$. Закон удельного сопротивления $\sigma_n = Av_n^2 + C$ остается постоянным при любых скоростях, константы A и C сохраняют свое значение.

Список литературы

1. В.Л. Котов, В.В. Баландин, А.М. Брагов, Вл.Вл. Баландин. Квазистационарное движение твердого тела в сыпучем грунте при развитой кавитации // Доклады Академии наук, 2013. Т. 451, № 3. С. 278–282.
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 681.587.72**МАНИПУЛЯЦИОННАЯ СИСТЕМА ВЗРЫВОЗАЩИТНОГО КОНТЕЙНЕРА**

А.В. Соколов, магистрант

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

Cokojob.a.b@gmail.com

Научный руководитель: А.В. Калинин, к.т.н.

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение», отдел СМ4-4

На сегодняшний день терроризм представляет собой серьезную угрозу безопасности государства. При обнаружении подозрительных предметов проводят первичную диагностику, после чего они могут уничтожаться направленным взрывом. С развитием биомедицинских технологий, криминалистики появилась возможность устанавливать личность преступника по отпечаткам пальцев, анализу ДНК, но для этого необходимо обезвредить подозрительный объект, а не уничтожать его.

Манипуляционная система (МС) будет располагаться внутри взрывозащитного контейнера, габариты которого соответствуют ВЗК-01. Данные камеры массово установлены в московском метрополитене. В статье [1] приводится кинематическая схема и подробно рассматривается конструкция и компоновка двух из трех приводов МС. Данная работа посвящена системе позиционирования рабочих органов по координате ρ .

Учитывая специфику работы и расположение МС, к приводу предъявляются следующие требования: точность позиционирования объекта управления (ОУ) $\pm 0,1$ мм; масса конструкции не более 5 кг, габариты системы в рабочей области не более 70 мм (для обеспечения опускания ОУ внутрь изучаемого объекта), максимальная деформация при изгибе не более 2 мм, обеспечение работы ОУ в диапазоне 50–700 мм, где в качестве начала отсчета выбирается место крепления привода к каретке системы позиционирования по координате Z (данное требование обусловлено необходимостью работать как над подозрительным объектом, так и возле его основания).

Для решения поставленных задач были рассмотрены различные варианты конструкций, начиная с простейших (пантографы, ножничные и ромбовидные механизмы) и заканчивая дельта-роботом и платформой Гью-Стюарта (гексапод). В процессе анализа, было выявлено, что ни одна из вышеупомянутых систем не будет полностью удовлетворять требованиям технического задания, поэтому был разработан телескопический привод.

В основу системы был положен двигатель постоянного тока номинальной мощностью 22 Вт производства компании Maxon Motor, который через двухступенчатый цилиндрический редуктор приводит в движение винт. Стоит отметить, что в качестве материала для зубчатых колес был выбран полиамид. Это решение обеспечивает бесшумность и плавность хода, снижает износ зубьев и позволяет работать без смазочных материалов [2]. Выходное колесо редукторы расположено на винте с внешней резьбой,

который совершая вращательное движение приводит в движение гайку, зафиксированную от поворота в защитном кожухе. В свою очередь гайка представляет собой винт – вторую ступень. При достижении крайнего положения, она получает возможность вращаться вместе с предыдущим винтом. Каскадируя таким образом винт-гайки, получается телескопический привод. Для выполнения требований технического задания было реализовано четыре ступени по 210 мм каждая. Деформация при изгибе данной конструкции составила 1,4 мм, максимальный диаметр в рабочей области – 63 мм, масса – 4,37 кг.

Далее была разработана система управления данным приводом, во главе которой находится 32-разрядный микроконтроллер, на котором реализуется коррекция и который управляет усилителем мощности, выполненным на полевых транзисторах. Для обмена с задающим устройством используется CAN-интерфейс, являющийся синхронной шиной с высокой помехозащищенностью, способный разрешать коллизии при выходе на передачу нескольких абонентов.

Конечным результатом данной работы является 3D-модель привода, выполненная в соответствии со всеми кинематическими и механическими связями, разработана схема электрическая принципиальная системы управления, проведена трассировка печатной платы. В дальнейшем планируется провести моделирование системы с учетом масс-инерционных показателей, возмущающих и случайных воздействий.

Список литературы

1. Соколов А.В. Разработка манипуляционной системы взрывозащищенного контейнера // Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2017. №7. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/860305.html> (дата обращения 03.05.2019).
2. Старжинский В.Е., Тимофеев Б.П., Шалобаев Е.В., Кудинов А.Т. Пластмассовые зубчатые колеса в механизмах приборов. Расчет и конструирование. Справочное и научное издание / под общ. ред. В.Е. Старжинского, Е.В. Шалобаева. СПб-Гомель: ИММС НАН Б, 1998. 538 с.

СЕКЦИЯ «АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ»

УДК621.376.3

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ МЕТОДОМ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФИИ

М.Ю. Ряхина, бакалавр

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

mashaphysics@gmail.com

Научный руководитель: Л.В. Лабунец, д.т.н., профессор

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

Введение. Фотоплетизмография является одним из неинвазивных методов исследования состояния человека, который распространен как в медицине, так и в повседневной жизни. Существует широкий спектр методов неконтактной фотоплетизмографии, регистрирующих физиологические показатели испытуемого. Информативным сигналом фотоплетизмографии является видеоряд, в виде RGB-изображения лица испытуемого. Развитие неконтактной (дистанционной) фотоплетизмографии позволяет существенно расширить возможности анализа состояния человека и упростить работу с пациентами в медицинских учреждениях.

Анализ сигналов фотоплетизмографии. Видеоряд содержит хронологическую последовательность кадров с некоторым разрешением. Из текущего кадра выделяется область лица - т.н. область интереса определенных участков кожных покровов лица. На их основе и формируется информативный сигнал. Поскольку каждый пиксель изображения представляет собой красную (R), зеленую (G) и синюю (B) компоненты цвета, область лица может быть представлена как совокупность трех временных рядов, содержащих каждую компоненту в отдельности. Идентификацию пульсовой волны формируют с помощью агрегированной компоненты в виде взвешенной суммы трех цветовых составляющих. Она может быть получена несколькими способами. В данной работе рассмотрены два: простое преобразование согласно стандарту цветового пространства YCbCr и алгоритм POS. Последний предложен преподавателями и сотрудниками университета Эйденховен [1].

Согласно первому из выбранных методов исследования агрегированный сигнал формируют в соответствии с моделью

$$Cr = (112R - 93.8G - 18.2B)/255, \quad 1)$$

которая соответствует цветовому пространству YCbCr. Данное пространство в основном применяют для передачи цвета в видео и фотографии. Алгоритм POS заключается в использовании плоскости, ортогональной тону кожи в RGB-пространстве, нормированном во времени для извлечения пульса. Алгоритм реализует следующее ортонормированное пространство информативных признаков:

$$S1 = 0,707(G - B), S2 = 0,408(G + B - 2R), S3 = 0,577(R + G + B) \quad 2)$$

и соответствующий зашумленный временной ряд пульсовой волны

$$POS = (S1/\sigma(S1)) + (S2/\sigma(S2)) \quad 3)$$

где $\sigma(.)$ – оператор стандартного отклонения.

Помимо интересующего нас частотного диапазона (пульсовая волна с частотой 0,8-1,6 Гц) в обоих сигналах имеются помеховые составляющие. Для удаления тренда к алгоритму YCbCr была применена медианная фильтрация с окном временного

сглаживания 51 отсчет. Для алгоритма POS данная операция не производилась, так как тренд удаляется согласно выражению (3). Для устранения низкочастотных и высокочастотных компонент сигнала, каждый из полученных рядов подвергается структурной декомпозиции с помощью кратномасштабного анализа (КМА) в базисе вейвлета Дебеша 10 порядка, а компоненты разложения, соответствующие пульсовой волне дополнительно подвергаются эмпирической модовой декомпозиции (EMD-анализу) на эмпирические модовые функции [2].

Для алгоритма YCbCr информативными компонентами разложения являются 4 и 5 детализирующие компоненты КМА, у которых были выделены соответственно 1, 2 и только 1 модовые функции. Сумма этих функций и представляет сигнал, который мы считаем пульсовой волной. Для алгоритма POS были выбраны те же компоненты.

Сравнение результатов анализа. Из вышеописанного алгоритма видно, что принципиальная разница рассматриваемых методов состоит лишь в первом шаге: выделении общей компоненты, содержащей информацию RGB рядов. На текущем этапе различия в полученном результате незначительны, и выделить более точный метод невозможно, рассматривая спектральную оценку можно утверждать, что оба сигнала занимают примерно один частотный диапазон, выходящий за рамки пульсовой волны. Из чего следует вывод, что требуется дополнительное разложение временного ряда.

Заключение. В работе на примере продемонстрирован алгоритм выделения информативной компоненты (пульсовая волна) из общего зашумленного сигнала. Совместное применение wavelet анализа и эмпирической модовой декомпозиции позволяет выделить информативный сигнал при наличии мощной помеховой составляющей.

Список литературы

1. Wang, W. Algorithmic principles of remote-PPG. /Wang, W.; denBrinker, A.C.; Stuijk, S.; deHaan, G. // IEEETransactionsonBiomedicalEngineering. 2017.vol. 64, no. 7. P. 1479–1491.
2. Л. В. Лабунец. Структурный анализ сигналов в системах подповерхностной радиолокации. / Л. В. Лабунец, В. В. Симаков. // Электромагнитные волны и электронные системы. 2013. Т. 18, № 8. С. 49-68.

УДК 621.396.96

ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРХКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ В МОНОИМПУЛЬСНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ

Е.А. Миронова, бакалавр

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

lizabet.mir@gmail.com

Научный руководитель: И.В. Муратов, к.т.н., доцент

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

Для достижения высокой точности определения угловых координат (УК) используется моноимпульсный метод, совершенствование которого продолжается в настоящее время. В современной радиолокационной технике, осуществляющей сопровождение целей, широкое распространение получили фазовые и амплитудные суммарно-разностные системы. В фазовых моноимпульсных измерителях применяются угловые каналы с одинаковыми характеристиками направленности и разнесенными фазовыми центрами. В амплитудных системах для измерения разности фаз мгновенных значений двух колебаний $u_1(t)$, $u_2(t)$ используется суммарно-разностная обработка. В фазометрах суммарно-разностного типа образуются сумма и разность входных колебаний, амплитуды которых одинаковы.

Одной из главных задач при использовании сверхкоротких мощных импульсов в моноимпульсной локации является задача построения приемного тракта для субнаносекундных импульсов, включающая в себя выбор формы зондирующего сигнала и учет ее трансформации при рассеянии сигнала радиолокационным объектом.

Воспользуемся результатами работы [1], где приведено весьма простое аналитическое выражение для поля обратного рассеяния импульсной электромагнитной волны, падающей на металлическую прямоугольную пластину. Получено, что амплитуда напряженности магнитного поля рассеянной волны пропорциональна величине:

$$\{H_1(t + \tau_a) - H_1(t - \tau_a)\} / (2\tau_a), \quad (1)$$

где $H_1(t)$ - форма импульса магнитного поля падающей волны; t - время с началом отсчета, совпадающим с моментом прихода фронта падающей волны к центру пластины; $\tau_a = a \sin \theta$, где θ - угол падения (он же и угол рассеяния), отсчитываемый от нормали к пластине, a - размер пластины в плоскости падения волны.

При нормальном падении волны, когда величина τ_a стремится к 0, выражение (1) в пределе переходит в производную по времени $\partial H_1(t) / \partial t$. Учитывая, что амплитуды напряженностей электрического и магнитного полей в дальней зоне излучения и рассеяния отличаются между собой постоянным множителем (волновое сопротивление среды), приходим к аналогичной зависимости напряженности электрического поля $E(t)$ рассеянной волны от напряженности падающей:

$$E(t) = m \partial E_1(t) / \partial t, \quad (2)$$

где m — коэффициент пропорциональности.

Соотношение (2) не вписывается в привычные представления радиолокации, использующей сигналы с несущей частотой, где, в случае плоской пластины, формы импульсов, падающей и рассеянной волн, повторяют друг друга.

СКИ относятся к электрическим импульсам (моноцикл Гаусса), которые описываются первой производной от функции распределения Гаусса. Импульс длительностью 0,5 нс с центральной частотой – 2 ГГц и шириной полосы – около 3,2 ГГц относится к сверхширокополосным (СШПС), так как ширина полосы сигнала в 1,6 раза превышает значение центральной частоты.

Изменяя длительность моноцикла, можно управлять его центральной частотой и шириной спектра на уровне 3дБ. Спектральная плотность мощности такого сигнала очень мала и напоминает обычный шумовой фон, а центральная частота импульса обратно пропорциональна его длительности. Такой сигнал можно отнести к шумоподобным сигналам.

Высокая помехоустойчивость по отношению к пассивным помехам естественного и искусственного происхождения объясняется тем, что мощность обратного рассеяния для фиксированной дальности определяется длительностью излучаемого импульса. Высокая помехоустойчивость от пассивных помех - весьма важное преимущество сверхкоротких импульсов при работе по целям с малыми или нулевыми радиальными скоростями, когда доплеровская селекция целей в случае традиционной радиолокации оказывается бессильной.

Таким образом, проблема улучшения характеристик обнаружения и сопровождения целей естественным образом приводит к необходимости использования сверхкоротких (наносекундных) импульсов микроволнового диапазона для моноимпульсной локации малозаметных объектов.

Список литературы

1. Говорухин В.П., Герасин В.А., Крючков А.С., Шмаков А.С., Юрченко Е.Н. Радиотехнические системы: учебник. Владивосток: ТОВМИ, 2007. 336 с.
2. Дементьев С.Г., Говорухин В.П. Использование сверхкоротких импульсов в целях обнаружения малозаметных морских целей // Наука и инновации. 2012. Вып.53. С.71–76.

УДК 629.7.05**АВТОНОМНЫЙ НАВИГАЦИОННЫЙ МОДУЛЬ НА ОСНОВЕ
МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ**

Д.А. Власенко, специалист

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

Space787987@yandex.ru

Научный руководитель: С.В. Микаэльян, старший преподаватель

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

Современная спутниковая навигационная система (СНС) находит применение в различных сферах. Её основными достоинствами являются высокая точность, доступность и глобальный охват земной поверхности. Погрешность в определении координат СНС не превышает 100 м. Однако СНС зачастую не может дать точных сведений о местоположении объекта. Природные и искусственные (средства радиоэлектронной борьбы) условия могут исказить сигнал или вовсе привести к его отсутствию. Поэтому существует необходимость в использовании автономной аппаратуры, когда определение местоположения осуществляется на основании информации, измеренной только на борту объекта акселерометрами, гироскопами и часами. Такой является инерциальная навигационная система (ИНС). Основная идея инерциальной навигации – это двукратное интегрирование измеренных ускорений. По полученным данным с датчиков можно рассчитать текущие координаты в пространстве, зная начальное положение объекта. Наиболее широкое применение находит БИНС т.к. в её составе нет стабилизирующей платформы, которая является сложной в изготовлении и имеет достаточно высокую стоимость.

Вычислительный процесс в БИНС можно разделить на два алгоритма: алгоритм ориентации и алгоритм навигации. Алгоритм ориентации служит для определения углового положения подвижного объекта относительно своего центра масс. Для задания углового положения ЛА могут использоваться различные кинематические параметры: углы Эйлера-Крылова, направляющие косинусы, кватернионы и др. Уравнения ориентации Эйлера не определены при угле тангажа ϑ равным 90 градусов. Следовательно, использовать их можно только на ограниченном диапазоне углов ϑ или же необходимо исключать некорректную ситуацию дополнительными алгоритмами. Более удобно описывают кинематику вращательного движения кватернионы. Ведь они исключают данную ошибку. Задача ориентации решается на основании показаний гироскопов в связанной системе координат. Алгоритм навигации служит для определения положения центра масс подвижного объекта относительно некоторой опорной системы координат. Для решения задачи навигации привлекаются данные об ускорении объекта, измеренные акселерометрами в связанной системе координат.

В настоящее время на рынке навигационных устройств представлено множество моделей, различающихся между собой точностными характеристиками, габаритами и ценой. Наиболее точного определения местоположения позволяет достичь использование БИНС, у которых в качестве инерциальных чувствительных элементов используются волоконно-оптические (ВОГ) и лазерные гироскопы (ЛГ). Российский навигационный модуль БИНС – 2М – 01 имеет погрешность счисления координат в чисто инерциальном режиме 120 м при времени движения до 10 минут. Стоимость таких систем порядка 3 000 000 руб. Данное решение является достаточно дорогим.

Применение в БИНС МЭМС акселерометров и гироскопов позволяет реализовывать методы инерциальной навигации на новом уровне. МЭМС датчики характеризуются малыми размерами, небольшим энергопотреблением, дешевизной, а

также имеется тенденция к дальнейшему их усовершенствованию. Благодаря этому они получили широкое распространение в инерциальной навигации. Однако автономное использование БИНС построенных на основе МЭМС затруднено ввиду нестабильности характеристик МЭМС гироскопов и акселерометров, что ведет к быстрому накоплению с течением времени ошибки в определении навигационных данных.

С целью проведения анализа работы данных навигационных систем была построена имитационная модель в среде Matlab Simulink. В качестве параметров ориентации использованы кватернионы, которые для передачи на регистрирующие устройства пересчитываются в традиционные углы рыскания ψ , тангажа ϑ и крена γ . Алгоритм ориентации также формирует кватернион Λ , с помощью которого осуществляется пересчет информации из связанной системы координат в географическую. Информация с акселерометров в виде проекций вектора кажущегося ускорения $\mathbf{n}$ на оси связанной системы координат передается в блок пересчета, с помощью которого осуществляется проектирование проекций кажущегося ускорения, измеренных акселерометрами, на оси географической системы координат. Информация о проекциях кажущегося ускорения на оси географической системы координат поступает в навигационный алгоритм, где вырабатываются координаты местоположения объекта X , Y , Z и скорость V .

На построенной модели был проведён анализ точностных характеристик следующих ИИМ: MTi 10 - series (Xsens Technologies), ADIS16488A и ADIS16497 (Analog devices). Погрешность в определении координат за 10 минут автономной работы MTi 10 – series составила 5000 м, ADIS 16488A – 1400 м, ADIS16497 – 470 м. Данная ошибка является достаточно большой по сравнению с СНС, однако стоимость каждого из модулей не превосходит 155 000 руб.

Таким образом, задача навигации может быть решена в надлежащем качестве за счет комплексирования инерциальной системы с другими видами навигационных систем (СНС, навигация по геофизическим полям). В результате совмещения полученных данных на выходе получаем наиболее точную траекторию. Комплексированная система убирает основные недостатки и берет преимущества от базовых систем. Данное навигационное решение оказывается свободным как от дрейфа (благодаря наличию GPS и/или ГЛОНАСС), так и от высокочастотных помех (благодаря наличию инерциальной системы).

Список литературы

1. Матвеев В. В., Распопов В. Я. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем. СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электронприбор», 2009. 280 с.
2. Алёшин Б. С., Веремеенко К. К., Черноморский А. И. Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. 424 с.
3. Распопов В. Я. Микромеханические приборы. М.: Машиностроение, 2007. 400 с.

УДК 531.768

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УДАРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЭМС АКСЕЛЕРОМЕТРА

Г.В. Максюзин, магистрант

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

maksjuschin@yandex.ru

Научный руководитель: Н. С. Соболева, к.т.н., доцент

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

Целью работы является теоретическое и экспериментальное исследование соударения маятника с различными типами преград с использованием МЭМС акселерометра для регистрации данных. В задачи входило: проведение моделирования математического маятника в среде MatLab для определения реакции акселерометра на внешнее ускорение при свободных колебаниях маятника и при соударении маятника; выполнение лабораторного эксперимента, нацеленного на исследование реальной реакции МЭМС акселерометра при соударении маятника с различными типами преград; выполнение сравнительного анализа результатов математического моделирования и экспериментально полученных данных.

Математическое моделирование свободных колебаний маятника, реализованное в среде MatLab [1], используется как исходные данные в момент начала удара при математическом моделировании неупругого соударения маятника и соударения маятника с преградой [2].

В состав экспериментальной установки для снятия показаний ускорения маятника при движении и соударении с преградой входит: маятник, инерциальный измерительный модуль 10 DOF IMU Sensor (C), программируемая платформа Arduino Nano на базе ATmega328, персональный компьютер, соединительные кабели.

В лабораторном эксперименте используется маятник с грузом общей массой 30,3 грамма со сменными металлическими ударниками (наконечниками): первый – косинусоидальной формы с углом 40 градусов при вершине, радиусом головной части 3 мм; второй – в форме цилиндра диаметром 1,5 мм. со скругленной головной частью.

Маятник подвешивается на штатив высотой 0,75 м. Длина подвеса - 0,62 м. В качестве легкого и нерастяжимого подвеса используется проволока диаметром 0,4 мм.

В качестве преград выступают мишени из бумаги, гофрированного картона толщиной 3 мм и фанеры толщиной 3 мм.

При креплении акселерометра к грузу маятника необходимо соблюдение требований ГОСТ ИСО 5348-2002 – «Вибрация и удар. Механическое крепление акселерометров».

Спектры ускорения свободных колебаний, полученные при математическом моделировании и в результате обработки показаний МЭМС акселерометра, схожи, несмотря на имеющиеся шумы в показаниях акселерометра. Из чего следует, что математическая модель колебаний маятника, достаточно близка к реальным колебаниям. Графики показаний акселерометра и спектров его показаний при соударении с различными типами преград по характеру изменения значений со временем могут отличаться от полученных графиков ускорения и спектров ускорения маятника при математическом моделировании по причине разного характера взаимодействия с преградой: есть пробитие, нет пробития, рикошет от преграды. Наиболее близкими к модельным значениям являются показания акселерометра при пробитии мишени из картона ударником 2. Математическое моделирование соударения реализует именно такой тип взаимодействия.

В составе результатов эксперимента имеются шумы акселерометра, в том числе фликкер-шум, которые возможно минимизировать. Также в результатах эксперимента могут присутствовать случайные погрешности, связанные с возможными неконтролируемыми изменениями параметров системы во время проведения опыта, например, малыми отклонениями ударника от нормали к мишени в момент соударения. Однако применение фильтрации позволяет минимизировать погрешности акселерометра и получить результаты близкие к модельным данным.

Список литературы

1. Mathworks: Classical Pendulum: Some Algorithm-Related Issues. Available at: <https://ch.mathworks.com/help/ident/examples/classical-pendulum-some-algorithm-related-issues.html>, accessed 21.04.18.
2. Динамика ударов / Д.А. Зукас, Николас Т., Свифт Х.Ф. и др. / под ред. С.С. Григоряна. М.: Мир, 1985. 296 с.

УДК 528.061.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОМПЕНСАЦИИ СОБСТВЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НОСИТЕЛЯ

М.В. Спицына, бакалавр

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

m.spitsyna97@gmail.com

Научный руководитель: Ю.А. Сидоркина, д.т.н., доцент

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

Приведена модель измеряемого вектора магнитного поля, учитывающая помехи, создаваемые собственным полем носителя. Рассмотрены существующие подходы к решению задачи компенсации помех, основанные на применении методов стохастического оценивания. Реализован алгоритм совместного оценивания магнитных параметров объекта и вектора магнитной индукции с использованием ансамблевого фильтра Калмана. Разработана имитационная модель, подтверждающая работоспособность полученного алгоритма.

При проведении аэромагнитных съемок на измеритель параметров поля, установленный на носитель – летательный аппарат, действует не только магнитное поле Земли, но и поле самого носителя, что приводит к искажению результатов измерений. Для моделирования процесса измерения вектора индукции магнитного поля Земли может быть использована теория намагничивания Пуассона, в соответствии с которой индукция поля, действующего на измеритель, равна [1]

$$\mathbf{B} = \mathbf{B}_0 + \mathbf{K} + \mathbf{L} \cdot \mathbf{B}_0 + \mathbf{M} \cdot \frac{d\mathbf{B}_0}{dt}, \quad (1)$$

где $\mathbf{K}$ – вектор искажений, вносимых постоянной составляющей собственного поля носителя, создаваемой магнитомягкими материалами; $\mathbf{L}$ – матрица учитывающая намагничивание магнитомягких материалов, вызванное внешним полем; $\mathbf{M}$ – матрица, учитывающая, индукционные токи, возникающие в результате движения носителя в магнитном поле Земли.

При расчете по формуле (1) вектор индукции геомагнитного поля $\mathbf{B}_0$ должен быть задан в системе координат измерителя. Предположив, что измеритель в данный момент времени движется с некоторой линейной скоростью $\mathbf{v}$, вращается с угловой скоростью Ω и имеет ориентацию относительно земной системы координат, определяемую матрицей поворота $\mathbf{C}$, формулу (1) можно преобразовать к виду

$$\mathbf{B} = \mathbf{K} + (\mathbf{I} + \mathbf{L} + \mathbf{M} \cdot \Omega) \cdot \mathbf{C} \cdot \mathbf{B}_0^g + \mathbf{M} \cdot \mathbf{C} \cdot \nabla \mathbf{B}_0^g \cdot \mathbf{v}, \quad (2)$$

где $\mathbf{B}_0^g$ – вектор индукции геомагнитного поля в земной системе координат.

Согласно формуле (2) можно произвести совместное оценивание компонент вектора индукции магнитного поля $\mathbf{B}_0^g$, вектора $\mathbf{K}$, матриц $\mathbf{L}$ и $\mathbf{M}$ магнитных параметров объекта с использованием теории оптимальной нелинейной фильтрации. Условием, необходимым для решения этой задачи, является совершение носителем эволюций в пространственной ориентации с непостоянной по модулю и направлению скоростью.

В работе [1] подобная задача решается с использованием классического фильтра Калмана. Однако предложенная в ней линеаризация модели измерений, опирается на свойства геомагнитного поля на достаточно большой высоте (1000 м), в результате чего процедуру аэромагнитных съемок необходимо разделить на два этапа. Сначала производится калибровка на высоте 1000 м с выполнением эволюций по рысканью, крену и тангажу на нескольких пересекающихся курсах, затем непосредственно магнитная съемка на высотах порядка 100 м. Таким образом, процедура аэромагнитных съемок, соответствующая данному подходу, с организационной точки зрения оказывается весьма сложной.

В статье [2] предпринята попытка применения для оценивания магнитных параметров носителя нелинейного алгоритма фильтрации – ансцентного фильтра Калмана (Unscented Kalman Filter [3]), однако была получена оценка только одного параметра – матрицы $\mathbf{L}$, описывающей влияние вторичного намагничивания носителя во внешнем поле.

В данной работе, также на основе ансцентного фильтра Калмана, был разработан алгоритм совместного оценивания всех магнитных параметров носителя ($\mathbf{K}$, $\mathbf{L}$ и $\mathbf{M}$) и величины индукции геомагнитного поля $\mathbf{B}_0^g$. Такой подход позволяет, в принципе, реализовать одноэтапную процедуру аэромагнитной съемки, что может значительно сократить время её выполнения. Выбор ансцентного фильтра Калмана обусловлен тем, что он достаточно прост для реализации (не требует аналитического расчета якобиана нелинейной модели измерений), не уступает по точности расширенному фильтру Калмана и практически также эффективен с точки зрения объема вычислений. Работа алгоритма предполагает, что носитель датчика индукции магнитного поля совершает сложное движение с эволюциями как по угловому положению в пространстве, так и по модулю и направлению скорости. При реализации алгоритма временные эволюции геомагнитного поля Земли описывается стохастической моделью 2-го порядка.

Для проверки алгоритма была разработана имитационная модель системы компенсации собственного магнитного поля носителя в пакете MATLAB SIMULINK, которая включает в себя модель движения носителя, модели нормальной и аномальной составляющей геомагнитного поля, модель измерителя и собственно алгоритм оценивания.

Результаты моделирования в условиях заданного геомагнитного поля и траектории движения объекта показали, что погрешность определения составляющих вектора магнитной индукции составляет менее 1%, что подтверждает работоспособность разработанного алгоритма.

Список литературы

1. Каршаков Е. В., Тхоренко М. Ю., Павлов Б. В. Аэромагнитная градиентометрия и ее применение в навигации // Проблемы управления. 2016. № 2. С. 72–80.
2. Li Ji, Pan Mengchun, Luo Feilu, Luo Shitu, Zhang Qi. Vehicle Magnetic Field Compensation Method Using UKF // IEEE 10th International Conference on Electronic Measurement & Instruments. 2011. P. 25-28.
3. Julier Simon J., Uhlmann Jeffrey K. Unscented Filtering and Nonlinear Estimation // Proceedings of the IEEE. 2004. P. 401–422.

УДК 527.62

МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОНОМНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С КОРРЕКЦИЕЙ ПО ГРАВИТАЦИОННОМУ ПОЛЮ ЗЕМЛИ

Н.Е. Москвичева, бакалавр

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

natalymoskvicheva@gmail.com

Научный руководитель: Ю.А. Сидоркина, д.т.н., доцент

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

В данной работе были рассмотрены методы навигации с использованием геофизических полей Земли, в частности с использованием гравитационного поля. Разработана имитационная модель навигационной системы, где был реализован алгоритм коррекции параметров навигационных определений на основе фильтра Калмана. Исследована работа системы для различных типов траекторий и с использованием двух типов бортовых измерителей.

Основным средством контроля пространственного положения авиационной техники является *инерциальная навигационная система* (ИНС). Ее недостаток – нарастающие со временем ошибки в определении навигационных параметров. Коррекция показаний ИНС с сохранением автономности возможна с помощью систем, использующих информацию о естественных физических полях Земли – *корреляционно-экстремальные навигационные системы* (КЭНС). Решение навигационной задачи с помощью КЭНС по *гравитационному полю Земли* (ГПЗ) возможно благодаря наличию уникальных структурных особенностей – аномалий, вызванных неоднородностью плотности земной коры. Существующие бортовые измерители ГПЗ позволяют измерять первые производные гравитационного потенциала используя гравиметр, либо вторые – с помощью гравиградиентометра или гравивариометра. Гравиградиентометр измеряет полный тензор $\mathbf{W}$ гравитационного потенциала, состоящий из 9 компонент, 5 из которых линейно независимы [1]. При использовании гравивариометра определяются две компоненты: W_{xy} и W_{Δ} , где $W_{\Delta} = W_{yy} - W_{xx}$.

Из-за невозможности разделения гравитационных и инерционных ускорений (согласно принципу эквивалентности), в целях автономной навигации возможно использовать только измерители вторых производных гравитационного потенциала, т.к. они принципиально нечувствительны к линейным ускорениям [2]. Несмотря на большую информативность измерений при использовании гравиградиентометра, с целью повышения универсальности и доступности разрабатываемой системы, предпочтительным является использование гравивариометра, в связи с его низкой стоимостью и на порядок меньшими массогабаритными характеристиками, что делает возможным его применение даже на малых летательных аппаратах (ЛА).

Для оценки потенциально достижимых точностных характеристик КЭНС по ГПЗ была разработана имитационная модель, в состав которой входят следующие блоки: модель движения, модель ИНС, модель бортовых измерителей и датчика ГПЗ, КЭНС. Данная модель позволяет исследовать работу системы:

- в зависимости от скорости полета ЛА;
- в зависимости от высоты полета ЛА;
- при использовании разных типов бортовых измерителей;
- на различных траекториях движения ЛА.

Алгоритм коррекции выполняется в два этапа:

1. Для минимизации больших начальных ошибок выполняется поисковый алгоритм, который предполагает задание множества дискретных гипотез о возможных текущих ошибках, выполнение ряда измерений. Достоверной принимается гипотеза,

которая позволяет получить наилучшее приближение измеренных значений параметров гравитационного поля к эталонным, извлекаемым из бортовой памяти.

2. Для уточнения значений навигационных параметров выполняется беспойсковый алгоритм, основанный на алгоритме *фильтра Калмана* [3]. Данный алгоритм выполняется в 2 шага:

2.1. *Первый шаг* – предсказание (экстраполяция)

Вектор состояния x_k содержит в себе информацию о широте и долготе предполагаемого положения ЛА. На этапе экстраполяции вычисляется оценка $\hat{x}_{k^0}$ по оценке вектора состояния $\hat{x}_{k-1}$ и ковариационная матрица ошибок P_k по следующим формулам:

$$\hat{x}_{k^0} = A_k \hat{x}_{k-1}; \quad (1)$$

$$P_{k^0} = A_k P_{k-1} A_k^T + Q_k, \quad (2)$$

где A_k – матрица, описывающая переход наблюдаемого процесса из состояния x_{k-1} в состояние x_k ; Q_k – ковариационная матрица погрешностей процесса.

2.2. *Второй шаг* – коррекция.

На этапе коррекции вычисляется матрица коэффициентов усиления K_k , которая минимизирует сумму квадратов математических ожиданий ошибок оценки вектора состояния, по следующей формуле:

$$K_k = P_{k^0} H^T (H P_{k^0} H^T + R)^{-1}, \quad (3)$$

где H – матрица, отображает состояние процесса x_k в измерение процесса z_k , т.е. характеризует связь вектора состояний с вектором измерений; R – ковариационная матрица погрешности измерений.

K_k используется для коррекции оценки состояния объекта $\hat{x}_{k^0}$ и ковариационной матрицы ошибок P_{k^0} следующим образом:

$$\hat{x}_k = \hat{x}_{k^0} + K_k (z_k - H \hat{x}_{k^0}); \quad (4)$$

$$P_k = (I - K_k H) P_{k^0} \quad (5)$$

где $z_k = [W_{xy}, W_d]$, I – единичная матрица.

В результате моделирования движения ЛА по заданной траектории со скоростью 200м/с на высоте 1000м были получены следующие значения ошибки определения местоположения:

- с использованием только поискового алгоритма – 97.09 м;
- с использованием фильтра Калмана – 30.31 м.

Результаты подтверждают работоспособность разработанного алгоритма.

Список литературы

1. Юзefович А.П. Поле силы тяжести и его изучение/А.П. Юзefович – Москва: МИИГАиК, 2014. 192 с.
2. Джанджгава Г. И., Герасимов Г. И., Августов Л.И. Навигация и наведение по пространственным геофизическим полям // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2013. №3(140). С. 74–84.
3. Балакришнан А.В. Теория фильтрации Калмана. М.: Мир, 1998. 168 с.

УДК 629.7.052

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНИВАНИЯ ПРИМЕНительно К ЗАДАЧЕ НАВИГАЦИИ ПО ОПОРНЫМ ТОЧКАМ

А.Ю. Беляев, специалист

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

andrewbelyaev@mail.ru

Научный руководитель: С.В. Микаэльян, старший преподаватель

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

В работе представлено применение различных методов оценивания к задаче навигации на плоскости по опорным точкам. Рассмотрена зависимость точности оценки координат объекта от его местоположения на плоскости. Проанализирована зависимость начальных входных параметров расширенного и ансцентного фильтра Калмана на точность оценивания, выявлены преимущества и недостатки различных методов оценивания применительно к задаче навигации.

Для современных задач навигации необходимо обеспечение большой точности определения навигационных параметров объекта. Обобщенно модель любого измерительного прибора можно представить следующим образом: «черный ящик» - сенсор, на выходные сигналы которого действует источники шума. Искомые координаты местоположения объекта на плоскости или в пространстве связаны с полученными измерениями датчиков-сенсоров определенными преобразованиями. Поэтому погрешность выходных данных измерительного прибора вносит неопределенность в координаты местоположения объекта, а точность измеряемых параметров зависит от различных факторов - шумов, действующих на измерительные устройства и называемых шумами измерения. Вычисление приблизительных координат по таким зашумлённым измерениям называют оцениванием.

Существует различные методы оценивания, и каждый из них имеет соответствующую сложность вычисления и результирующую точность. Одна и та же задача может быть решена с использованием различных алгоритмов оценивания. Большинство задач навигации являются нелинейными, и применение метода наименьших квадратов или классического фильтра Калмана невозможно. В данной работе траектория движения объекта также принята нелинейной. Навигационные параметры в компьютерной модели определяются путем измерения дальностей от объекта до опорных точек с использованием различных алгоритмов оценивания, таких как метод наименьших квадратов с нахождением минимума критерия оценивания с помощью метода градиентного спуска [1], метод максимума правдоподобия [1], а также расширенный фильтр Калмана (extended Kalman filter) [2] и ансцентный фильтр Калмана (unscented Kalman filter) [3].

С использованием первого метода построены зависимости ошибки определения координат от местоположения объекта, которые показали, что наиболее точными результаты являются при расположении объекта в центре рассматриваемой координатной плоскости. Выявлена значительная корреляция точности определения координат объекта от его местоположения и построены соответствующие зависимости.

Метод максимума правдоподобия в данной задаче вырождается в метод наименьших квадратов, так как шум измерений задан гауссовским.

В качестве третьего метода оценивания использован расширенный фильтр Калмана, т.к. задача является нелинейной. Изначально модель движения объекта в фильтре была задана линейной, а после была реализована точная модель движения с помощью разностных уравнений второго порядка. Во втором случае наблюдалось

отсутствие «запаздывания» оценки координат от их реальных значений, то есть точность оценивания улучшилась.

Таким образом, к недостаткам методов наименьших квадратов и максимума правдоподобия относится то, что их точность зависит от местоположения объекта. Эти методы идеологически не требуют задания модели движения и в случае, когда такая модель является сложной, не обладают высокой точностью. Также они вычислительно неэффективны, т.к. поиск минимума критерия решается итерационным методом. То есть нет гарантии, что процесс поиска сойдется за определённое количество тактов, а при ограничении вычислений по тактам не будет известна результирующая точность. Для рекуррентных методов оценивания требуется наличие модели движения объекта. Результирующая точность меньше зависит от положения объекта относительно ориентиров, но сильно зависит от корректности заданной модели движения. Также рекуррентные методы оценивания обладают примерно одинаковой точностью, более сложны с математической точки зрения, а их точность и сходимость зависят от задаваемых параметров. Поэтому предпочтительнее использовать рекуррентные алгоритмы оценивания.

Список литературы

1. Разоренов Г. Н. Введение в теорию оценивания состояния динамических систем по результатам измерений. М.: Министерство обороны СССР, 1981.
2. Рекуррентное оценивание вектора состояния динамических систем: учеб. пособие / Ю.Е. Воскобойников. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. 136 с.
3. J. Julier, Simon and K. Uhlmann, Jeffrey. A New Extension of the Kalman Filter to Nonlinear Systems. Proc. SPIE. 3068. 10.1117/12.280797.

СЕКЦИЯ «РАКЕТНЫЕ И ИМПУЛЬСНЫЕ СИСТЕМЫ»

УДК 533.6.078.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕОДНОРОДНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ КАМЕРЫ ГАЗОВОЙ БАЛЛИСТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ НА ДУЛЬНУЮ СКОРОСТЬ

А.Ф. Алибаев, студент

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

R.e.g.e.n.t.777@yandex.ru

Научный руководитель: Н.В. Быков, к.т.н., доцент

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

Проведено численное моделирование процесса газодинамического разгона поршня в трубе в случае однородного и неоднородного заполнения газом. Получен экстремум скорости для двухступенчатой схемы метания, приведены условия, при которых он достигается. Проведено сравнение влияния удлинения ствола на дульную скорость для случаев однородного и неоднородного заполнения.

Низкая энергетическая эффективность разгона является известной проблемой газовых баллистических установок, построенных по классической схеме [1].

Одним из способов обеспечения равномерного разгона является осуществление неоднородного заполнения газовой камеры путём введения прочной тонкой диафрагмой в запоршневое пространство. В итоге – имеется две разгонные ступени с одним и тем же газом, но разными параметрами.

Исходными уравнениями математической модели двухступенчатой являются одномерные уравнения газовой динамики – закон сохранения массы, импульса и энергии, записанные в векторной форме (1); уравнение состояния совершенного газа (2) и уравнения движения диафрагмы (3) и поршня (4):

$$\frac{\partial \mathbf{q}_i}{\partial t} + \frac{\partial \mathbf{f}_i}{\partial x} = \mathbf{0}; \quad (1)$$

$$E_i = e_i + \frac{v_i^2}{2} = \frac{1}{k-1} \frac{p_i}{\rho_i} + \frac{v_i^2}{2}, \quad i = 1, 2; \quad (2)$$

$$m_d \frac{dv_d}{dt} = (p_1(t, x_d) - p_2(t, x_d)) S; \quad (3)$$

$$m_p \frac{dv_p}{dt} = p_2(t, x_p) S, \quad (4)$$

где $\mathbf{q}_i = \begin{pmatrix} \rho_i \\ \rho_i v_i \\ \rho_i E_i \end{pmatrix}$, $\mathbf{f}_i = \begin{pmatrix} \rho_i v_i \\ p_i + \rho_i v_i^2 \\ \rho_i v_i H_i \end{pmatrix}$; $H_i = E_i + \frac{p_i}{\rho_i}$ - полная энтальпия; p, ρ, v - давление, плотность и скорость газа, соответственно; k - показатель адиабаты; индекс «d» - соответствует параметрам диафрагмы, «p» - параметрам поршня; m, v, x - масса, скорость и координата одной из границ; S - площадь поперечного сечения разгонной трубы.

Численное решение осуществляется с помощью построения разностной схемы системы уравнений (1)-(4) для каждой ступеней. Поточные вектора $\mathbf{f}_i$ на интерфейсе определяются по методу AUSM+ (Advection Upstream Splitting Method), модифицированному для задач с подвижной сеткой [2]. Для нахождения экстремума скорости используется метод роя пчел (частиц) [3].

Подбор параметров ступеней производится при условии, что сумма энергий ступеней равна энергии одноступенчатой установки:

$$p_0 W_0 = p_{01} W_{01} + p_{02} W_{02};$$

$$W_0 = W_{01} + W_{02},$$

где $W_{0i} = x_{0i} S$ - объем, x_{0i} - начальная длина i -ой ступени.

Выразим основные параметры, введя новые переменные $\pi = p_{02} / p_{01}$ и $\varepsilon_i = p_{0i} x_{0i}$:

$$p_{01} = \frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_1 (1 - \pi)}{\pi x_0};$$

$$p_{02} = \pi p_{01};$$

$$x_{01} = \frac{\varepsilon_1}{p_{01}};$$

$$x_{02} = x_0 - x_{01}.$$

Из результатов расчетов следует, что с уменьшением π дульная скорость монотонно увеличивается; при заданном значении отношения давлений есть единственное значение $\varepsilon_1 = p_{01} x_{01}$ при котором достигается экстремум.

Из анализа результатов расчета можно сделать вывод, что при существенных удлинениях ствола схемы с несколькими ступенями дают большую дульную скорость, по сравнению с классической одноступенчатой схемой метания.

Список литературы

1. Быков Н.В. Сравнительный анализ численного и приближенных аналитических решений задачи о разгоне поршня в трубе сжатым газом // Инженерный журнал: наука и инновации. 2019. Вып. 2.
2. Котов Д.В., Суржилов С.Т. Расчет течений вязкого и невязкого газа на неструктурированных сетках с использованием схемы AUSM // Вычислительная механика сплошных сред. 2011. Т.4, № 1. С. 36-54.
3. Weise, T. Global Optimization Algorithms - Theory and Application: Ph.D. thesis / University of Kassel, 2008.

УДК 621.396.96

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ОТРАЖЕНИЯ СИГНАЛОВ ОТ МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ В РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ОГНЁМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСОВ ВООРУЖЕНИЯ

Д.А. Мочаловский, студент

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

ddimax9903@mail.ru

Научный руководитель: В.Н. Жураковский, к.т.н., доцент

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

Данная работа посвящена вопросу повышения эффективности комплексов вооружения морского базирования. Как путь достижения поставленной задачи рассмотрен вариант улучшения используемых в радиолокационных станциях алгоритмов работы по низколетящим целям. Для этого необходима комплексная модель распространения сигнала, на основе которой становится возможным улучшение алгоритмов, позволяющих учитывать специфические факторы, искажающие сигнал, вызванные наличием морской поверхности.

В современных комплексах вооружения морского базирования одной из существенных проблем является работа РЛС (радиолокационной станции), входящей в комплекс, по НЛЦ (низколетящим целям). Это связано тем, что из-за наличия

подстилающей поверхности и сложной геометрии реальных целей возникает ряд эффектов, которые искажают и ослабляют сигнал, и, из-за неправильной оценки параметров цели уменьшаются зоны пуска и поражения комплекса, а это приводит к уменьшению вероятности поражения. Для повышения эффективности работы комплексов необходимо разрабатывать алгоритмы обработки сигнала, позволяющие учитывать влияние специфических факторов, влияющих на сигнал. Это возможно при наличии комплексных моделей распространения сигнала в среде работы РЛС.

Главным образом, при разработке модели, необходимо учесть влияние следующих факторов: сложная геометрия цели, многолучевое распространение сигнала при отражении от цели, прямое отражение сигнала от подстилающей поверхности [1].

Также существенным является влияние метеообразований, пассивных и активных помех, однако в данной работе они не рассматриваются.

В процессе выбора наиболее подходящих моделей были рассмотрены различные варианты. Модели, представленные ниже показали себя с наилучшей стороны с точки зрения соответствия экспериментальным данным, а также оказались не ресурсоёмкими, что позволяет использовать их в аппаратных блоках тестирования в режиме реального времени.

Из-за сложной формы цели в точку приема одновременно приходит совокупность парциальных сигналов, отраженных от различных частей объекта. При векторном сложении этих сигналов на входе приемника случайность их фаз приводит к флуктуации амплитуды и фазы принимаемого от цели результирующего сигнала. Для учета этого явления в системах реального времени удобно использовать обобщенную модель Сверлинга [2].

Наличие подстилающей поверхности обуславливает существование двух факторов, влияющих на сигнал: переотражение сигнала от цели и морской поверхности, прямое отражение от моря.

При попадании сигнала по цели, он отражается в нескольких направлениях. С учетом того, что в данной работе рассматриваются низколетящие цели, большая его часть отражается не напрямую в приемники, а сначала в направлении подстилающей поверхности и только потом к РЛС, что обусловлено формой передней части объекта – обычно это полусфера или что-то подобное.

Это приводит к тому, что РЛС «видит» под поверхностью дополнительные цели-антиподы. Их может быть несколько (обычно моделируется до 5 штук), а положение, в общем случае, определяется формой морской поверхности в местах отражения сигнала. Однако всегда можно выделить один антипод, который является следствием отражения от средней линии поверхности моря – он находится ровно под целью на глубине, равной высоте цели над уровнем моря. Флуктуации остальных описываются путем введения статистических распределений для формы морской поверхности.

Другой специфичной особенностью при работе РЛС по НЛЦ на море является отражение сигнала напрямую от моря. Если при наведении на цель угол места будет малым, то луч будет задевать морскую поверхность и появится пятно подсвета – поверхность, по которой луч пересекает море. Сигнал отражается от этой поверхности и его часть возвращается к РЛС вместе с остальными. Удобно реализовывать учёт с помощью фацетной модели [3]: по положению луча считается пятно подсвета, заполняется множеством отражающих пластин, положение в пространстве и ориентация которых задается по статистическому распределению, которое в свою очередь задается в зависимости от конкретных условий в модели. В результате сигнал, приходящий к РЛС, будет суммироваться с парциальными сигналами, отраженными от пластин, которые оказались перпендикулярными к направлению луча. Еще менее ресурсоёмким вариантом является представление пятна подсвета в виде точечного отражателя со статистическим

описанием положения и ЭПР, которая будет учитывать долю facets, оказавшихся перпендикулярными направлению луча.

Описанная модель распространения сигнала с учетом подстилающей поверхности и сложной геометрии цели хорошо подходит для аппаратной реализации и уже сейчас она используется в программе, которая в дальнейшем будет внедрена в испытательный стенд для отработки комплексов.

Список литературы

1. Gennadiy P. Kulemin. Millimeter-Wave Radar Targets and Clutter. Boston: Artech House. 2003. 327 p.
2. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. М.: Радиотехника, 2004. 320с.
3. Герасимов А.Б., Погребной Д.С. Минимизация трудоёмкости моделирования радиосигналов систем связи на основе facetного представления поверхности земли при заданном уровне погрешности // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. № 5 (1). С. 86–90.

УДК 623.555

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КУЧНОСТИ СТРЕЛЬБЫ ИЗ ОГНЕСТРЕЛЬНОГО ОРУЖИЯ

З.А. Зенько, студент

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

zkavenn979@gmail.com

Научный руководитель: С.А. Дорошенко, ассистент

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

На рассеивание пуль при попадании в цель влияет множество различных факторов. Учет каждого из этих факторов и объединение их в общую математическую модель, описывающую процесс выстрела – сложная задача. Поэтому следует разбить эту задачу на набор подзадач и решать их последовательно. На первом этапе, описываемом в настоящей статье, создается математическая модель стрельбы из баллистического ствола.

Для расчета внутренней баллистики используется система уравнений в термодинамической постановке и ее последующее численное интегрирование [1]. Расчет ведется с варьированием давления распатронирования, массы порохового заряда и геометрических параметров гильзы с пулей по нормальному закону распределения в пределах технологического допуска. Результатом расчета является массив значений дульных скоростей, находящийся в пределах допуска значений v_{025} (v_{025} — скорость пули на расстоянии 25 м от дульного среза). Это допущение сделано вследствие того, что расчет промежуточной баллистики сложен в реализации. Поэтому на данном этапе разработки программы целесообразнее косвенно учитывать его воздействие на пулю.

Массив значений дульных скоростей, полученных после расчета внутренней баллистики, передается в подпрограмму, рассчитывающую внешнюю баллистику. В ней варьируются углы вылета пули из канала ствола и ее геометрические параметры. Расчет внешней баллистики проводится для пули, летящей в стандартной атмосфере (СА-73) на высоте уровня моря и широте места $\psi = 45^{\circ}32'32''$ в безветренную погоду, путем численного интегрирования системы уравнений, описывающей движение неуправляемого осесимметричного тела в однородном поле силы тяжести [2]. Стандартный закон сопротивления задается по закону 1943 года.

Результатом работы программы являются набор графических зависимостей скорости, деривации, падения высоты от дальности выстрела и численное значение кучности стрельбы R_{100} (R_{100} — наименьший радиус окружности, который описывает

100% попаданий) на 300м в сантиметрах. Верификация правильности работы созданной программы проводится путем сопоставления полученных значений кучности, деривации, падения скорости и падения высоты с аналогичными известными данными [3].

После оценки работы программы было выявлено, что полученные результаты расчета кучности имеют высокую сходимость (96 из 100 групп выстрелов лежат в пределах технической кучности патрона) экспериментальным методом определения кучности. Это доказывает, что используемый нормальный закон распределения варьируемых величин пригоден для дальнейшего применения в последующих этапах создания программы.

Список литературы

1. Орлов Б.В. Проектирование ракетных и ствольных систем. М.: Машиностроение, 1974. 828 с.
2. Фарапонов В.В., Савкина Н.В., Биматов В.И. Математическое моделирование движения неуправляемого осесимметричного тела в однородном поле силы тяжести: учеб. пособие. Томск: SST, 2017. 60 с.
3. Коновалов А.А. Внешняя баллистика. М.: ЦНИИ информации, 1979. 228 с.

УДК 623

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ КОРРЕКЦИИ НА ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

М.С. Полянин, специалист

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

polyanin-mike@mail.ru

Научный руководитель: О.С. Серпинский, старший преподаватель

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

На начальных этапах проектирования летательных аппаратов (ЛА) при расчете импульсных двигателей коррекции (ИДК) используются упрощенные аналитические зависимости, не позволяющие учесть реальные особенности функционирования ИДК, такие как: малое время работы (0,5 мс – 1 с), перераспределение статического давления по поверхности корпуса ракеты, взаимодействие струи сопла ИДК со сверхзвуковым потоком.

Объектом исследования является ИДК зенитной управляемой ракеты (ЗУР) малого радиуса действия. Рассматриваемый ИДК относится к газодинамическим устройствам поперечного управления [1, с. 212]. Их располагают в области центра масс ракеты и используют в зоне поражения цели для уменьшения промаха ракеты.

При работе импульсных двигателей поперечной коррекции на сверхзвуковых ЛА имеет место сложное газодинамическое взаимодействие набегающего потока и высоконапорной струи ИДК, что приводит к перераспределению статического давления по поверхности корпуса ЛА. Такое перераспределение приводит к возникновению аэродинамической силы, влияющей на итоговый суммарный импульс коррекции. Для получения более детальных данных о вкладе в управляющее воздействие этого дополнительного силового фактора в рамках данной работы было проведено численное моделирование указанных процессов в трехмерной нестационарной постановке.

Моделирование проводилось для условий полета, характерных для рассматриваемой ЗУР в области максимального сближения с целью ($h=5000$ м и $V=1000$ м/с), угол атаки принимался равным нулю.

При анализе результатов численного моделирования можно наблюдать искажение течения в области сопла ИДК, течение носит сложный трехмерный турбулентный

характер, возникают ударно-волновые структуры, отрывы пограничного слоя. На корпусе, в области сопла ИДК выше по потоку, образуется зона повышенного давления и зона пониженного давления ниже по потоку, также можно наблюдать огибание корпуса скачком уплотнения и образование зоны высокого давления в зоне его самопересечения.

В результате численного моделирования определены необходимые силовые характеристики и проведено сравнение полученных данных с результатом, полученным на основе аналитических зависимостей. Суммарный импульс коррекции, полученный в результате численного моделирования, отличается на 7,1% в меньшую сторону от рассчитанного на основе аналитических зависимостей. Данное отличие может быть объяснено влиянием зоны повышенного давления в области самопересечения скачка уплотнения, находящейся с обратной соплам ИДК стороны корпуса.

Полученные данные могут быть использованы для уточнения проектных параметров ИДК на начальном этапе проектирования ЗУР.

Список литературы

1. Проектирование зенитных управляемых ракет / И.И. Архангельский, П.П. Афанасьев, Е.Г. Болотов, И.С. Голубев, А.М. Матвеев, В.Я. Мизрохи, В.Н. Новиков, С.Н. Остапенко, В.Г. Светлов / Под ред. И.С. Голубева и В.Г. Светлова. 2-е изд. второе, перераб. и доп. М: Изд-во МАИ, 2001. 732 с.

УДК 004.4

УДК 533.6

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА РАСЧЕТА АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

С.М. Светлаков, студент

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

Mirtos_svetlakov@mail.ru

Научный руководитель: А.А. Федоров, старший преподаватель

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

В работе представлены результаты программной реализации на языке C++ модели расчета аэродинамических сил и моментов управляемой ракеты с целью расчетной оценки аэродинамического облика ракеты на начальных этапах проектирования. В основе используемого метода лежит последовательность аналитических зависимостей, использующих эмпирические данные, полученные в ходе многочисленных систематизированных экспериментальных исследований в аэродинамических трубах [1] аэродинамических моделей различной геометрии и конфигурации. В дальнейшем результаты исследований были обобщены, дополнены и систематизированы А.А. Лебедевым и Л.С. Чернобровкиным в их труде «Динамика полета» [2]. Данные представлены в источнике как набор формул и графических зависимостей, из которых последние были оцифрованы и аппроксимированы кусочно-линейными функциями для автоматизации расчетов. При ручном счете аэродинамических характеристик требуется постоянное обращение к графикам для снятия характеристик, что значительно увеличивает время расчета и его трудоемкость, особенно при постоянном изменении исходных данных. Разработанная программа в автоматическом режиме аппроксимирует таблично заданные графические зависимости и путем интерполяции получает результат, что значительно снижает затраты времени на проведение расчета.

Реализованная программа позволяет определять аэродинамические характеристики ракеты различных аэродинамических компоновок: нормальная схема и утка, с корпусами в виде тел вращения с носовыми частями различных форм: конус, оживало и полусфера, и

двумя видами аэродинамических поверхностей: крыло и оперение, различных геометрических профилей. Используемый метод позволяет определять характеристики как для всей аэродинамической компоновки, так и для отдельных ее элементов.

Разработанный интерфейс представлен в соответствии с современными тенденциями оформления программного обеспечения (Fluent, CFX, FlowVision), позволяющий пользователю обработать полученный результат с широким спектром настроек, приводя его к желанному виду. Программа содержит множество встроенных команд для конвертации получаемого результата во множество наиболее часто используемых форматов для представления данных.

Верификация программного кода проводилась путем сравнения с результатами численного расчета для тестовой модели, проведенного в ANSYS CFX. Численное моделирование проводилось в рамках работы, описанной в отчете [3]. Сравнение проводилось для неотклоненных рулевых поверхностей на трех режимах полета летательного аппарата: до-, транс- и сверхзвуковой. До углов атаки $\alpha=16^\circ$ достигается высокая сходимость (до 6%) коэффициентов аэродинамических сил. При углах атаки более $\alpha>16^\circ$ начинается расхождение результатов с ростом отклонения по углу атаки. При $\alpha=32^\circ$ используемый метод дает погрешность по коэффициенту подъемной силы C_{ya} и коэффициенту индуктивного сопротивления C_{xi} до 24%. Моментная характеристика m_z исследованного аппарата близка к линейной и имеет хорошее совпадение с численным расчетом: до 4% при до- и трансзвуковых скоростях до углов атаки $\alpha=32^\circ$ и до 8% при сверхзвуковых до углов атаки $\alpha=20^\circ$. Резкое расхождение результатов реализованного метода и численного расчета при углах $\alpha>16^\circ$ обусловлено неточным учетом несущих свойств корпуса и отрывных зон при больших углах атаки, а также содержанием в компоновке исследуемого аппарата крыла малого удлинения.

Ввиду современных тенденций к расчетной технике, высокая скорость вычисления одного расчета (порядка 0,5-1 секунд) позволяет использовать данную работу в специальном коммерческом обеспечении для проведения оптимизационных расчетов.

Список литературы

1. Lift and Center of pressure of wing-body-tail combinations at subsonic, transonic, and supersonic speeds. NASA Report, №1307. 1957. С.614-636.
2. Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С. Динамика полета. М: Изд-во «Машиностроение», 1973. С.147-346.
3. Отчет №2СМ6/ДСП. Москва, 2018. С.38-47.

УДК 623.52

ВЛИЯНИЕ УШИРЕНИЯ КАМЕРЫ НА ВЫХОДНУЮ СКОРОСТЬ БАЛЛИСТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

И.Е. Шестаков, студент

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

ily.shestakov@gmail.com

Научный руководитель: Н.В. Быков, к.т.н., доцент

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

Разработана методика расчета газовых баллистических установок в программе ANSYS Fluent. Согласно этой методике проведены исследования влияния геометрии камеры для различных условий заряжения. Получены распределения основных газодинамических параметров по длине ствола в различные моменты времени и выявлена зависимость выходной скорости снаряда от уширения камеры для различных условий заряжания.

Существует множество исследований, направленных на повышение скорости метания тел с использованием баллистических установок, рабочим телом в которых является сжатый газ. Данная схема метания нашла свое применение в качестве лабораторных стендов для прочностных и баллистических исследований [1], нелетального оружия [2] и т.д. Основная задача при проектировании таких установок – получение требуемой выходной скорости снаряда, в данной работе получена оценка влияния уширения камеры на выходную скорость таких установок.

Для решения поставленной задачи была разработана методика расчета газовых баллистических установок в программе ANSYS Fluent. Решается система двумерных осесимметричных уравнений газовой динамики с использованием решателя Density based, при этом уравнения решаются в явной постановке, число Куранта составляет 0.25, а для расчета потоков используется схема AUSM.

$$\frac{\partial \mathbf{q}}{\partial t} + \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial x} + \frac{\partial \mathbf{F}}{\partial y} = 0, \quad (1)$$

$$\mathbf{q} = (\rho, \rho u, \rho v, E)^T, \quad (2)$$

$$\mathbf{E} = y \left(\rho u, \rho^2 u + p, \rho uv, \left(E + \frac{p}{\rho} \right) u \right)^T, \quad (3)$$

$$\mathbf{F} = y \left(\rho v, \rho uv, \rho^2 v + p, \left(E + \frac{p}{\rho} \right) v \right)^T, \quad (4)$$

$$E = \left(e + \frac{u^2}{2} \right), \quad (5)$$

$$m \frac{dp}{dt} = p_p S, \quad (6)$$

$$p_p(t) = p(x_p, t), \quad (7)$$

где v, u, p, e, E, m – компоненты скорости, давление, плотность, внутренняя энергия газа, полная энергия единицы массы газа, масса снаряда соответственно.

В качестве рабочего тела выступает невязкий газ, плотность которого определяется из уравнения состояния идеального газа. Объем камеры рассматриваемой баллистической установки составляет 0.519 м^3 , длина ствола 6.5 м, диаметр камеры 0.8 м, калибр 0.265 м, начальное положение снаряда 0.3 м. Экспериментальные данные и начальные условия, необходимые для валидации разработанной методики, представлены в [3]. В результате моделирования максимальная погрешность выходной скорости относительно эксперимента составляет 4.3%, при этом средняя погрешность составила 2.4%.

Для оценки влияния уширения камеры на выходную скорость снаряда были рассмотрены три варианта уширения камеры для трех различных отношений масс газа к массе снаряда. Из уравнения состояния идеального газа

$$M = (PW)/(R_g T), \quad (8)$$

где P, T – давление и температура газа в камере, W – объем камеры, R_g – газовая постоянная азота, была определена масса газа в камере – 30,89 кг. Далее для трех отношений масс газа к массе снаряда были получены три варианта масс снаряда

$$\mu = M/m = \{0.1, 1, 10\}, \quad (9)$$

из данного соотношения масса снаряда будет составлять 308,9 кг, 30,89 кг, 3,09 кг соответственно.

Для трех полученных масс снарядов были рассмотрены три уширения камеры:

1. Диаметр камеры равен калибру.
2. Диаметр камеры составляет 3 калибра.
3. Диаметр камеры составляет 6 калибров.

При этом давление в камере составляет 5 МПа, остальные параметры баллистической установки аналогичны рассмотренной выше.

В результате моделирования были получены распределения основных газодинамических параметров по длине ствола в различные моменты времени. Выходная скорость снаряда при этом имеет максимальное значение при наибольшем уширении камеры, снижаясь с уменьшением уширения. Полученные результаты показывают, что разница в скоростях между наиболее широкой и наиболее узкой камерой может составлять более 20 % при $\mu = 1$, при этом при увеличении μ разброс скоростей уменьшается и составляет менее 13% для $\mu = 10$.

В ходе решения данной задачи также получена графическая зависимость выходной скорости от уширения камеры для различных μ , что позволяет на этапе проектирования баллистической установки подобрать оптимальное уширение камеры для получения наибольшей выходной скорости снаряда.

Список литературы

1. Златин Н.А., Красильщиков А.П., Мишин Г.И., Попов Н.Н. Баллистические установки и их применение в экспериментальных исследованиях. Москва, Наука, 1974, 344 с.
 2. Horak V., Do Duc L., Vitek R., Beer S., Mai Q.H. Prediction of the Air Gun Performance. *Advances in Military Technology*, 2014, vol. 9 (1), pp. 31-44.
 3. Moradi A., Ahmadikia H. One-Dimensional and Axisymmetric Numerical Simulation of a Single-Stage Gas Gun. *Adv. Theor. Appl. Mech.*, 2011, vol. 4(3), pp. 101-111.
-

СЕКЦИЯ «РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И МЕХАТРОНИКА»**УДК 004.85****ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТИ MASK R-CNN ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ЛЮДЕЙ В ЗОНЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

К.С. Богушев, магистрант

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

bogushev-kostya@yandex.ru

Научный руководитель: В.И. Рубцов, к.т.н., доцент

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

Нейросеть Mask R-CNN – архитектура нейросети образца 2017 года, разработанная компанией Facebook Research AI. Она представляет собой последнее «звено» цепочки развития нейросетей R-CNN → Fast R-CNN → Faster R-CNN, предназначенных для классификации изображений [1]. Mask R-CNN развивает архитектуру Faster R-CNN путём добавления ещё одной ветки, которая предсказывает положение маски, покрывающей найденный объект, и, таким образом решает уже задачу сегментации экземпляров. Маска представляет собой просто прямоугольную матрицу, в которой 1 на некоторой позиции означает принадлежность соответствующего пикселя объекту заданного класса, 0 — что пиксель объекту не принадлежит [2]. Разработанную архитектуру условно разделяют на CNN-сеть вычисления признаков изображения, называемую backbone и включающую в себя карты признаков с выделением регионов, в которых предположительно находится объект, и head — объединение частей, отвечающих за предсказание ограничивающего прямоугольника, классификацию объекта и определение его маски, т.е. классификаторы.

В условиях чрезвычайной ситуации человек на изображении, поступающем в систему технического зрения (СТЗ) робота, может быть перекрыт каким-либо предметом, либо же находиться под завалами из обломков, снега или песка. Это значительно затруднит работу нейросети по обнаружению человека в кадре полностью, т.к. алгоритм не сможет правильно идентифицировать его наличие в сцене. В данной работе решено искать человека не как цельный объект, а по отдельным частям тела так, чтобы по наличию в кадре любой видимой (неперекрытой) части тела алгоритм мог ее распознать и сделать вывод о наличии рядом с роботом-спасателем человека.

По результатам выбора стратегии сегментация для данной исследовательской работы была подготовлена и размечена выборка из 110 изображений, 90 из которых являлись тренировочными, а оставшиеся – валидационными [3]. Было принято решение разбить искомые объекты на 4 класса: тело, голова, руки и ноги. Настраиваемыми параметрами при тренировке нейросети являются количество эпох обучения и количество стадий внутри эпохи, пропорциональное размеру разового набора изображений.

Формирование масок и регионов-кандидатов происходит достаточно точно лишь на «типичных» изображениях, на которых человек расположен в обычных позах, например, прямо стоящим, сидящим или лежащим. На изображениях с нетипичным расположением частей тела друг относительно друга нейросеть недоформирует маски, а также путает классы объектов (наиболее частый пример – замена класса «руки» на «ноги» и наоборот). На основании данных подсчета количества ошибок первого и второго рода для каждого класса можно сделать следующий вывод: нейросети не делает ложных предсказаний о наличии объектов на классах «голова» и «тело», ошибки первого рода по этим классам также малы; высокий процент ошибок на классах «руки» и «ноги» связан с вышеуказанной проблемой их замещения друг друга.

Таким образом, по результатам первичного анализа текущей итерации нейросети были сформулированы следующие рекомендации: увеличить количество изображений

обучающей выборки; продлить обучение за счет увеличения числа эпох; внести разнообразие в обучающую выборку: изображения большего числа различных положений частей тела; в выборку включать не только объекты, содержащие человека целиком, но и такие, в которых в кадр попадает только одна или несколько частей тела.

Список литературы

1. Mask R-CNN: архитектура современной нейронной сети для сегментации объектов на изображениях. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/421299/> (дата обращения 05.05.2019).
2. Mask R-CNN. URL: <https://arxiv.org/abs/1703.06870> (дата обращения: 05.05.2019).
3. Сегментация изображения. Режим доступа: <https://habr.com/post/128768/> (дата обращения 04.05.2019).

УДК 62

АНАЛИЗ ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЙ ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ МЕТОДОМ ИЗОКЛИН

В.Д. Лебедев, бакалавр

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

lebedewvolodya@yandex.ru

Научный руководитель: В.И. Рубцов, к.т.н., доцент

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

Шаговые двигатели нашли широкое применение, как на производстве, так и в быту. Главное их достоинство высокая точность шага, а также возможность работы без использования обратной связи. Но, как и в любом механическом устройстве, сделанным человеком, в нем есть недостатки. Один из самых главных недостатков является проскальзывание шага [1].

Проскальзывание шага в шаговых двигателях, прописывается в технических документах на механическое устройство. Но бывает и так, что необходимо просчитать количество пропущенных шагов, а также найти их зависимость от того или иного параметра. Моя работа раскрывает эти задачи.

Получив математическую модель работы шагового двигателя, где входным параметром является положение ротора, а выходным угловая скорость ротора, был предложен метод для построения изоклин [2]. С помощью среды MatLab и скрипта RPLANE 8 версии, доработанного под конкретные задачи исследования [3] получены графики перехода шагов, с установленным временем, где по оси абсцисс – положение ротора в радианах, а по оси ординат скорость вращения ротора.

Изменяя скорость перехода шага, на графиках можно наблюдать, как изменятся задержка шага, и как она накапливается от шага к шагу. Так же можно увидеть идеально сбалансированные шаги, и найти зависимость скорости ротора от его положения. Решением проскальзывания шагов, или же по другому их «потерь», можно «нагнать» путём введения обратной связи, или же балансировки максимальной скорости ротора и ограничения поворотов.

Метод изоклин не ограничивается анализом команд шага в одном направлении или постоянным временем между шагами. Любая последовательность шагов или скорость шагов может быть рассмотрена путем выбора правильного набора изоклин, соответствующих последовательности шагов. Любая последовательность шагов или скорость шагов может быть рассмотрена путем выбора правильного набора изоклин, соответствующих последовательности шагов. Предложенный метод позволяет исследовать любую входную последовательность шагов.

Список литературы

1. David J. Robinson, Lewis Research Center Cleveland, Ohio Dynamic Analysis of Permanent Magnet Stepping Motors: National Aeronautics and Administration 1969. С 39-48.
2. Proctor, John: Stepping Motors Move In. Product Eng., vol. 34, Feb. 4, 1963. С. 74-78.
3. <https://www.youtube.com/watch?v=hzI34sp1tLU>

УДК 62-586**Моделирование движения гусеничного мобильного робота.**

Е.С. Зуев, бакалавр

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

zueves.bmstu.ru

Научный руководитель: В.И. Рубцов, к.т.н., доцент

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

Для решения полномасштабной задачи автономного управления движением РТК необходима разработка и внедрение в практику системы обеспечения опорной и профильной проходимости. Частью задачи по определению опорной проходимости, является математическая модель поведения РТК в конкретных грунтовых условиях. Основная задача данной системы — это моделирование динамики движения РТК путём преобразования входных воздействий (угловой скорости и крутящего момента ведущих колес) в процессе перемещения РТК с учетом его динамических свойств, а также особенностей взаимодействия движителя с конкретным грунтом. Для этого система должна решать и обратную задачу — на основе динамических воздействий со стороны опорного основания на ходовую систему машины определять параметры дорожно-грунтовых условий и корректировать управляющее воздействие на исполнительные приводы.

Ставится задача разработки адаптивного регулятора движения автономного гусеничного РТК среднего класса в недетерминированных условиях.

Для создания математической модели был проведен обзор литературы, в результате которого для моделирования прямолинейного движения и поворота РТК была выбрана математическая модель представленная в книге [1].

Основные элементы исполнительной подсистемы робота при моделировании могут быть представлены в виде передаточных функций. В [2] были представлены математические модели элементов исполнительной подсистемы.

При моделировании движения РТК в качестве подхода определения критериев проходимости робота прием метод описанный в [3], согласно которому производится замена существующего рельефа местности на отдельные участки с различными характеристиками, совокупность которых образует мозаичную карту местности с допущением, что в пределах каждого из участков характеристики местности являются однородным и их незначительными изменениями можно пренебречь.

Список литературы

1. Никитин А.О., Сергеев Л.В. Теория танка. М.: Изд-во АБТВ, 1962. 583 с.
2. Носков В.П., Рубцов В.И., Рубцов И.В. Математические модели движения и системы технического зрения мобильных робототехнических комплексов: учеб. пособие. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. 93 с.
3. <http://fliphtml5.com/vhty/yojy>.

УДК 629.365

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАТЧИКОВ РАССТОЯНИЯ

И.В. Арискин, магистрант

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

vanoar31@gmail.com

Научный руководитель: В.И. Рубцов, к.т.н., доцент

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

Цифровой фильтр — в электронике любой фильтр, обрабатывающий цифровой сигнал с целью выделения и/или подавления определённых частот этого сигнала. В отличие от цифрового, аналоговый фильтр имеет дело с аналоговым сигналом, его свойства не дискретны, соответственно передаточная функция зависит от внутренних свойств составляющих его элементов. Цифровые фильтры на сегодняшний день применяются практически везде, где требуется обработка сигналов, в частности в спектральном анализе, обработке изображений, обработке видео, обработке речи и звука и многих других приложениях [1].

Для использования на внутритрубном роботе были выбраны следующие цифровые фильтры:

1. Упрощенный фильтр Калмана хорошо себя зарекомендовал для работы в системах реального времени. Вычисления не занимают большого количества времени и требуется запоминать только одно значение предыдущего вычисления, что гарантирует минимальное запаздывание. Фильтр Калмана также имеет хорошую степень фильтрации сигнала в сравнении с большинством популярных фильтров [2]. Однако недостатком фильтра стоит отметить, что при фильтрации быстроменяющегося сигнала с высокочастотным шумом результатом будет более медленное изменение отфильтрованного сигнала, что значительно влияет на точность.

2. Медианный фильтр хорошо справляется с фильтрацией больших отклонений, однако при постоянном шуме самого датчика он дает плохие результаты. Таким образом, его применение целесообразно в тех случаях, когда датчик имеет маленькую амплитуду собственных шумов в сравнении с амплитудой фильтруемого сигнала, и сигнал является медленно меняющимся, в сравнении со взятым окном измерений.

3. Фильтр «скользящего среднего» по принципу работы схож с медианным, однако он не учитывает, грубую ошибку датчика, "резкий скачек" одного значения, который может быть вызван попаданием луча дальномера на поверхность с неравномерным отражением. Также его фильтрация тем лучше, чем больше окно измерений, а в системе реального времени необходимо получать точное значение при минимальном количестве измерений. Согласно исследованиям медианный фильтр дает большую точность при одном и том же окне [3].

Для проверки работы фильтров был использован макет на платформе Arduino. В качестве датчиков были использованы ультразвуковой дальномер и 4 инкрементных энкодера. Состав датчиков был выбран таким образом, чтобы исследовать увеличение точности абсолютного датчика (дальномера), путем комплексного использования его с относительными датчиками (энкодерами), и применением фильтров, так как в конечной системе могут быть проскальзывания, или вовсе отсутствие информации с энкодера, например, при прохождении Т-образных врезок трубы.

Алгоритм работает следующим образом: к сигналу с дальномера применяется медианный фильтр который сглаживает большие отклонения. После используется фильтр бегущее среднее, который усредняет результаты предыдущего и текущего измерений в зависимости от величины отклонения. Полученное значение берем за основу для дальнейших 50 циклов. В эти 50 циклов происходит опрос 4-х инкрементальных

энкодеров и в случае поворота 3-х из них вперед на одну дискрету энкодера, прибавляется значение расстояния соответствующее этой дискрете, а в случае поворота назад отнимается. В течении этих 50 циклов значение каждый раз проходит через упрощенный фильтр Калмана, который сглаживает «ступеньки» дискретного сложения. По истечении 50-ти циклов вновь рассчитывается значение с дальномера, что является сбросом накопленной ошибки.

Список литературы

1. Рабинер Л. Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов / Пер. с англ. Зайцева А.Л. Назаренко Э.Г. М: Мир, 1978. 835с.
2. Балакришнан А.В. Теория фильтрации Калмана. М.: Книга по Требованию, 2013. 164 с.
3. Морозов Р.О., Девитт Д.В. Методы обработки навигационной информации в целях повышения точности // Инженерный вестник Дона. 2018. №2.

УДК 629.365

РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ШЕСТИНОГИМ ШАГАЮЩИМ РОБОТОМ

Н.Н. Воевода, магистрант

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

threespots@mail.ru

Научный руководитель: В.И. Рубцов, к.т.н., доцент

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

Автономные шагающие роботы, иначе локомоционные роботы, используются все чаще в настоящее время при решении различных экстремальных задач. Такие устройства способны во время перемещения самостоятельно выбирать точки контакта ног с поверхностью грунта, учитывая ее неровности и наделяя шагающие машины высокой проходимостью и маневренностью, что критично для работы автономных робототехнических комплексов в экстремальных условиях [1, 3].

Маневренность шагающей машины ключевым образом зависит от ее строения. Возможно получить симметричную относительно геометрического центра форму корпуса, при которой робот способен моментально повернуться на большой угол путем выбора новой ориентации без смены схемы перемещения. Величина угла зависит от количества ног аппарата. Для ориентации вектора направления на целевую точку модуль должен сменить систему координат, реализовав таким образом мгновенный разворот на часть угла, а затем скорректировать свое положение, повернувшись на требуемый угол или продолжив свое перемещение к цели. Скорректированный угол робот может отработать и разворачиваясь на месте, и разворачиваясь во время движения вперед. В связи с этим было принято решение о разработке шестиногого шагающего робота с симметричным относительно основания корпусом, а также его системы управления и интерфейса. Система управления и интерфейс должны учитывать разнообразные походки и дополнительные параметры работы робота, такие как: клиренс, углы крена и тангажа корпуса. При этом решаются следующие задачи: анализ современных существующих методик управления шагающими роботами; формирования требований к методике управления; формирование промежуточных выводов по направлению дальнейших исследований.

Исходя из проведенного анализа, существующие модели шестиногих роботов являются симметричными относительно основной продольной оси. Из-за этого не раскрывается весь потенциал кинематики модулей симметричных относительно геометрического центра основания. Поэтому требуется разработать концепцию

управления, которая будет учитывать все плюсы существующих методов, а также реализует возможность перемещения со сменой ориентации шагающего робота, что повысит маневренность и скорость перемещения.

Систему управления необходимо разработать для шестиногого шагающего робота, который имеет конечность с тремя управляемыми и одной неуправляемой степенями свободы, который является симметричным относительно геометрического центра шестиугольного основания корпус. При этом она должна реализовывать ряд функций при статических устойчивых методах перемещения: перемещение во всех направлениях в горизонтальной плоскости без смены ориентации; разворот в обе стороны по углу курса в том числе и во время перемещения; смена ориентации в шести различных направлениях; изменение клиренса; перенос центра масс в горизонтальной плоскости без передвижения стоп конечностей; вращение по углу курса без перестановки конечностей; изменение углов тангажа и крена; возможность сохранения относительного положения центра масс и углов наклона корпуса во время статического перемещения; реализация постоянного отклонения центра масс и углов поворота корпуса робота относительно положения стоп во время статических устойчивого перемещения. Также робот должен уметь реализовывать следующие статические устойчивые походки: 6-тиногая пошаговая походка симметричная относительно направления движения; 6-тиногая пошаговая походка комбинацией трешками передней стороны корпуса; 6-тиногая волновая диагональная походка; 6-тиногая походка трешками; 6-тиногая походка двойками; 4-хногая пошаговая походка с ориентацией на сторону основания.

Разрабатываемая система управления будет существенно отличаться от существующих аналогов тем, что в нем возможна смена ориентации и реализация большого количества походок, что позволяет раскрыть больший потенциал кинематики шагающей машины. На данном этапе проведены массогабаритная оценка и расчет нагрузки на приводы конечностей, реализована обратная задача кинематики для одной конечности на компьютерной модели, разработанной в Solidworks и переведенной в Simscape Multibody.

Список литературы

1. Лапшин В. В. Механика и управление движением шагающих машин. М.: Изд-во МГТУ им. НЭ Баумана, 2012.
2. Охоцимский Д.Е., Голубев Ю.Ф. Механика и управление движением автоматического шагающего аппарата. М., Наука, 1984.
3. Павловский В.Е. О разработке шагающих машин. М.: изд-во ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, 2013.

УДК 681.5.08

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО 3D-СКАНИРОВАНИЯ

Ю.Л. Смирнова, бакалавр

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

smirnovayul@student.bmstu.ru

Научный руководитель: В.В. Зеленцов, старший преподаватель

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

Области применения технологий 3D-сканирования весьма обширны: технический контроль качества изделий на производстве; реверс-инжиниринг (разработка по имеющейся копии); создание 3D-моделей для дополненной и виртуальной реальности; перевод в цифровой формат дизайнерских заготовок ювелирных изделий; создание демонстрационных моделей товара перед продажей; оцифровка произведений искусства.

Проведен обзор современных технологий оцифровки реальных объектов и получения их 3D-изображений. Существуют два принципиально разных подхода к получению информации о форме поверхности объекта: контактный и бесконтактный. Бесконтактные сканеры основываются на одном из 4 видов излучений: лазерное, световое, ультразвуковое и рентгеновское. Наиболее распространены сканеры на основе лазеров: времяпролетные сканеры, триангуляционные сканеры, коноскопическая голография. Среди световых выделяют сканеры: использующие пассивное излучение (без собственного источника) – силуэтный, стереоскопический и фотометрический методы; использующие активное излучение (испускают и анализируют полученный сигнал) – сканеры структурированного и модулированного света.

Для получения максимально полной визуальной информации об объекте необходимо перемещать сканер по поверхности воображаемой сферы, описанной вокруг исследуемого объекта. Соответственно, сканер в каждой точке траектории имеет 5 степеней свободы и его положение однозначно описывается 3-мя линейными координатами и 2-мя углами поворота. Однако, для реализации такого движения достаточно механизма, имеющего только 2 степени подвижности.

В результате анализа существующих способов перемещения сканирующих устройств, а также рассмотрения технических ограничений разных типов сканеров была разработана собственная оригинальная конструкция. Основой механизма является радиусная криволинейная направляющая НСР ТНК в форме полуокружности. На ней установлена подвижная каретка, способная перемещаться с минимальным трением. Она приводится в движение ремненной зубчатой передачей, точность которой подтверждается широким использованием в 3D-принтерах. В качестве исполнительного механизма привода установлен шаговый двигатель с закрепленным на валу зубчатым шкивом. Вдоль криволинейной направляющей установлены вспомогательные шкивы, на одном из ее концов закреплен сам двигатель. Вся эта конструкция установлена на вращающейся оси, приводимой в движение более мощным двигателем, закрепленном на неподвижном основании.

Описанная выше конструкция позволяет исследовать поверхность объекта со всех углов обзора. Этих возможностей достаточно для построения 3D-моделей объектов даже самых сложных форм. Уникальность данного механизма в том, что на его основе можно создать робототехнический комплекс с конвейерной лентой, что позволяет автоматизировать подачу новых объектов и повысить производительность сканирования.

Список литературы

1. Киселев В. Топ 3D Expo 2018 // 3D-сканирование, как фактор развития промышленности. Режим доступа: top3dshop.ru.
2. Мустари Ш. и Внуков А.А. Математическое обеспечение программных реализаций алгоритмов кинематики манипулятора для моделей покраски поверхности тел // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. М.: РУДН, 2014. С. 3.
3. Попадюк С. Как 3D-сканирование решает задачи контроля качества на производстве. Режим доступа: <http://blog.iqb-tech.ru/3d-scanning-quality-control>.

УДК 629.3.025

СИСТЕМА СТЫКОВКИ И ИЗМЕНЕНИЯ КОНФИГУРАЦИИ ДЛЯ РЕКОНФИГУРИРУЕМОГО МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Н.В. Петров, студент магистрант

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

nick.petr8v@yandex.ru

Научный руководитель: В.В. Зеленцов, старший преподаватель

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

Реконфигурируемые мобильные роботы – это мобильные роботы, способные к изменению своих кинематической и функциональной структур в зависимости от условий окружающей среды, с целью адаптации к различным выполняемым задачам, поверхностям и особенностям ландшафта для эффективного передвижения и выполнения поставленных задач. Под возможностью реконфигурации понимается способность к объединению группы роботов в одну общую кинематически связанную структуру (чаще всего цепь) для расширения функциональных возможностей роботов, а также способность к активному изменению относительного положения соединенных роботов. Реконфигурируемые модульные робототехнические системы имеют перспективы использования в области разведки, а также при решении задач группового управления.

В рамках дипломной работы автора разрабатывается модульная система, состоящая из 3-5 гусеничных модулей массой 5 килограмм и максимальным габаритом 20 сантиметров каждый. Для обеспечения способности к стыковке и реконфигурации роботы должны обладать соответствующей системой, органично вписывающейся в конструкцию самих роботов. Для разработки этой системы были рассмотрены несколько примеров существующих систем с целью анализа и оценивания преимуществ и недостатков конструкций их механизмов стыковки и реконфигурации.

Первая из них – Millibots [1]. Это мини-модульная реконфигурируемая система. Размеры модуля по всем трем измерениям не превышают 5 сантиметров, модуль представляет из себя платформу с двумя гусеницами-ремнями, приводящимися в движения независимо. Имеет механизм стыковки защелочного типа, причем стыковка модулей осуществляется вручную человеком-оператором. Изменение относительного положения осуществляется с помощью одного привода вращения, благодаря чему один модуль способен двигаться относительно другого только по углу тангажа.

Вторая – S-Bots [2]. Максимальные размеры модуля – около 15 сантиметров, модуль представляет собой мобильную гусеничную платформу со специальным круглым профилем. Механизм стыковки – захватного типа, благодаря чему возможна автономная стыковка модулей, причем стыковка осуществляется именно при захвате круглого профиля, к одному модулю может пристыковаться несколько других. Также оснащен приводом вращения для относительного движения модулей по углу тангажа, однако возможен относительный поворот по углу рысканья благодаря нежесткой связи модулей.

Третья – JL1 и JL2 [3]. Модули гусеничные, но размеры их больше, чем у рассмотренных выше, максимальные размеры около 50 сантиметров. JL1 оснащен механизмом стыковки защелочного типа (но защелки автоматические), а JL2 – захватного. Возможна автономная стыковка модулей. Также обе версии оснащены двумя шариковинтовыми передачами и одним приводом вращения, благодаря чему относительное движение роботов возможно по трем углам – тангажа, рысканья и крена. Удерживание одного модуля навесу относительно другого осуществляется без затрат энергии. Однако масса и габариты такого механизма велики.

Исходя из анализа рассмотренных конструкций были уточнены требования к разрабатываемому механизму: он должен иметь минимальные габариты и вес, удерживание одного робота навесу относительно другого должно происходить без затрат

энергии, а также необходима возможность относительного движения хотя бы по двум углам – тангажа и рысканья.

С учетом перечисленных требований была спроектирована конструкция механизма реконфигурации для разрабатываемой системы, причем для обеспечения отсутствия затрат энергии на удержание используется червячная пара. Габариты спроектированного механизма позволяют без проблем разместить его внутри корпуса робота, а масса составляет около 1,4 килограмма.

Список литературы

1. H.B. Brown, J.M. Vande Weghe, C.A. Bererton, P.K. Khosla, Millibot train for enhanced mobility, IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, 2002.
2. R. Groß, M. Bonani, F. Mondada, M. Dorigo, Autonomous self-assembly in swarm-bots, IEEE Transactions on Robotics, 2006.
3. W. Wang, H Zhang, H. Fu, J. Zhang, G Zong, Drivable Workspace Analysis of The Reconfiguration Mechanism in A Mobile Robots System, IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, 2007.

УДК 004

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ SLAM ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МОБИЛЬНОМУ РОБОТУ

Н.В. Дегтяренко, магистрант

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Специальное машиностроение»
more.pure.i@gmail.com

Научный руководитель: С.А. Воронников, д.т.н., доцент

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

Алгоритмы одновременной локализации и картирования (SLAM) широко применяются в сфере мобильной робототехники. В настоящее время существует множество алгоритмов с разными подходами, которые работают на различных мобильных платформах и разных датчиках с разной точностью локализации и точностью построения карты помещения в связи с чем необходим анализ качества работы алгоритмов на конкретном роботе.

В ходе научно-исследовательских работ был произведён анализ качества работы алгоритмов SLAM для работы внутри помещения на мобильной платформе, представляющей собой робот-пылесос Neato-xv21, оснащённого двухмерным сканирующим лазерным дальномером (лидаром) neato lidar xv-21 и датчиками колёсной одометрии.

Рассматриваемые алгоритмы должны удовлетворять следующим критериям:

- Иметь возможность работы realtime на одноплатных компьютерах
- Быть устойчивыми к кратковременному пропаданию данных
- Обладать возможностью строить карту с разрешением 0.5 метра на пиксель
- Обладать возможностью строить карту с размером не менее 200x200 метров

Был проведён анализ научных статей по данной теме [1-3], в ходе которого было выбрано несколько алгоритмов, которые показали наилучшие результаты на других мобильных роботах. Это алгоритмы Gmapping, Hector slam и Cartographer.

В ходе тестирования все алгоритмы имели настройки по умолчанию. Алгоритмы Gmapping и Cartographer получали на вход данные с лидара и одометрии, в то время как алгоритм Hector slam принимал данные только с лидара, так как для его работы данные с одометрии не требуются.

В качестве критериев оценки качества работы алгоритмов были выбраны следующие показатели:

- потребляемая вычислительная мощность;
- ошибка при движении в заданную точку с заранее построенной картой и без;
- ошибка при движении по траектории «квадрат»;
- ошибка измерения размеров помещения;
- угол при картографировании коридора на 100 метров.

Были проведены тестовые испытания и измерены вышеперечисленные показатели. Алгоритм Hector slam показал неустойчивую работу при быстром изменении угла поворота мобильного робота, поэтому в дальнейшем не тестировался.

В результате проведенного тестирования был выбран алгоритм SLAM Cartographer. В ходе тестирования были определены границы применимости получаемых карт и предложено добавить систему компьютерного зрения для увеличения точности навигации в местах с небольшим количеством изменений ландшафта, видимых лидаром.

Список литературы

1. Andreas Teodor Coroiu, Oscar Hinton A Platform for Indoor Localisation, Mapping, and Data Collection using an Autonomous Vehicle // In Master's Theses in Mathematical Sciences FMA820 / 2017.
2. Simultaneous localization and mapping. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Simultaneous_localization_and_mapping, accessed: 21.02.2019.
3. Maksim Filipenko, Ilya Afanasyev Comparison of Various SLAM Systems for Mobile Robot in an Indoor Environment // Conference: 9th IEEE International Conference on Intelligent Systems / 2018.

УДК 681.587.72

РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЕМОЙ СФЕРИЧЕСКОЙ ФРИКЦИОННОЙ МУФТЫ ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОЙ АККОМОДАЦИИ НЕСКОЛЬКИХ ВРАЩАТЕЛЬНЫХ СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ

А.О. Малинский, бакалавр

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

malanto@mail.ru

Научный руководитель: Е.А. Перминова, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Научный консультант: А.И. Огородник, ассистент

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

Позиционирование приспособлений крепления, таких как присоски и электромагниты параллельно поверхности осуществляется путем поворота. Поворот требуется осуществлять по двум независимым осям. На данный момент для позиционирования приспособления крепления используются датчики, измеряющие расстояние до поверхности, по их показаниям осуществляется, путем экстраполяции, восстановление вектора нормали к поверхности. Затем два исполнительных привода осуществляют поворот карданного подвеса приспособления крепления максимально плотного для контакта с поверхностью.

Новизна данного проекта заключается в том, что карданный подвес и два электромеханических привода заменены на фрикционную сферическую муфту, блокировка которой осуществляется одним электромеханическим приводом. Основной целью работы является разработка механизма управляемой сферической муфты и электромеханического привода (ЭМП), который обеспечит необходимый момент удержания и достаточно быстрое переключение. Основными требованиями к данному

ЭМП были назначены компактность, надежность при способности обеспечить высокую скорость переключения. Планетарный редуктор удовлетворяет всем вышеуказанным условиям. В соответствии с требованиями было сформировано техническое задание:

1. Момент удержания в режиме блокировки не менее 8 Нм, коэффициент запаса 1,5.
2. Момент трения в режиме разблокировки не более 0,2 Нм (при центральной нагрузке на муфту 5 Н)
3. Допустимая центровая нагрузка на муфту в режиме блокировки: не менее 50 Н.
4. Допустимая центровая нагрузка на муфту в режиме разблокировки: не менее 5 Н.
5. Угловая подвижность по осям X и Y не менее $\pm 15^\circ$
6. Угловая подвижность по оси Z не регламентируется.
7. Люфт не более 1°
8. Максимальное время переключения муфты: не более 0,5 с
9. Энергонезависимость в обоих режимах.
10. Отсутствие заклинивания.
11. Режим работы привода муфты: реверсивный, пуск-останов.
12. Расчетный ресурс работы муфты: не менее 10^6 циклов.
13. Физико-климатические условия эксплуатации: работа в закрытом, не герметичном корпусе.
14. Требования к массе муфты: не более 1 кг.

В результате проведенной работы был разработан механизм управляемой сферической муфты и ЭМП для управления механизмом сферической муфты. Он состоит из электродвигателя и редуктора. Так как происходит работа с большими моментами, и требуется высокая надежность, было решено разработать трехступенчатый планетарный редуктор. Таким образом, показана новая конструкция для механического позиционирования крепежного приспособления и одновременной аккомодации нескольких вращательных степеней свободы, которая удовлетворяет заданным требованиям и является более совершенной по сравнению с предшествующими устройствами.

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, 2010. В 2-х ч. Ч.1.78с.
2. 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. В 2-х ч. Ч.2.82с.

УДК 681

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РУЛЕВОГО ПРИВОДА БЕСПИЛОТНОГО АВТОМОБИЛЯ «ФОРМУЛА СТУДЕНТ»

П.Д. Карасев, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

pavelka98@gmail.com

Научный руководитель: Е.А. Перминова, доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Формула Студент – это международные инженерные соревнования, основанные сообществом автомобильных инженеров. Соревнования включают в себя три класса автомобилей:

- с двигателем внутреннего сгорания;
- с электродвигателем;
- беспилотные. Они могут быть как с двигателем внутреннего сгорания, так и с электродвигателем;

Беспилотный автомобиль для своей работы требует наличия большого количества различных датчиков и приводов, например, привода для управления тормозными механизмами болида и рулевого привода, о котором и пойдет речь.

Основным ограничением и руководством при создании любого узла и механизма автомобиля «Формула Студент» являются требования технического регламента, поэтому в основу концепции ложатся именно они.

По требованиям технического регламента привод рулевого управления должен иметь два режима:

- Ручной режим. В этом режиме электрическая часть привода (электродвигатель и датчики) должна быть обесточена в целях безопасности пилота;
- Беспилотный режим. В этом режиме рулевым механизмом управляет, отведенный для этого, блок управления;

Помимо этого, привод должен быть легким, компактным и обладать высоким быстродействием.

Конструкция, удовлетворяющая всем вышеперечисленным требованиям, включает в себя:

- бесколлекторный электродвигатель постоянного тока;
- планетарную передачу;
- электромагнитную муфту сцепления;
- ступенчатую передачу;
- коническую передачу;
- датчик положения рулевого вала;
- корпус;

Бесколлекторный электродвигатель серии 3650 позволяет получить необходимую мощность при его малом весе: 175г и габаритах. Он устанавливается в самом начале привода и вращает солнечную шестерню первой ступени планетарного редуктора.

Планетарная передача в своем составе имеет три одинаковых ступени с суммарным передаточным числом 122. Использование трех одинаковых ступеней позволяет сделать передачу наиболее простой и дешевой и использовать одно общее опорное колесо. Сателлиты устанавливаются на шарикоподшипниках, а ступени разделены специальными шариками, расположенными между соседними водилами для исключения продольного люфта и повышения КПД редуктора.

Электромагнитная компактная зубчатая муфта сцепления, используется для того, чтобы подводить и отводить момент с выходного звена планетарной передачи, что сильно облегчает управление в ручном режиме, потому что планетарная передача не создает паразитного момента на рулевом колесе.

Ступенчатая передача с передаточным числом равным единице включает в себя два зубчатых колеса и нужна для передачи момента от рулевого колеса и планетарной передачи к конической передаче. С планетарной передачей она связана через электромагнитную муфту.

Конический регулируемый редуктор передает момент на выходной вал рулевого привода. Регулирование осуществляется с помощью проставок, устанавливаемых под конические колеса и, тем самым, поджимающих колеса друг к другу для исключения люфтов на выходном звене.

Датчик положения рулевого вала необходим для организации обратной связи. Он представляет собой небольшую печатную плату с микросхемой, которая является

абсолютным магнитным энкодером и считывает угол поворота рулевого вала с помощью установленного в его торец магнита.

Корпус представляет собой две половинки. Одна половинка выполнена из алюминия, вторая выполнена из углеволокна. При сборке все узлы привода устанавливаются в алюминиевую часть корпуса и укрепляются в ней с помощью небольших крышек, поверх которых устанавливается половинка из углеволокна. Такая конструкция проста в изготовлении и технологична, крышки позволяют обрабатывать посадки различных узлов целиком, а доступ к узлам привода для его ремонта и обслуживания открывается снятием всего одной детали.

Такой привод удовлетворяет требованиям технического регламента соревнований, является легким, компактным и легким в обслуживании.

УДК 62-835

МОБИЛЬНЫЙ РОБОТ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ С ВИНТОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

А.Б. Браташ, магистрант

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

aleksander-bratash@yandex.ru

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

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

Мобильные роботы широко используются в промышленности и в средах, труднодоступных или опасных для человека. В настоящее время они также применяются в военной сфере, решая такие проблемы как: проведение разведывательных операций, огневая поддержка, обезвреживание боеприпасов и деактивация взрывоопасных объектов.

Одним из популярных направлений мобильной робототехники являются технологические роботы вертикального перемещения (ТВРП). Необходимость создания ТВРП возникла в результате возросших требований к выполняемым технологическим операциям. Например, необходимо выполнять разминирование помещений, включая стены и потолки, аварийные и профилактические работы на атомных электростанциях, проведение ремонтных работ на корпусах судов в доках, проверка аварийного состояния построек, исследование грузовых контейнеров в портах и т.д.

Рассматриваемая модель, задачи исследования.

Основными целями работы были: выбор ходовой части робота, выбор алгоритма поднятия робота на вертикальную поверхность, определение максимального угла поворота подвеса с пропеллером. Задачами рассматриваемого ТВРП стали исследование аварийного состояния гражданских зданий и исследование ISO-контейнеров в портах. В процессе обзора аналогов был найден наиболее подходящий образец — мобильный робот VertiGo [3].

Выбор ходовой части был проведен учитывая характер местности на которой будет эксплуатироваться робот. Так как исследуемая модель подразумевает использование преимущественно на ровных поверхностях с небольшими неровностями, решено было остановиться на четырехколесном варианте ходовой части. Возможность поворота обеспечивают индивидуальные приводы на передней паре колёс.

Следующим этапом работы была разработка алгоритма заезда робота на вертикальную поверхность. Было выделено три фазы. В первой фазе разрабатываемый робот осуществляет подъезд к поверхности. Пропеллеры находятся в положении для горизонтального перемещения. Далее, во второй фазе платформа постепенно переходит в

вертикальное положение. При этом пропеллер на передней части направляет воздушный поток вертикально вниз, тем самым поднимая переднюю часть робота и заноса ее на стену. Пропеллер на задней части направляет воздушный поток горизонтально, в противоположную сторону от стены. Это делается для помощи перехода платформы в вертикальное положение и удержанию ее в этом положении. Последняя фаза характеризует начало вертикального движения.

Заключительным этапом исследования стало определение угла наклона пропеллера. Из уравнения равновесия сил и моментов найдена минимальная необходимая сила прижатия: для массы $m = 1$ кг, сила прижатия $F_{\text{п}} = 10,41$ Н. Соответственно для выбранного двигателя DYS SE2205-2300KV был получен возможный угол наклона $\alpha \approx 47^\circ$. Теоретические данные получены с учетом принятия допущений, поэтому при реализации необходимо учесть этот факт и пересчитать значения опытным путем.[1, с. 32-36]

Подводя итоги проделанной работы, были получены: габаритная схема модели, подбор основных компонентов силовых приводов, алгоритм управления, теоретические данные для наиболее ресурсоемкого режима работы. В дальнейшем планируется провести эксперименты для корректирования данных и реализации экспериментального образца.

Список литературы

1. Градецкий В.Г., Рачков М.Ю. Роботы вертикального перемещения, М.: Тип. Мин. Образования РФ, 1997. 223 с.
2. VertiGO wall-climbing robot. Available at: <https://www.vertigoproject.ch/>, accessed at 15.04.2019.

УДК 62-835

ЗАБРАСЫВАЕМЫЕ РОБОТЫ

С.Г. Козюлин, магистрант

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

sergreenden@gmail.ru

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

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

Различные условия эксплуатации, цели и задачи, которые ставятся перед забрасываемыми роботами, определяют особенности их разработки. Данный тип роботов является одним из видов минироботов [1]. Их вес варьируется от полу килограмма до пяти килограмм. Чем тяжелее и габаритнее робот, тем сложнее «забросить» его самостоятельно без дополнительного устройства. Но в то же самое время, уменьшение веса и размеров робота приводит к тому, что уменьшается и максимальный размер препятствия, которое он может преодолеть. Считается, чтобы человек смог самостоятельно «забросить» робота, его вес не должен быть более 2-х килограмм. Для удобства часто такие роботы имеют вид гранаты – цилиндрическая форма.

Существующих забрасываемых роботов можно разделить по следующим признакам: устройство ходовой части (количество колес), вес и габариты, механизм преодоления препятствий [2].

По устройству ходовой части роботы бывают двухколёсные, трехколесные, четырехколесные и гусеничные.

Двухколесная конструкция позволяет значительно уменьшить габариты робота, благодаря чему многие роботы с такой ходовой частью буквально переносятся в кармане. Но в то же время усложняется система управления данным роботом, так как необходимо следить за тем, чтобы корпус робота сохранял необходимый угол обзора. Для упрощения управления этим роботом часто в конструкцию добавляют «хвостовик», который чаще все

несет и какие то дополнительные функции. Так же недостатком такой конструкции является низкая проходимость, так как поставить простые флипперы не представляется возможным. Следовательно, чтобы робот преодолел больше 50мм (наиболее распространенный зазор между поверхностью и корпусом), необходимо устанавливать более сложные механизмы (прыгающий механизм). Но чаще всего к таким ухищрениям не прибегают, что делает такое устройство ходовой части идеальным в плане габаритов, но невозможным в использовании на неровной поверхности.

Четырехколесная конструкция, по сути, является противоположностью предыдущего типа. Благодаря стандартному типу ходовой части управление данным роботом проще, но сильно увеличивается вес и габариты, что усложняет его транспортировку. Также для преодоления больших препятствий и подъема по лестнице есть возможность установки флипперов. Можно установить прыгающий механизм, но в данном случае механизм сильно сложнее и требует больших энергозатрат, чем у двухколесной конструкции.

Трехколесная версия робота является компромиссом между двумя предыдущими. Но как она до конца не решила проблем одной, так и не приобрела все преимущества второй.

Также присутствуют гусеничные версии ходовых частей, повышающие проходимость, но обычно конструкции многих четырехколесных роботов позволяют использовать как колеса, так и гусеницы, в зависимости от задачи, стоящей перед ними.

По весу и габаритам забрасываемые роботы делятся на малые, средние и большие.

Малые забрасываемые роботы весят до 1,5 кг, благодаря чему приобрели название «карманные», которое отражает основное их достоинство. Средние роботы весят от 1,5 до 3 кг. Их можно переносить в рюкзаке, но дальность заброски значительно уменьшается, человек может кинуть в окно первого этажа. Большие роботы имеют вес от 3-х до 5-ти кг, что является границей по весу забрасываемых роботов. Их вес уже не позволяет кинуть человеку, но возможен сброс к цели с транспортного средства, например вертолета.

По механизму преодоления препятствий делятся на роботов без механизма, с флипперами и с прыжковым механизмом.

Многие забрасываемые роботы не имеют механизма преодоления препятствий, кроме особой конструкции колес или наличия гусениц. Это одновременно является и достоинством и большим недостатком. Отсутствие дополнительных сложных механизмов облегчает робота и упрощает управление. Но это сказывается на малой проходимости – порядка 50мм, что естественно не позволяет преодолеть даже высокий порожек.

На некоторых роботах стоят флипперы (кулачково-образные механизмы, которые могут быть частью ходовой системы, для преодоления препятствий), которые позволяют в некоторых случаях подняться даже по лестнице. Но флипперы можно поставить только на 4-х колесных роботах. Также во время подъема по лестнице робот становится наиболее уязвимым, так как сильно теряет в скорости и возможны перевороты, при преодолении высоких и сложных препятствий.

Использование прыжкового механизма стало возможным решением данной проблемы. Проходимость роботов в разы выросла, но значительно усложнила систему управления, так как стало необходимым рассчитывать дальность и точность полета. Также для роботов с разной конструкцией ходовой части приходится использовать и разные механизмы. Кроме того, значительно влияет и вес робота.

Список литературы

1. Корчак В.Ю., Лапшов В.С., Рубцов И.В. Перспективы развития наземных робототехнических комплексов военного и специального назначения // Известия ЮФУ. Технические науки.

2. Алексеев А. Наземные роботы. От забрасываемых систем до безлюдных транспортных колонн – Военное обозрение. Режим доступа: <https://topwar.ru> (дата обращения 14.04.2019).

УДК 681.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА В ПРОСТРАНСТВЕ ПРИ ПОМОЩИ МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

Д.А. Прошутинский, студент

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

sodaspace@yandex.ru

Научный руководитель: Ю.Р. Кузин

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

Для определения положения объекта в пространстве широко применяются блоки инерциальных измерений (БИИ) на основе микроэлектромеханических датчиков. Они обеспечивают достаточную точность измерений для многих прикладных задач и при этом имеют сравнительно низкую стоимость. Как правило, БИИ состоит из электронных акселерометра, гироскопа и, иногда, магнитометра.

Электронный гироскоп позволяет измерять угловые скорости. Путем интегрирования показаний датчика можно перейти от угловых скоростей к изменениям углов поворота. Акселерометр представляет собой датчик линейных ускорений, при отсутствии внешних воздействий на показания датчика оказывает влияние только ускорение свободного падения, направление которого в абсолютной системе координат известно, что позволяет определить положение объекта в пространстве. Магнитометр позволяет измерять вектор магнитной индукции, в частности, направление вектора магнитного поля Земли.

Использование каждого из датчиков по отдельности возможно только после их калибровки [1]. На показания гироскопа значительно влияет температура окружающей среды, для компенсации этого влияния необходимо калибровать датчик при различных значениях температуры и хранить калибровочную таблицу в памяти устройства, что требует использования специального оборудования (поворотное устройство, климатическая камера). Для приборов среднего и низкого класса точности достаточно определять перед каждым использованием только смещения нулей, усредняя показания датчиков.

Для калибровки акселерометра можно использовать шестипозиционный метод [2], который позволяет по результатам измерения ускорения свободного падения в нескольких положениях устройства получить корректировочную матрицу. Коэффициенты этой матрицы учитывают рассогласование осей датчика и осей объекта, неравенство масштабов вдоль разных осей, смещения нулей.

Основным недостатком использования гироскопа для определения положения является постепенное накопление ошибки измерений, связанной с необходимостью постоянного интегрирования показаний датчика. Использование же только акселерометра затруднительно, так как его показания сильно искажаются из-за высокочастотных помех. Для более точной оценки положения объекта в пространстве необходимо использовать оба типа датчиков одновременно.

Комплексирование акселерометра и гироскопа предполагает использование комплементарного фильтра. Основной алгоритм работы следующий: 1) Методом численного интегрирования (методом трапеций) переходим от полученных с гироскопа угловых скоростей к изменениям углов; 2) Составляем матрицы поворота относительно подвижной системы координат на углы, полученные на предыдущем шаге, затем

последовательно поворачиваем базисный вектор, полученный на предыдущей итерации алгоритма; 3) По показаниям акселерометра получаем текущие координаты вектора ускорения свободного падения; 4) Используем комплементарный фильтр (корректируем значения базисного вектора, используя показания акселерометра и заранее подобранные веса); 5) Нормализуем базисный вектор; 6) Переходим в начало алгоритма.

Рассмотренный выше алгоритм позволяет избавиться от недостатков обоих типов датчиков: не происходит накопление ошибки вследствие постоянного интегрирования показаний гироскопа, практически отсутствуют шумы показаний акселерометра.

В рамках выполнения работы была разработана и изготовлена печатная плата системы стабилизации, на которой использованы датчики L3GD20H (трехосевой датчик угловой скорости) и LSM303D (трехосевой акселерометр, трехосевой магнитометр). В результате эксперимента были получены калибровочные параметры для гироскопа и акселерометра (корректировочная матрица), была подтверждена корректность работы предлагаемого алгоритма обработки данных микроэлектромеханических датчиков.

Список литературы

1. Шаврин В.В., Конаков А.С., Тисленко В.И. Калибровка микроэлектромеханических датчиков ускорений и угловых скоростей в бесплатформенных инерциальных навигационных системах // Доклады ТУСУРа. 2012. № 1. Ч. 2. С.265 – 269.
2. Указания по применению трехосевого акселерометра LSM303DLH. Режим доступа: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Magneto/Tilt%20Compensated%20Compass.pdf> (дата обращения 10.05.2019).

УДК 681.5.017

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДАМИ ШТАНГООУЛОВИТЕЛЯ ТРОЛЛЕЙБУСА

А.А. Пигусов, студент

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

pigusovaa@gmail.com

Научный руководитель: Е.А. Котов, к.т.н., доцент

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

kotov-358@mail.ru

Штанги токоприемника являются важной составляющей частью троллейбуса. Однако при работе штанги могут слетать с контактного провода по ряду причин (высокая скорость движения троллейбуса, неопытность водителя, разрывы контактной цепи и т.д.), что приводит к ряду негативных последствий: 1) при слете штанги ведут себя хаотичным образом, вследствие чего создается потенциальная вероятность причинения вреда окружающим людям, транспорту, постройкам или самой контактной сети; 2) водитель вынужден вручную улавливать штанги, а после устанавливать их на провода контактной сети; такие действия не являются безопасными для водителя, а также требуют от него повышенной осторожности и квалификации; 3) после срыва штанг происходит остановка троллейбуса, вследствие чего создается затор на дороге на время восстановления работоспособности троллейбуса, а также увеличивается риск аварийных ситуаций в непосредственной близости с остановившимся транспортным средством. Для решения данных проблем существует специальное устройство, называемое штангоуловителем [1]. Такое изделие представляет из себя систему приводов, которые располагаются на штангах токоприемника и позволяют остановить штанги во время слета, после чего автоматически опустить штанги на крышу троллейбуса. Как правило, в качестве приводов используется пара пневмоцилиндров: один служит для вертикального улавливания, а другой для

горизонтального. Таким образом, такое устройство частично решает проблемы, описанные выше. Однако, оно может быть значительно улучшено путем замены пневмоцилиндра, отвечающего за горизонтальное улавливание, на электродвигатель. Электродвигатель позволит более точно устанавливать позицию штанги относительно контактного провода, что в свою очередь позволит автоматизировать процесс подъема штанг к контактным проводам. Очевидно, что в такую систему также должен входить набор сенсоров, позволяющих определить положение контактной сети относительно троллейбуса.

Для описания предлагаемого изделия могут быть использованы конечные автоматы [2]. В таком случае мы получаем набор конечных автоматов, каждый из которых описывает определенную часть системы штангоуловителя. Например, самые простые – автоматы пневмоклапанов, позволяющих зафиксировать штанги на крыше троллейбуса в режиме ожидания, имеют всего 2 состояния (открыт/закрыт). Также имеются автоматы пневмоприводов и электроприводов, которые в свою очередь имеют по 5 состояний и отвечают за поднятие, опускание и повороты штанг. Последний автомат является управляющим и представляет собой автомат системы управления. Данный автомат описывает режимы работы системы, ее реакцию на внешние воздействия и сигналы, получаемые с датчиковой аппаратуры, является наиболее сложным и имеет 10 состояний.

Для описания работы устройства также необходимо разработать алгоритм его работы. При этом его целесообразно представить в виде сети Петри [3], поскольку в дальнейшем мы получаем возможность произвести моделирование сети и определить качественные показатели работы представленного алгоритма. Например, мы знаем, что штангоуловитель имеет 6 основных режимов работы: режим ожидания, режим поднятия штанг, отработка промаха при поднятии штанг, нормальный режим, опускание штанг, а также реагирование системы на слет штанг. Произвести моделирование можно в различных средах, однако, на мой взгляд, один из наиболее удобных инструментов для этого – Petry Net Toolbox (пакет Matlab). В ходе моделирования определяются тупиковые и бесконечные ветви алгоритма, после чего производится корректировка алгоритма управления.

Суммируя вышесказанное, стоит отметить, что появление штангоуловителя может оказать положительное влияние на качество работы троллейбусного транспорта, а используемые при его проектировании конечные автоматы и сети Петри имеют ряд достоинств, таких как: 1) представление алгоритма работы системы в наглядном виде; 2) возможность исправления логических ошибок на начальной стадии проектирования системы управления; 3) разбиение системы на уровни управления; 4) моделирование работы алгоритма; 5) получение структуры управляющей программы устройства.

Список литературы

1. Сайт компании «Ganz Transelectro». Режим доступа: http://www.gtkb.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=11:ar-163p&catid=28:aramszedok&Itemid=237&lang=ru (дата обращения 14.05.2019)
2. Лупал А.М. Теория автоматов: учеб. пособие. СПб: СПбГУАП, 2000. 119 с.
3. Котов В.Е. Сети Петри. М.: Наука, 1984. 160 с.

УДК 681.865.8

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНТЕРФЕЙС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОПОЛНЕННОЙ И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТЕЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ РТК

Дегтярев Е.А., студент

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

e.degtyariov2012@yandex.ru

Научный руководитель: В.В. Серебрянный, к.т.н., доцент

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

Системы дистанционного управления являются очень важными элементами во многих сферах деятельности людей. Наиболее актуальным областям применения данных систем свойственны: высокая степень недетерминированности, неполнота информации об условиях работы и непредсказуемость внешних факторов. К таким сферам относятся ядерная промышленность, различные экстремальные условия, в которых невозможно присутствие человека и применяются средства специальной робототехники. Кроме того, возможно использование и в различных промышленных задачах. Рассматривая способы дистанционного управления роботами, можно заметить, что основными являются следующие системы: копирующие манипуляторы, полуавтоматические системы (применяется управляющая рукоять с несколькими степенями подвижности), дистанционно управляемые мобильные роботы. Однако данные системы имеют ряд недостатков. Для дистанционного управления роботами оператору приходится обрабатывать большое количество информации с множества датчиков, что усложняет работу. Помимо этого, достаточно тяжело оценивать рабочее пространство и положение робота и его исполнительных механизмов. С целью увеличения скорости выполнения задач за счет более удобного и информативного способа управления предлагается создание интерфейса управления с использованием технологий виртуальной и дополненной реальности. Для управления роботом оператор будет взаимодействовать с виртуальной моделью манипулятора. Сигналы с модели будут передаваться реальному манипулятору. В результате чего, виртуальная и реальная модель будут находиться в одинаковой конфигурации, а дополнительная визуальная обратная связь со стереокамер позволит контролировать движения робота.

Разрабатываемая система управления состоит из четырех частей: блока интерфейса оператора, блока дистанционного управления, блока манипуляционного робота, блока управления системой стерео зрения. Задачами блока интерфейса оператора являются: создание виртуальной среды, отслеживание положения оператора, интерпретация команд оператора, обеспечение и поддержание связи с удаленным манипуляционным роботом и системой стерео зрения, решение прямой и обратной кинематических задач для отображения конфигурации робота. Блок дистанционного управления должен формировать задание для объекта управления, по данным полученным от интерфейса оператора, обеспечивать связь с интерфейсом оператора и передавать ему данные с системы стерео зрения. Блок манипуляционного робота является объектом управления системы. Получая команды от блока дистанционного управления, контроллер манипуляционного робота формирует соответствующие сигналы для приводов. Блок системы стерео зрения отвечает за управление набором стереокамер.

Для создания виртуальной модели манипулятора необходимо уметь решать прямую и обратную кинематические задачи. Это необходимо для того, чтобы в процессе взаимодействия оператора с виртуальной моделью, отображать получающуюся конфигурацию манипуляционного робота, а затем передавать значения обобщенных координат на блок управления манипулятором. В данной работе в качестве объекта управления выбран манипуляционный робот KUKA LBR iiwa [1]. Особенностью данного

манипулятора является его избыточность, которая заключается в наличии семи степеней подвижности, что вызывает сложности при решении обратной кинематической задачи. Для решения прямой и обратной кинематических задач были сформированы координаты матричным методом последовательного построения систем координат, связанных с каждым звеном кинематической цепи Денавита – Хартенберга [2]. Решение прямой кинематической задачи сводится к перемножению однородных матрицы переходов для всех звеньев. Для решения обратной кинематической задачи дополнительно были введены два параметра: Ψ - параметр руки, представляет угол, образованный плоскостью плечо-локоть-запястье и плоскостью отсчета, глобальная конфигурация – это параметр определяющий ветвь решения [3]. Решение начинается с рассмотрения упрощенной схемы манипулятора с зафиксированным третьим шарниром. После фиксации шарнира мы получаем шести степенной манипулятор, для которого рассчитываем углы сочленений в первом приближении. А затем уже переходим к рассмотрению реального семи степенного манипулятора и уточняем полученные углы.

По итогам данной работы была составлена структура системы управления, реализованы решения прямой и обратной кинематических задач. Предложенная система дистанционного управления обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными решениями, а именно: позволит упростить взаимодействие оператора с объектом управления, улучшит восприятие пространственного расположения робота и объектов в рабочей зоне, повысит скорость производимых операций, позволит быстрее реагировать на различные внешние факторы, предоставит возможность получать информацию с различных датчиков в более удобной форме.

Список литературы

1. KUKA Robotics <https://www.kuka.com/>
2. 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.
3. Faria C., Position-based kinematics for 7-DoF serial manipulators with global configuration control, joint limit and singularity avoidance / F. Ferreira, W. Erlhagen, S. Monteiro, E. Bicho // Mechanism and Machine Theory. 2018. Vol. 121. С. 317–334.

УДК 681.5.017

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АДАПТИВНОЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ ЯЧЕЙКИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ

А.В. Якимчук, студент

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

artyakim@yandex.ru

Научный руководитель: В.И. Солнцев, к.т.н., доцент

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

visolntsev@yandex.ru

Трение и износ являются основными факторами, ограничивающими производительность и срок службы инструментов и точных деталей. Нанесение покрытий – один из самых эффективных способов улучшения их эксплуатационных характеристик. Инструменты с покрытием повышают производительность, а также качество металлообработки и обработки пластмасс, а детали с покрытием в транспортных средствах, станках и приборах функционируют более надежно и в течение более длительного времени [1]. Газотермическое напыление — это процесс нагрева, диспергирования и переноса конденсированных частиц распыляемого материала газовым или плазменным потоком для формирования на подложке слоя нужного материала.

Большинство видов промышленности активно используют газотермическое напыление в производстве, что является экономически выгодным при огромном количестве выпускаемой продукции. На данный момент, большинство операций по нанесению покрытий автоматизированы, что опять же позволяет максимально эффективно использовать автоматизацию производства на огромных сериях выпускаемой продукции. Однако при малых объемах обрабатываемых деталей у предприятия уходит больше времени на пуско-наладку производства, на программирования конкретных производственных ячеек, в частности ячеек по обработке материалов и элементов конструкций. При таких обстоятельствах, предприятию экономически не целесообразно внедрять современные технологии для автоматизации производства, а многие элементы обрабатывать вручную или отдавать работу на подряд, что так же является экономически невыгодным. Для решения проблемы адаптации производства был разработан программно-аппаратного комплекса (ПАК), который позволит мелким и средним предприятиям автоматизировать процессы нанесения газотермического напыления для реализации мелко-серийных партий продукции, а так же разработана его структурная схема. Принцип работы данного ПАК заключается в автоматизации процесса нанесения покрытий с минимальным участием человека, то есть задача оператора расположить обрабатываемые объекты в рабочую зону, затем при помощи технического зрения система определяет и классифицирует объект, формируется траектория движения манипулятора с учетом режимов обработки и эвристики помещения, далее идет исполнение обработки и завершение цикла. В ходе работы были определены основные направления исследований в областях: технического зрения, классификации обрабатываемых объектов, формировании траекторий движения манипуляционных роботов, а так же моделировании в среде Robotic Operation System (ROS) [2]. Так же в процессе проектирования, данная система была представлена в виде конечного автомата Мура [3], что позволило своевременно выявить ошибки и усовершенствовать систему. При моделировании кинематики манипуляционного робота в среде ROS было использовано дополнение MoveIt Motion Planning Framework [4], при помощи которого был исследован ряд алгоритмов планирования на практике и сделан сравнительный анализ. В заключение хочется отметить, что данный программно-аппаратный комплекс позволит мелким и средним предприятиям сделать более выгодным автоматизированный процесс газотермического напыления, а используемые при его разработке Robotic Operation System и MoveIt Motion Planning Framework имеют ряд преимуществ, а именно: - поддержка датчиков, с помощью которых идет формирование облака точек и дальнейшее взаимодействие с ними, - учитываются кинематические особенности аппаратных средств, - автоматическое генерирование траекторий движения манипуляционных роботов, - а так же идет проверка модели на коллизии, что в сумме позволяет полностью автоматизировать и виртуально наладить необходимый процесс.

Список литературы

1. Сайт компании «Oerlikon». Режим доступа: www.oerlikon.com/en/industries (дата обращения 25.04.2019).
2. Сайт «ROS Industrial». Режим доступа: [h4ps://rosindustrial.org](http://rosindustrial.org) (дата обращения 25.04.2019).
3. Иванов В. А., Медведев В. С. Математические основы оптимального и логического управления. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. 599 с.
4. Сайт «MoveIt Motion Planning Framework». Режим доступа: <https://moveit.ros.org/> (дата обращения 25.04.2019).

СЕКЦИЯ «ПОДВОДНЫЕ РОБОТЫ И АППАРАТЫ»

УДК 62

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СОЗДАНИЯ РУКОПИСНЫХ ДОКУМЕНТОВ

Д.А. Волошин, бакалавр

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

М.А. Ермаков, бакалавр

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

gorsheepe@gmail.com

Научный руководитель: С.Е. Иванов, к.т.н.

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Несмотря на то, что в настоящее время почти все документы (текст, изображения) создаются на компьютере в электронном виде и впоследствии печатаются, иногда возникает необходимость создать документ в рукописном варианте. На данный момент на рынке существуют системы создания рукописных документов, однако, они отличаются довольно большой ценой, делая эти продукты недоступными для большинства людей.

Основной целью данной работы является разработка системы создания рукописных документов, превосходящей аналоги по экономическим параметрам и не требующей сложных сборочных операций. Таким образом, основным требованием к разрабатываемой конструкции является минимизация цены. В соответствии с требованиями было сформулировано техническое задание:

1. Система должна воспроизводить графические элементы на листах формата А4 с точностью 0.1 мм;
2. Система должна воспроизводить графические элементы со скоростью 20 см/сек;
3. Система должна обеспечивать удобный доступ к используемому холсту;
4. Лимитная цена – 30 000 руб;
5. Система должна иметь возможность воспроизводить графические элементы посредством следующих письменных принадлежностей: карандаши, авторучки, перьевые ручки, маркеры.

В результате проведенной работы были разработаны два варианта конструкции системы создания рукописных документов. В первом варианте для увеличения точности используется редуктор, а также предусмотрена предохранительная муфта. Однако в связи с тем, что система испытывает небольшие нагрузки, во втором варианте конструкции было принято решение отказаться от предохранительной муфты, а также от редуктора, что позволило значительно снизить стоимость конструкции, сохранив требуемую точность. В качестве передачи в обеих конструкциях используется зубчато-ременная передача, поскольку она достаточно точна и не требует большой скорости вращения выходного вала, а в качестве двигателя был выбран шаговый двигатель, так как он позволяет делать точный шаг. Поскольку второй вариант конструкции имеет более низкую стоимость и при этом обладает достаточной точностью, было принято решение выбрать эту конструкцию в качестве итоговой.

Цена итоговой конструкции составляет 10 000 руб., что в три раза меньше существующих аналогов. Таким образом, разработанная конструкция системы создания рукописных документов удовлетворяет заданным требованиям и является более экономичной в сравнении с аналогами.

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. 78 с.

2. Кокорев Ю. А., Жаров В. А., Ожерельев А. Я. Расчет электромеханического привода. М: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998. 133 с.

СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ»

УДК 62-1/-9

ОСОБЕННОСТИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ «ПРОСВЕЧИВАНИЕМ»

В.В. Лисунов, студент

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

lisunov.vlad@gmail.com

В.Д. Радаева, магистрант

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

valrad97@ya.ru

Научный руководитель: А.Л. Галиновский, д.т.н., профессор

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

Развитие современной промышленности невозможно без внедрения новых материалов и инновационных технологических решений. Их созданием, генерацией научных знаний и формированием новых творческих и исследовательских компетенций заняты все ведущие университеты мира. [1]

Одним из основных трендов в науке и технологии последнего времени являются композиционные материалы. Данная направленность ставит перед учеными и инженерами актуальные вопросы повышения производительности и объема выпуска изделий из данных материалов.

Большинство компонентов из полимеров изготавливается достаточно высокопроизводительным методом, что требует поиска и внедрения соизмеримых по быстродействию и циклу способов сварки, а также новых методов соединения и диагностики. [2]

Решение этой научной проблемы является весьма актуальным и практически значимым. В настоящее время в производстве получили распространение следующие способы соединений неметаллических материалов: склеивание, ультразвуковая сварка, лазерная сварка «Просвечиванием». У каждого из указанных способов имеются свои характерные достоинства и недостатки. [3]

Метод соединения склеиванием не требует специальной квалификации персонала. Однако процесс протекает долго в сравнении с аналогичными методами. Также стоит отметить, что в результате склеивания сохраняется высокий процент брака – порядка 30%. [2]

Ультразвуковая сварка, несмотря на быстрое образование шва, не позволяет соединять элементы сложной конфигурации и занимает очень много времени при перенастройке станков с обработки одной единицы спецификации на другую. Колебания, возникающие неизбежно при сварке трением или ультразвуком, могут привести к появлению брака, например, повредить полимерный корпус или находящиеся внутри него элементы.

Одним из новых методов соединения является лазерная сварка «просвечиванием». Суть этого метода заключается в том, что в поверхностном слое нижней детали излучение поглощается и преобразовывается в тепловую энергию, которая при помощи теплопроводности на границе контакта передает часть энергии прозрачной детали, в результате оба материала в месте соприкосновения переходят в расплавленное состояние. При остывании изделия материал в зоне шва затвердевает, и получается сварное соединение.

На данный момент присутствуют три основных способа сварки «просвечиванием» – одновременная, квазиодновременная и контурная. [2]

При одновременной сварке, на контур шва, который предстоит сварить, направлены лазерные лучи от нескольких диодов, вызывая синхронное плавление и соединение всего профиля.

В квазиодновременном способе луч с помощью сканирующего зеркала подается на сварочный контур до момента достижения желаемой глубины проплавления.

При контурной сварке луч подается по контуру сварного шва. Теоретически данным способом могут быть сварены любые крупногабаритные детали.

Квазиодновременный и контурный способы характеризуются высокой производственной гибкостью, в их работе могут быть задействованы роботы.

Последующим совершенствованием технологии контурной сварки является гибридная сварка, запатентованная немецкой фирмой LPKF Laser & Electronics AG (г. Эрланген, Германия) [3].

Гибридная или, по-другому, комбинированная сварка основана на применении энергии полихроматических источников света совместно с лазером, что сочетает их и даёт преимущества.

В середине профиля сварного шва, лазер обеспечивает наибольшую интенсивность излучения, и когда эта система доходит до некоторой точки на линии сварного шва, то полимер, нагретый в основном лазерным лучом, переходит в расплав, а затем, благодаря дальнейшему воздействию вторичного галогенового излучателя размеренно охлаждается. Следовательно, при данном способе сварки не возникают остаточные напряжения.

В лазерной сварке применяются следующие типы лазеров: неодимный лазер на алюмоиттриевом гранате (Nd:YAG), диоды и лазеры на углекислом газе (CO₂). [3]

Оптимальным вариантом являются диодные лазеры. Небольшой размер делает их более удобными для интеграции на рабочих местах. Лазеры безотказно работают в течение более чем 20 000 часов, что обеспечивает их успешное использование в условиях непрерывного серийного производства.

Как было отмечено выше, лазерная сварка «просвечиванием» относится к молодым технологиям и несёт в себе высокий инновационный потенциал. Несмотря на то, что главным образом, на данный момент, технология применяется в машиностроении, её можно использовать и для решения многих других технических задач в других областях науки и техники.

Так как сварка представляет собой безвибрационную технологию, она особенно ценна для сборки хрупких электронных элементов приборной базы, в том числе, используемой в производстве изделий РКТ.

Список литературы

1. Абашин М.И., Галиновский А.Л., Зосимов М.В., Моисеев В.А. Анализ тенденций развития инженерного образования в странах, имеющих высокий уровень инновационного и технологического развития // Вестник Костромского государственного университета. Сер.: Педагогика. Психология. СоциокINETика. 2016. Т. 22. № 3. С. 22-28.
2. Абашин М.И., Барзов А.А., Галиновский А.Л., Шутеев В.А. Ультратруйная экспресс-диагностика материалов и изделий машиностроения // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2011. № 2 (123). С. 141-147.
3. Зибен М., Машинистов В.И., журнал Полимерные материалы. Изделия, оборудование, технологии // Издательство Полимерные Материалы. 2011. Вып. №8. С. 14-19.

УДК 539.374.002.62

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ АЛЬТЕРНАТИВНОГО МЕТОДА ОБРАБОТКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

М.А. Прохорова, студент

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

mary.prokhorova.bmstu@gmail.com

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

М.В. Ключников, студент

mikeissr@mail.ru

Научный руководитель: Ю.З. Болотин, старший преподаватель

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

Исследования выполнялись в рамках гранта РФФИ 18-29-18081 и гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации НШ-3778.2018.8

На сегодняшний день, стремление к повышению эффективности и совершенствованию технологий, является первоочередной задачей во многих отраслях современного производства, в том числе и в производстве изделий ракетно-космической техники (РКТ). Все большее применение в изделиях РКТ находят композиционные материалы (КМ), заменяющие металлические детали и конструкции. [1].

Композиционные материалы обладают высокой коррозионной стойкостью и более низкой теплопроводностью по сравнению с металлами. Кроме того, за счёт различной ориентации волокон наполнителя в процессе изготовления конструкции можно получить анизотропный материал, имеющий разные пределы прочности в различных направлениях. Но, несмотря на то, что композиционные изделия могут быть изготовлены почти желаемой формы с минимальными потерями материала, они нуждаются в дальнейшей механической обработке для последующей сборки и эксплуатации.

Проектируя композиционные конструкции любого назначения, необходимо выбрать наиболее эффективный и надёжный способ соединения отдельных элементов между собой. Сборка изделий с применением КМ отличается от сборки изделий только из металлов. При соединении (клеештифтовом, клепанном и пр.) высоконагруженных или тонкостенных элементов конструкций, в деталях необходимо получать отверстия различного диаметра.

Актуальность данной работы заключается в том, что в настоящее время всё больше применяется способ выкладки изделий РКТ полуотверждённым материалом, т.н. препрегом. Этот способ заключается в последовательном наложении слоёв препрега под разными углами направления волокон.

В работе представлен альтернативный сверлению метод прокола отверстий, малоизученный на сегодняшний день. В процессе получения (формования) отверстия происходит раздвигание нитей, а не их перерезание, как в случае сверления, что приводит к увеличению статической прочности композита. Кроме того, за счёт уплотнения волокон стенки отверстия, увеличивается прочность материала на смятие между крепежным элементом стержня и стенкой отверстия. Таким образом, для полимерно-волоконистых материалов с проколотыми отверстиями величина допустимых напряжений будет выше, чем с просверленными отверстиями, т.к. исходный материал на краю отверстия будет усилен деформированными и искривлёнными нитями, которые сдвинулись от центра при формировании отверстия. [2, 3].

В экспериментах использовались образцы из отвержденного и полуотвержденного полимерного композиционного материала (наполнитель лента ЭЛУР-0.08ПА ГОСТ 28006-88, связующее ЭНФБ ТУ 1-596-36-2005). Формование отверстий осуществлялось

заострённым металлическим стержнем - индентором. Сверление отверстий выполняли спиральными сверлами. Исследуемые диаметры не превышали 10 мм. Проведенные на разрывной машине испытания, показали увеличение предела прочности образцов с проколотыми отверстиями, по сравнению с просверленными.

Список литературы

1. Михайлин Ю. А. Волокнистые полимерные композиционные материалы в технике. СПб.: Науч. основы и технологии, 2013. 715 с.: ил.
2. Комков М.А., Болотин Ю.З., Васильева Т.В. Определение параметров формования отверстий в неотвержденном тканом композите методом прокалывания заостренным индентором // Инженерный журнал: наука и инновации. 2017. Вып. 9. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.18698/2308-6033-2017-9-1678>.
3. Nicholas W A Brown Development of a Thermally-Assisted Piercing (TAP) Process for Introducing Holes into Thermoplastic Composites // Thesis (Doctoral), University of Surrey 2016. Available at: <http://epubs.surrey.ac.uk/810742/>.

УДК 629.78:531.58:519.63

АНАЛИЗ ЗАЩИЩЕННОСТИ НАУЧНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МОДУЛЯ МКС ОТ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО УДАРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЧАСТИЦ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА

О.Д. Счетчиков, студент

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

olegs27d@yandex.ru

А.Д. Петренко, студент

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

Angelina-gn@mail.ru

Научный руководитель: В.И. Колпаков, д.т.н., профессор

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

Столкновения космических аппаратов (КА) с твердыми телами естественного и искусственного происхождения относятся к числу важнейших факторов, вызывающих повреждения и разрушения. Скорости соударения КА с метеороидными телами и с объектами, входящими в состав космического мусора, лежат в диапазоне $\sim 0,1\text{--}25$ км/с [1]. При таких скоростях соударения происходит интенсивное энерговыделение в ограниченном объеме вещества, сопровождающееся формированием ударных волн с последующими механическими разрушениями, плавлением, испарением и термической ионизацией образующихся паров. При указанных выше скоростях удара частицы с поперечными размерами более 5–10 мм могут создавать сквозные пробойны в стенках КА и приводить к катастрофическим разрушениям.

К 2022 году планируется запуск научно-энергетического модуля (НЭМ), предназначенного для проведения научных экспериментов. На данный момент защита НЭМ представляет собой два листа алюминия толщиной 2 и 2,65 мм, расположенных на расстоянии 115 мм друг от друга. Такая защита на первый взгляд кажется неоправданно слабой по сравнению с текущей противометеороидной защитой (ПМЗ) на отечественных модулях МКС, состоящей из многослойных защитных экранов из различных конструкционных материалов. Поэтому целью данной работы является анализ защищенности НЭМ от высокоскоростного ударного воздействия частиц космического мусора сравнении с защищенностью текущих отечественных модулей МКС.

В качестве метода исследования использовалось численное моделирование процесса в рамках механики сплошной среды в программном комплексе

ANSYS/AUTODYN. При этом использовались модели упругопластических сред. Они базировались на фундаментальных законах сохранения массы, импульса и энергии, включающих в себя кинематические и физические соотношения в форме Прандтля – Рейсса при наличии критерия пластичности Мизеса. Для замыкания исходной системы уравнений, описывающей поведение упругопластической среды, использовались уравнения состояния взаимодействующих тел, а также критические условия разрушения сред, в качестве которых при высокоскоростном деформировании использовались прочностные и деформационные критерии [2].

С помощью программного комплекса ANSYS/AUTODYN были найдены кинематические и массовые параметры, при которых осуществлялось пробитие алюминиевыми частицами ПМЗ отечественных КА. Базируясь на полученных данных, было проведено моделирование ударного взаимодействия аналогичных частиц с противометеороидной защитой НЭМ. Для оценки степени опасности действий алюминиевых и стальных частиц на внутренние агрегаты НЭМ использовался алюминиевый эквивалент, толщина пробития которого отражает деструктивное воздействие данных частиц.

По результатам расчетов выяснилось, что стальные частицы обладают большой степенью деструктивного воздействия, в то время как алюминиевые частицы не оказывают губительного влияния на внутренние агрегаты НЭМ.

Список литературы

1. Зеленцов В.В. Проблемы мелкого космического мусора // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2015. № 4. С. 89-104.
2. Колпаков В.И. Моделирование ударного взаимодействия высокоскоростных частиц с элементами конструкции экранной защиты космического аппарата/ В.И. Колпаков, Т.В. Васильева. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2017. 46 с., ил.
3. Численные методы в задачах физики быстропротекающих процессов / А.В. Бабкин, В.И. Колпаков, В.Н.Охитин, В.В. Селиванов. 2-е изд., испр. В 3 т. Т. 3. М.: Изд-в МГТУ им. Баумана, 2006. 520 с.

УДК 620.16; 62-253

МОДЕРНИЗАЦИЯ СТАНКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕТАЛЕЙ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.С. Лихачев, студент

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

lixacheow.alexei@yandex.ru

А.Н. Грибанов, студент

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

griblesha@gmail.com

Е.С. Уланова, студент

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

lizavetaus@yandex.ru

Научный руководитель: Т.В. Васильева, ассистент

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

В аэрокосмической отрасли применяются материалы с особыми физико-механическими свойствами, такими как высокая прочность и твёрдость, достигающими или даже превышающими аналогичные показатели современных инструментальных материалов, что делает невозможность применения обычной обработки резанием. Размерную обработку таких материалов можно производить с помощью электрохимической обработки (ЭХО), основанной на электрохимическом растворении

металла-заготовки при высоких плотностях постоянного электрического тока, проходящего через раствор электролита [1]. Для обработки ряда материалов, например, коррозионно - стойкой стали 12Х18Н10Т, твёрдых сплавов ВК6 и ВК8, титановых сплавов ВТ6, ВТ8 и жаропрочных сплавов ЭИ617, ЖС6КП, в качестве электролита применяют раствор NaCl с концентрацией 80 – 200 г/л. Помимо анодного растворения детали-заготовки, повышенному износу подвергаются узлы самого станка для ЭХО, особенно насос, который обеспечивает циркуляцию электролита. Поэтому для повышения безотказности станка и уменьшения разброса в течение длительного времени показателей, зависящих от объёма прокачиваемого электролита, было решено заменить металлический корпус крышки насоса и рабочее колесо, которые подвержены активному корродированию на пластиковые, которые не подвержены коррозии.

Метод послойного наплавления (FDM) осуществляет построение детали путем непрерывного экструдирования пластика через сопло с диаметром от 0.2мм [2]. По этой причине между уложенными дорожками материала остаются незаполненные пластиком области, которые будут создавать капиллярный эффект. Поэтому необходимо предпринять меры по закрытию пор и капилляров по поверхности деталей т.к. они будут способствовать разрушению. Однако при грамотной постобработке деталей поры закрываются и становятся доступными такие преимущества этого метода, как возможность печати деталей с частичным заполнением пластиком внутри для поддержания жёсткости и облегчения конструкции.

Учитывая предъявляемые к деталям требования и анализируя применяемые при 3D печати материалы, предлагается использовать ABS – пластик [3]. Это ударопрочный термопластик с относительно невысокой стоимостью и сравнительно лёгким использованием в качестве расходного материала при печати. Он обладает высокими влаго-, масло-, кислото- и щёлочестойкостью, устойчивостью к действию органических растворителей. Атмосферостойкость пластика относительно невысока, но т.к. испытываемые детали не подвергаются нахождению на прямых солнечных лучах или облучению ультрафиолетом, возможно воспользоваться этим материалом.

Поставленная задача решалась с помощью 3D печати вышеназванных деталей. Предварительно были проведены испытания на разрывной машине образцов, выдержанных в электролите разное время. По результатам экспериментов выполнены расчеты и построены графики.

Проведенные исследования на установке для электрохимической обработки с заменой деталей показали положительные результаты.

Список литературы

1. Кугультинов С.Д., Ковальчук А.К., Портнов И.И. Технология обработки конструкционных материалов: учебник для вузов. М.: Изд-во МГТУ им Н. Э. Баумана, 2006. 672 с.: ил.
2. Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технологии аддитивного производства. Трёхмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство. М.: ТЕХНОСФЕРА, 2016. 656 с.
3. Энциклопедия 3д печати. Режим доступа: https://3dtoday.ru/wiki/abs_plastic/ (дата обращения 10.03.2019)

УДК 621.924.93

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ИСТЕЧЕНИЯ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ СУСПЕНЗИИ ИЗ ПРОФИЛИРОВАННОГО СТРУЕФОРМИРУЮЩЕГО НАСАДКА

А.С. Лихачев, студент

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

lixacheow.alexei@yandex.ru

Научный руководитель: В.И. Колпаков, д.т.н., профессор

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

В настоящее время технологии ультразвуковой обработки с использованием высокоскоростной струи жидкости активно используются в машиностроении и других отраслях, появляются новые возможности их применения. Одной из таких технологий является технология гидроабразивной резки (ГАР).

Целью настоящей работы является определение влияния геометрических параметров соплового блока на процесс формирования гидроабразивной струи. В частности, интерес представляет решение задачи, связанной с получением пульсирующей гидроабразивной струи, эффективность которой в плане ГАР несколько выше действия установившегося потока жидкости.

Расчёт осуществлялся в программе ANSYS/AUTODYN. При создании математической модели были приняты следующие допущения: струеформирующий насадок – абсолютно жёсткое тело; абразив равномерно распределён по всему объёму воды, при этом его концентрация учитывается заданием плотности водной суспензии [1,2]. Анализ работы [3] показал, что спустя 50 часов после непрерывной работы струеформирующего насадка вследствие неравномерного колебания абразивных частиц происходит соответствующий износ фокусирующего канала с характерной волнообразной картиной эрозии. Данная форма канала легла в основу формы профилированного канала.

В результате выполнения работы можно сделать следующие выводы. В отличие от гладкого сопла, после прохождения суспензии через профилированное сопло, скорость истечения и плотность суспензии приобретают неравномерность и периодичность, однако значения данных параметров превышают значения скорости истечения и плотности суспензии, исходящей из гладкого сопла, что даёт преимущество в применении профилированного сопла.

Список литературы

1. Особенности процесса гидроабразивной резки сотовых панелей космических аппаратов/ А.А. Илюхина, В.И. Колпаков, А.Л. Галиновский, А.В. Хахалин // Вестник московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. 2018. №4. С. 101 - 107
2. Колпаков В.И., Ладов С.В., Рубцов А.А. Математическое моделирование функционирования кумулятивных зарядов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998. 36 с.
3. Герасимова А.М., Галиновский А.Л., Колпаков В.И. Анализ взаимодействия гидроабразивной струи с внутренней поверхностью канала фокусирующего сопла // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2015. № 9 (666). С. 59-67. Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_24217129_47467172.pdf (дата обращения 05.03.2019).

УДК 629.786

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОТИВОМЕТЕОРОИДНОЙ ЗАЩИТЫ НАУЧНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МОДУЛЯ РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ С ЗАЩИТОЙ ЗАРУБЕЖНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ (ЯПОНСКОГО МОДУЛЯ KIBO И ЕВРОПЕЙСКОГО МОДУЛЯ COLUMBUS)

Н.В. Яковлев, студент

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

yakovlev12nv@yandex.ru

П.А. Зенковский, студент

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

pavelzenkovckiy@gmail.com

Научный руководитель: В.И. Колпаков, д.т.н., профессор МГТУ им. Н. Э. Баумана,

Кафедра «Технологии ракетно-космического машиностроения»

kolpakov@bmstu.ru

Околоземное космическое пространство загрязнено обильным количеством осколков космического мусора, причем с каждым годом его количество только возрастает. Осколки, образовавшиеся в процессе разрушения спутников, ступеней ракеты-носителей, разгонных блоков и других космических объектов в большом количестве присутствуют в приземном слое, что представляет серьезную угрозу безопасности автоматических и пилотируемых космических объектов. Наибольшая концентрация мусора наблюдается на высотах 800-1000 км. В связи с этим становится очевидно, что проблема повышения эффективности и снижение массы защитных элементов космических аппаратов (КА) является актуальной задачей на сегодняшний день.

Объектом исследования являлись модули международной космической станции (МКС): научно-энергетический модуль (НЭМ), KIBO, COLUBUS. Первый из них планируется для обеспечения российского сегмента МКС электроэнергией, обеспечение станции дополнительными средствами управления и проведение научных экспериментов. В ближайшем будущем (2020 год) он станет основой для российской национальной орбитальной станции. Уровень его защищенности от высокоскоростного ударного взаимодействия мусора сравнивался с защищенностью зарубежными КА KIBO, COLUMBUS.

В частности, НЭМ предназначен для проведения научных экспериментов, для обеспечения российского сегмента МКС электроэнергией и для обеспечения станции дополнительными средствами управления. Возможно НЭМ станет основой российской национальной орбитальной станции. Его запуск запланирован на 2020 год.

Задача решалась численно при помощи математического пакета ANSYS-Autodyn. При этом использовался метод сглаженных частиц (SPH).

По результатам выполненного исследования необходимо отметить, что уровень защищенности НЭМ существенно уступает защищенности зарубежных аналогов. Тем не менее противометеороидная защита НЭМ обеспечивает защиту от действия алюминиевых частиц массой до 10 грамм в диапазоне скоростей от 3 до 15 км/с. Однако для защиты от действия стальных частиц, обладающих теми же кинематическими и габаритно-массовыми характеристиками, необходимо рассмотреть возможность по усилению данной защиты.

Список литературы

1. Колпаков В.И., Васильева Т.В. Моделирование ударного взаимодействия высокоскоростных частиц с элементами конструкции экранной защиты космического аппарата. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2017. 60 с.

2. Зеленцов В.В. Защита космического аппарата от воздействия фрагментов мелкого космического мусора // Наука и образование. 2015. № 6.
2. Christiansen E.L. Handbook for Designing MMOD Protection / E.L.Christiansen [et al.]. NASA, Houston, Texas (USA). 2009. 135 p.

УДК 621.7.043

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СХЕМЫ ШТАМПОВКИ НА РАЗНОТОЛЩИННОСТЬ ПОЛОГИХ ЛИСТОВЫХ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ ЛА

Д.А. Фонарёв, студент

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

denisfon@rambler.ru

Применение свинца в качестве деформирующей среды в процессе формообразования пологих заготовок типа сферический «мениск» является перспективным направлением улучшения массовых и прочностных характеристик деталей летательных аппаратов и изделий специальной техники, таких как штампо-сварные топливные баки различной конфигурации, детали трубопроводов и др. Использование свинца в качестве деформирующей среды обеспечивает более равномерный характер распределения толщины стенки по сравнению с аналогичными деталями, полученными штамповкой в инструментальном штампе [1-3]. В программном комплексе «DEFORM» исследован процесс штамповки детали типа «мениск» из дисковой листовой заготовки по трем различным схемам – в инструментальном штампе, при деформировании свинцовым блоком с плоским торцом и при деформировании свинцом с предусмотренной в нем конической полостью. Цель исследований – установить влияние схемы деформирования на изменение толщины детали в меридиональном направлении.

Расчеты проводились для мениска из пластичной стали с радиусом кривизны 50 мм, штампуемого из модельной заготовки диаметром 60 мм и толщиной 0,5 мм. При проведении расчетов принималось, что трение между поверхностями заготовки и матрицы подчиняется закону Кулона, между поверхностями заготовки и свинца – закону Зибеля. Коэффициент трения между заготовкой, заготовкой и матрицей назначался равным 0,09, а между заготовкой и свинцом – 0,50.

Произведено сравнение данных, полученных численным моделированием процессов формообразования детали из заготовки постоянной толщины по трем схемам. В результате установлено следующее:

1. При деформировании в инструментальном штампе, контакт заготовки с пуансоном в процессе деформирования происходит не по сферической поверхности инструмента, а по двум кольцевым участкам, отстоящим друг от друга на некотором расстоянии. При этом, контактные поверхности распространяются от центра к периферии.

2. Использование свинца в качестве деформирующей среды позволяет получать детали с более равномерной толщиной стенки по сравнению с деталями, полученными в инструментальном штампе. При такой схеме контактная поверхность распространяется от периферии к центру, а сам контакт заготовки со свинцом происходит по поверхности, повторяющей форму матрицы.

3. Более благоприятного характера распределения толщины стенки детали можно добиться путем деформирования ее по схеме, предусматривающей наличие полости на поверхности свинца. Наличие полости позволяет отдалить момент контакта свинца с купольной частью заготовки, что уменьшает разнотолщинность мениска.

Результаты выполненных расчетов можно использовать как базу для дальнейшего исследования влияния полости на характер распределения толщины детали и для оптимизации геометрических параметров полости.

Список литературы

1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. 6-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1979. 520 с.
2. Патент РФ № 2016112586, 04.04.2016. Способ штамповки-вытяжки оболочечных листовых деталей пластичным металлом // Патент России № 2623510. 2017. / Бабурин М.А., Баскаков В.Д., Зарубина О.В., Ладов С.В., Федоров С.В., Никольская Я.М.
3. Бабурин М.А., Баскаков В.Д., Герасимов Н.В., Зарубина О.В., Тарасов В.А. Анализ формоизменения заготовок при вытяжке полусферических деталей с применением промежуточных деформируемых сред. Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2014. № 7. С. 21-24.

СЕКЦИЯ «ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА»

УДК 519.7

ЧАСТИЧНОЕ ПРЕДУГАДЫВАНИЕ РЕГУЛЯРНЫХ И КОНТЕКСТНО-СВОБОДНЫХ СВЕРХСЛОВ

О.Г. Маншилин, магистрант

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

manshilin.o@gmail.com

Научный руководитель: А.А. Мاستихина, к.ф.-м.н, доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В этой работе рассматриваются автоматы, которые пытаются выдать на своих выходах символ, который попадёт им на вход в следующий момент времени. Понятие частичного предугадывания было введено в работе Мастихиной А.А [1]. Частичное предугадывание значит, что автомат верно предсказывает некоторую долю входных символов, которая называется степенью предугадывания и определяется как нижний предел отношения количества угаданных символов за время t к t при t , устремленном к бесконечности. В её работе были получены важные результаты, которые позволяют определить является ли общерегулярное сверхслово частично-предугадываемым и построить предугадывающий автомат из принимающего.

В данной работе было проведено исследование по возможности использования конечных автоматов для частичного предугадывания контекстно свободных языков, а не только для предугадывания общерегулярных сверхслов. Контекстно-свободные языки [3] представимы с помощью автоматов со стеком [2], подмножеством которых являются конечные автоматы. Как оказалось, подобное возможно для части контекстно-свободных

сверхслов. В качестве примера был приведён язык $\{0^n 1^n\}^\infty$. Для него был найден конечный автомат, степень предугадывания которого в наихудшем случае равнялась степени предугадывания автомата со стеком. Однако наилучшая степень предугадывания у контекстно-свободного автомата оказалась лучше нежели максимальная возможная степень предугадывания у конечного автомата. Не все контекстно-свободные языки, частично предугадываемые автоматом со стеком, оказалось возможно частично предугадать конечным автоматом. Язык палиндромов $\{ww^r\}^\infty$ является полностью непредугадываемым при помощи конечных автоматов, когда как он является частично предугадываемым при помощи автомата со стеком.

В данной работе было введено понятие степени предугадывания на отрезке:

$$c_{t_1}^\theta(\alpha) = \inf \left\{ 1 - \frac{\sum_{N+n}^{N+n+t_1} |y_\alpha^\theta(i) - \alpha(i+1)|}{t_1}, n \in \Gamma \right\},$$

где α – предугадываемое сверхслово, t_1 – длин отрезка, i – дискретный момент времени, θ – автомат, который предвосхищает сверхслово, y – функция выхода автомата θ , N – дискретный момент времени, после которого возможно предугадывание. Это значит, что по прошествии конечного времени, на каждом отрезке длиной t_1 доля верно предугаданных входных символов не меньше чем $c_{t_1}^\theta$. Также было показано, что если у конечного автомата существует степень предугадывания на отрезке, то его степень предугадывания в смысле предела больше либо равна степени предугадывания на отрезке. Обратное же не является верным в общем случае.

Список литературы

1. Мاستихина А.А. Критерий частичного предвосхищения общерегулярных сверхсобытий // Дискретная математика. 2011. Т. 23, Вып. 4. С.103-114.
2. Джеффри Д. У., Хопкрофт Д.Э., Раджив Мотвани Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. М.: Вильямс, 2016.
3. Волкова И.А., Вылиток А.А., Руденко Т.В. Формальные грамматики и языки. Элементы теории трансляции. М.: Издательский отдел факультета ВМиК МГУ им. М.В. Ломоносова, 2009.

УДК 519.178

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА МИНИМАЛЬНОГО ОСТОВНОГО ДЕРЕВА ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ГРАФОВ

В.Ю. Логинов, бакалавр

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

L.V.Y.11@yandex.ru

Научный руководитель: А.А. Мастихина, к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В рамках моего исследования динамическим графом будем называть граф, у которого меняются веса рёбер (вес ребра не может быть равен 0).

В настоящее время для нахождения МОД используются в основном два алгоритма: алгоритм Прима и алгоритм Краскала. При этом асимптотическая сложность выполнения данных алгоритмов совпадает и равна $O(E \log_2(E))$, но существуют константные различия в скорости их работы. На разреженных графах (количество рёбер примерно равно количеству вершин) быстрее работает алгоритм Краскала, а на насыщенных (количество рёбер примерно равно квадрату количеству вершин) - алгоритм Прима, что можно найти в статье Кормен [1].

При этом алгоритм Прима в ходе своей работы остаётся связным, а алгоритм Краскала может строить дерево одновременно для нескольких компонент связности, которые в процессе решения объединяются в одно связанное дерево, что может быть полезно в ряде практических применений, о которых рассказывал Фредериксон [2].

Однако для поддержания МОД в динамических графах не обязательно делать полную сортировку массива с весами рёбер, достаточно применить алгоритм двоичного поиска к ребру, которое поменяло свой вес, что асимптотически ускорит работу алгоритма Краскала до $O(V \log_2(V))$, поэтому для основы алгоритма поддержания МОД в динамических графах я выбрал именно алгоритм Краскала.

Перед началом работы алгоритма поддержания МОД динамического графа необходимо найти МОД по алгоритму Краскала, составив массив рёбер упорядоченный по весу и выделив массив рёбер МОД, самое тяжёлое ребро которого назовём b .

На вход алгоритму подаётся номер ребра и его новый вес, далее производится операция двоичного поиска элемента, изменившего вес, после чего определяется, входил ли этот элемент в МОД или нет, далее, в зависимости от этого, алгоритм разделяется на две «ветви» в каждой из которых далее происходит разделение на две другие «подветви» относительно того, больше ли ребро поменявшее вес элемента b . В результате выполнения данного алгоритма мы получаем, что в четырёх из шести случаев поддержание МОД проводится за линейное время (без применения алгоритма Краскала), а в двух результатах, когда всё же необходимо выполнить алгоритм Краскала, его можно выполнять не для всех элементов массива рёбер, а только до ребра, которое поменяло вес или до ребра b в зависимости от случая.

Таким образом сложность модернизированного алгоритма Краскала равна $V \log_2(V) + \log_2(E) + V + 1$, что на $V + 1$ больше сложности алгоритма Краскала при применении двоичного поиска. Хотя в худшем случае модификация алгоритма Краскала и проигрывает на константу в скорости, в среднем она будет давать очевидный выигрыш, благодаря тому, что в 4 из 6 случаев она имеет линейную сложность, а в остальных двух её сложность меньше или равна сложности алгоритма Краскала.

Подводя итоги, можно сказать, что в среднем случае предложенная мной модификация алгоритма Краскала даёт выигрыш по времени для поддержания минимального остовного дерева в динамическом графе.

Список литературы

1. Кормен, Т., Лейзерсон, Ч., Ривест, Р., Штайн, К. Глава 23. Минимальные остовные деревья // Алгоритмы: построение и анализ.
2. Introduction to Algorithms / Под ред. И. В. Красикова. 2-е изд. М.: Вильямс, 2005. 1296 с.
3. Фредериксон Г.Н. Структуры данных для оперативного обновления минимальных остовных деревьев с приложениями. 1984. 368с.

УДК 51-3

СИНГУЛЯРНОЕ МАТРИЧНОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ И ЕГО ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

А.А. Сафонов, бакалавр

МГТУ им. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

tyuira51@list.ru

Научный руководитель: О.В. Кравченко, старший преподаватель

МГТУ им. Баумана, кафедра факультет «Фундаментальные науки»

Сингулярное матричное разложение (SVD-разложение) [1] — один из способов разложения произвольной матрицы $m \times n$ на три матрицы, две из которых — ортогональные невырожденные матрицы размера $m \times m$ и $n \times n$, а третья представляет собой матрицу того же размера, что и исходная матрица и содержит сингулярные значения на *главной диагонали* в невозрастающем порядке. При этом элементы, находящиеся не на *главной диагонали*, равны 0, а сингулярное значение представляет собой квадратный корень их собственного числа.

Нахождение данного разложения матрицы делится на 3 этапа [2]:

1. Нахождение собственных чисел симметрической матрицы, получающейся в результате перемножения исходной транспонированной и исходной матриц. Один из способов вычисления собственных значений — QR-разложение, в результате которого симметрическая матрица приводится к подобной матрице диагонального вида, на главной диагонали которой стоят собственные числа в убывающем порядке. Затем для каждого собственного числа составляется собственный вектор матрицы путем решения однородной СЛАУ. Из полученных собственных векторов составляется первая ортогональная матрица (собственные векторы расположены по строкам).

2. Нахождение второй ортогональной матрицы (здесь же векторы расположены по столбцам) выполняется с помощью вычисления промежуточной матрицы, получающейся в результате перемножения исходной матрицы на первую транспонированную ортогональную. Затем с помощью ортогонального дополнения вычисляются недостающие ортогональные векторы путем решения однородной СЛАУ, которые ортогонализируются методом Грама-Шмидта.

3. Составляется диагональная матрица того же размера, что и исходная матрица, на *главной диагонали* которой расположены сингулярные значения в

невозрастающем порядке. При этом каждая ортогональная матрица состоит из нормированных векторов [3].

Данное разложение и все его вычисления реализованы в программной среде C++.

Программа состоит из тех же этапов, каждый из которых содержит набор процедур и функций, отвечающих за нахождение определенных числовых данных.

SVD-разложение успешно используется для обработки и аппроксимации числовых данных, и может быть применено, например, в сжатии изображений, файлов, аудио и видеозаписей.

Список литературы

1. Канатников А.Н., Крищенко А.П. Линейная алгебра: учеб. для вузов / под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 408 с. (Сер. Математика в техническом университете; Вып. 4).
2. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченкова Н.В. Вычислительные методы для инженеров: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1994. 544 с.
3. Власов Ю.П., Посвянский В.П. Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе по дисциплине «Численные методы». М.: МИИТ, 2002. 37 с.

УДК 004.93

АФФИННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ НАД ИЗОБРАЖЕНИЯМИ И ПОИСК ОСОБЫХ ТОЧЕК

А.Ю. Митрофанова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

nastya_mitrofanova_2000@mail.ru

Научный руководитель: О.В. Кравченко, старший преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

ok@bmstu.ru

Проблемы компьютерного зрения начали активно изучаться со второй половины XX века. Развитие техники и повсеместное использование компьютерных технологий вывели эти вопросы на новый уровень. Детектирование особых точек является неотъемлемой частью компьютерного зрения, и инвариантность реализующих этот процесс алгоритмов к аффинным преобразованиям – важный критерий оценки различных детекторов. Особая точка m – это точка изображения, окрестность которой $U_\varepsilon(m)$ можно отличить от окрестности любой другой точки изображения $U_\varepsilon(n)$ в некоторой другой окрестности особой точки $U_\delta(m)$. Метод извлечения особых точек из изображения называется детектором [1]. Одним из наиболее популярных детекторов особых точек является детектор Харриса. Его математическая формулировка следующая. На изображении I будем рассматривать окно W с центром в точке (x, y) . Сдвинем рассматриваемое окно на (u, v) [1].

$$E(u, v) = \sum_{(x, y) \in W} w(x, y) (I(x + u, y + v) - I(x, y))^2$$

$$\approx \sum_{(x, y) \in W} w(x, y) (I_x(x, y)u + I_y(x, y)v)^2 \approx (x, y) M \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} \quad (1)$$

Здесь $E(u, v)$ – взвешенная сумма квадрата разностей между сдвинутым и исходным окном (т.е. изменение окрестности точки (x, y) при сдвиге на (u, v)), x, y – координаты точки, принадлежащей окну W , а $w(x, y)$ – весовая функция (обычно используется функция Гаусса или бинарное окно). M – автокорреляционная матрица

$$M = \sum_{(x,y) \in W} w(x,y) \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Мера отклика R определяется равенством

$$R = \det M - k \cdot (\text{trace}(M))^2, \quad (3)$$

где

$$\det M = \lambda_1 \lambda_2 \quad (4)$$

$$\text{trace}(M) = \lambda_1 + \lambda_2 \quad (5)$$

λ_1, λ_2 – собственные значения матрицы M .

Для проверки реализованного детектора Харриса на инвариантность к аффинным преобразованиям (операциям перемещения, масштабирования, поворота, и сдвига) в ранее разработанной программе-графическом редакторе были созданы изображения таких геометрических фигур, как квадрат, прямоугольный треугольник, и трапеция. К ним были применены операции масштабирования, поворота, и сдвига, а затем на изображениях был выполнен поиск особых точек.

В результате сдвига количество найденных особых точек существенно изменилось для всех фигур. После поворота в количестве найденных особых точек не произошло существенных изменений. При масштабировании квадрата и прямоугольного треугольника в количестве найденных особых точек не произошло изменений, однако при масштабировании трапеции эти изменения стали очевидными. Исходя из того, что наибольшие изменения в количестве найденных особых точек произошли в результате масштабирования и сдвига (являющегося комбинацией поворота и масштабирования) можно сделать вывод о чувствительности детектора Харриса к масштабированию.

В работе рассмотрена задача поиска особых точек (углов) на изображениях с использованием детектора Харриса. Приведены результаты исследования работы реализованного программного комплекса на инвариантность к аффинным преобразованиям. Был реализован детектор Харриса, результаты поиска особых точек которого близки к результатам оригинального детектора. В ходе тестирования на инвариантность реализованного детектора Харриса к аффинным преобразованиям удалось обнаружить его чувствительность к масштабированию. Также в результате тестирования реализованного детектора был сделан следующий вывод: детектор Харриса намного лучше справляется с поиском L-связных углов, чем углов других типов.

Список литературы

1. Детекторы углов. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/244541/> (дата обращения 13.04.2019).
2. Кудрина М.А., Мурзин А.В. Аффинные преобразования объектов в компьютерной графике // Труды Международного симпозиума «Надёжность и качество». 2014, <https://cyberleninka.ru/article/v/affinnye-preobrazovaniya-obektov-v-kompyuternoy-grafike> (дата обращения 13.04.2019).
3. Harris Corner Detector, https://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/features2d/trackingmotion/harris_detector/harris_detector.html (дата обращения: 20.03.2019)

УДК 51-3

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ С КОМПЛЕКСНЫМИ ЧИСЛАМИ В ПРАКТИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЯХ

А.В. Байбикова, бакалавр

МГТУ им. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

whitetiger2010@yandex.ru

Научный руководитель: О.В. Кравченко, старший преподаватель,

МГТУ им. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Множество Мандельброта - это множество точек c на комплексной плоскости, для которых рекуррентное соотношение $z_{n+1} = z_n^2 + c$ при $z_0 = 0$ задаёт ограниченную последовательность. То есть, это множество таких c , для которых $\exists R \in \mathbb{R}$, что неравенство $|z_n| < R$ выполняется при всех $n \in \mathbb{N}$. Множество Мандельброта является фрактальным. При этом, фрактал - математическую модель, описывающую некоторые самоподобные объекты, встречающиеся в природе [1].

Визуально, внутри множества Мандельброта можно выделить бесконечное количество элементарных фигур, каждая из которых имеет свой набор меньших фигур, овалов, диаметр которых также стремится к нулю, образуя фрактал. Строго математически, изображения множеств Мандельброта должны быть чёрно-белыми. Точка либо попадает внутрь множества, либо нет. Несмотря на это, с помощью компьютера мы можем построить и цветные изображения. Порядок определения, попадает ли точка z_0 внутрь множества (традиционно закрашиваемого чёрным цветом) или нет (закрашивается цветом, зависящим от скорости движения к бесконечности) следующий: на каждой итерации для $z_n = x_n + y_n \cdot i$ вычисляется значение модуля $|z_n| = \sqrt{x_n^2 + y_n^2}$, которое затем сравнивается с «границей бесконечности» (обычно берётся значение, равное 2). Таким образом, если $|z_n|^2 \leq 4$ при любом числе итераций, то цвет точки чёрный, в противном случае он зависит от последнего значения n , при котором $|z_n|^2 \leq 4$. Значение n , фактически, показывает скорость движения z_n в бесконечность и может быть просто индексом в таблице цветов или использоваться как параметр в более сложном алгоритме. Точкам около границы множества нужно больше итераций для ухода в бесконечность. Поэтому такие области прорисовываются заметно дольше. Чем дальше от границ множества, тем выше скорость ухода в бесконечность. Для таких точек требуется меньше итераций. Основой программной реализации рассмотренного выше алгоритма являются алгебраические операции над комплексными числами [2].

В данной работе для разработки программ по выполнению построения фракталов был использована программная среда Lazarus. В компьютерной графике объекты, обладающие фрактальной формой (кроны, листья и пр.) могут формироваться через реализованный алгоритм [3].

Список литературы

1. Бенуа Б. Мандельброт. Фрактальная геометрия природы = The Fractal Geometry of Nature. М.: Институт компьютерных исследований, 2002. 656 с.
2. Канатников А.Н., Крищенко А.П. Линейная алгебра: учеб. для вузов / под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 408 с. (Сер. Математика в техническом университете; Вып. 4).
4. Sims K. Understanding Julia and Mandelbrot Sets Available at: <http://www.karlsims.com/julia.html>, accessed 10.04.2019.

УДК 004.932

БИБЛИОТЕКИ PYTHON ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ. ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Е.А. Терновой, бакалавр

МГТУ им. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

evgenternov71@gmail.com

Научный руководитель: О.В. Кравченко, старший преподаватель,

МГТУ им. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Для работы с изображениями в Python существует множество библиотек. С помощью некоторых из них, например, Pillow или Scikit-image, можно выполнять такие базовые операции как кадрирование, поворот на определённый угол, изменение цветового режима, фильтрация, а с помощью других - OpenCV, Keras даже создавать нейронные сети. В работе подробно рассматривались возможности библиотеки Pillow. Для реализации приложения, иллюстрирующего работу с изображениями в Python необходимо представить изображение в виде нескольких матриц действительных или целых чисел, в зависимости от типа изображения, и работать с ними как с обычными числовыми массивами, поэтому также использовалась библиотека Numpy.

Для обработки изображений с помощью библиотеки Pillow реализовано приложение, содержащее следующий функционал

- замена красного цветового канала на синий;
- оттенки серого;
- чёрно-белый;
- негатив;
- тёплые цвета;
- холодные цвета;
- добавление шумов;
- регулировка яркости.

Кроме этого, одной из целей работы было достижение сжатия изображения с помощью SVD-разложения, поэтому использовался модуль Linalg из библиотеки Numpy. Для создания удобного графического интерфейса, диалоговых окон и вывода результата обработки изображения в окне приложения использована библиотека Tkinter.

Результатом работы является приложение, содержащее вышеперечисленный функционал и способное аппроксимировать матрицу изображения, используя SVD-разложение, другой матрицей, имеющей меньший ранг, вследствие чего занимаемое изображением место на диске уменьшается.

Список литературы

1. R. Chityala, S.Pudipeddi Image Processing and Acquisition using Python: Изд-во «CRC Press Taylor & Francis Group», 2014. 351 с.
2. Лутц М. Изучаем Python, 4-е издание. СПб.: Символ-Плюс, 2011. 1280 с.
3. Дж. Голуб, Ч. Ван Лоун Матричные вычисления: Изд-во «Мир», 1999. 536 с.

СЕКЦИЯ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»

УДК 519.257

АНАЛИТИКА СПОРТИВНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ФУТБОЛЬНЫХ КЛУБОВ И ИХ ИГРОКОВ ПРИ ПОМОЩИ ИНСТРУМЕНТОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Т.А. Чахоян, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

chakhoyantigran@gmail.com

П.В. Бучинчик, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

p.buchinchik@gmail.com

А.Р. Егоров, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

egoroff-ars@yandex.ru

Профессиональный футбол уже давно стал бизнесом. За последнее десятилетие в футболе стоимость различных сделок и контрактов растет по экспоненциальному закону, фигурируют абсолютно космические суммы. В связи с тем, что прибыль необходимо максимизировать, в футболе актуальным становится анализ больших данных [1] – перспективное и стремительно развивающееся направление в математической статистике.

Чтобы эффективно инвестировать в футбол, нужно понимать, что легче можно спрогнозировать. Как определить предсказуемость исхода противостояния? Будем считать коэффициент предсказуемости как информационную энтропию [2] для каждой команды в каждом матче. Для обработки данных и вычислений были использованы такие библиотеки языка программирования Python, как: pandas (анализ данных, работа с таблицами), numpy (работа с большими многомерными массивами данных), scipy (вычисления и расчёты). [3] Получили, что коэффициент предсказуемости самым высоким вышел у французской лиги (что логично – «ПСЖ» побеждает уже много лет подряд и нет никаких предпосылок для нарушения этой тенденции). Отметим также, что коэффициент предсказуемости растёт и в Английской Премьер-Лиге, что связано с приходом одного из лучших тренеров мира и топ-игроков в одну из команд («Манчестер Сити»), в которую инвестируют деньги последние 10 лет и в которой работает лучший футбольный аналитический отдел в Европе.

Рассмотрим вторую задачу – влияние игроков на результат матча и результаты для некоторых команд. Получили, что в «Барселоне» наибольшим влиянием за последние годы обладают Андрес Иньеста (0,087), Хави Эрнандес (0,08), Лионель Месси (0,073) – творцы успеха легендарной Барселоны 2009-2011, которая взяла почти все возможные трофеи.

Получим также, что в «Ювентусе» (команде, которая славится игрой от обороны) наибольшим влиянием обладают 2 защитника и голкипер – Джорджио Кьеллини (0,10), Леонардо Бонуччи (0,09), Джанлуиджи Буффон (0,078).

На основе выполненных задач можно сделать несколько выводов. Во-первых, наиболее хорошо прогнозируемой лигой является французская. Во-вторых, с помощью математического аппарата можно выявить игроков, которые влияют на игру больше остальных. Это могло бы помочь футбольным клубам в решениях о приобретении/продаже того или иного футболиста.

Список литературы

1. Загоруйко Н.Г. Когнитивный анализ данных. Академическое издательство «ГЕО», 2012. 203 с.

2. Горяинов В.Б., Павлов И.В., Цветкова Г.М. Математическая статистика. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 424 с.
3. Рашка С. Python и машинное обучение. М.: ДМКПресс, 2017. 418 с.: ил.



СЕКЦИЯ «ИСТОРИЯ»

УДК 947 358

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ТАНКА КВ

С.А. Мамонтов, студент

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

smforletters@yandex.ru

Научный руководитель: О.Ю. Отрокова, к.и.н., доцент

МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

КВ-1 является прославленным тяжёлым танком, который принимал активное участие в обороне СССР с первых дней Великой Отечественной войны. Разработка модели началась в 1939 году для замены многобашенного Т-35. В то время стало понятно, что концепция тяжёлого танка должна быть пересмотрена. В конце 1930-х были предприняты попытки разработать танк уменьшенных (по сравнению с Т-35) размеров, но с более толстой бронёй. Однако конструкторы так и не решились отказаться от использования нескольких башен: считалось, что одна пушка будет бороться с пехотой и подавлять огневые точки, а вторая обязательно должна быть противотанковой — для борьбы с бронетехникой. И лишь в качестве эксперимента разработали ещё и уменьшенный вариант СМК — с одной башней. За счёт этого сократилась длина машины (на два опорных катка), что положительно сказалось на динамических характеристиках. Именно эта машина получила название КВ [1].

Танк был испытан в бою 17 декабря 1939 года. Опытный образец попал под обстрел 37-мм пушек, но остался неповреждённым благодаря своей броне, которая могла выдержать попадание и большего калибра. Через день, 19 декабря 1939 года, танк был принят на вооружение. КВ-1 запускался в серийное производство и принимался на вооружение, не имея ни одного километра испытательного пробега, был принят на вооружение без должных испытаний, что не могло не сказаться на его качестве в худшую сторону. Несмотря на поступающие из армии отзывы о ненадёжности ходовой части, в войска продолжали поступать неработоспособные машины. Лишь позднее была создана правительственная комиссия, которая обнаружила конструкторские недочёты при создании машины [2]. В результате длительного бездействия перспективная машина осталась без доработок, в которых остро нуждалась. Из-за этого к 1941 году советская армия не имела в своём распоряжении тяжёлого мобильного танка, используемого для прорыва оборонительных сооружений противника и атаки его укрепленных районов. Это стало очевидно сразу после нападения немецких войск. Танк мог выдержать большое количество попаданий, но не обладал никаким гарантированным моторесурсом.

Мощная, почти неуязвимая для орудий того времени машина была загублена конструкторскими недоработками, которые можно было бы выявить при наличии испытаний опытных образцов. Дальнейшее игнорирование проблемы, списывание поломок КВ на неопытность экипажа привело к трагическим последствиям: к началу войны у армии не имелось боеготового и мобильного тяжёлого танка. Из-за этого погибли многие экипажи, а также солдаты пехоты, которые рассчитывали на огневую поддержку боевой машины.

Но несмотря на всё вышеперечисленное, экипажам КВ удавалось выжимать из машины максимум. На этих тяжёлых танках было совершено множество подвигов, которые устрашали немецких солдат. В начале войны у склонных к мистицизму немцев КВ-1 получил прозвище «призрак» [3]. Танк был прекрасен в бою, если не проявлялся ни один из его недостатков. Надёжное противоснарядное бронирование, обеспечивающее

почти полную неуязвимость, дизельный двигатель и мощная пушка могли бы обеспечить успех на боях сражений в первый этап войны, если бы не существовали недоработки в ходовой части, ставившие крест на боевом потенциале машины.

С конца лета 1941 по весну 1942 были предприняты попытки создания новых моделей для замены КВ-1, но опытные образцы были абсурдом с точки зрения танкостроения. Вместо того, чтобы усовершенствовать машину, советские конструкторы пытались придумать совершенно новое решение. Данные попытки закончились неудачно.

Таким образом, судьба танка КВ была предрешена ещё при принятии его на вооружение без испытаний. Машина лишилась необходимых улучшений, а, следовательно, и права на звание лучшего танка. Однако даже с существенными недостатками танк КВ неплохо показал себя в боевых условиях благодаря своим боевым характеристикам. Более того, эту конструкцию можно считать промежуточным звеном, между устаревшими многобашенными танками, похожими на Т-35, и боееспособными боевыми единицами, такие, как ИС-2.

Список литературы

1. Советские тяжелые танки серии КВ. Режим доступа: <http://war20.ru/article/41/tanki-serii-ky> (дата обращения 01.05.2019)
2. Птичкин С. Пробоины в броне // Советский воин. 1991. № 1.
3. Кершоу Р. 1941 год глазами немцев. Березовые кресты вместо железных. М: Эксмо, 2011. 544 с.

УДК 93/99(419)

НЕМЕЦКАЯ ВОЕННАЯ ПРОПАГАНДА В ГОДЫ ПЕРВОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ

К. Флеури, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Научный руководитель: Е.Н. Крякин, старший преподаватель

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Проблема пропагандистских кампаний и поддельных новостей актуальна сегодня. Одним из ярчайших примеров такой дезинформации является деятельность ряда стран в годы Первой мировой войны. В газетах умышленно занижали число погибших, умышленно преувеличивали героизм солдат. С учетом этого гамбургский музей «Museum für Kunst und Gewerbe» в своей экспозиции «Война и пропаганда 14/18» показал Первую мировую войну как «первое глобальное мероприятие средств массовой информации современности». Это было особенно характерно для Германии, как инициатора войны.

Цель статьи показать характер, цель и последствия немецкой пропаганды в Первой мировой войне. Помимо того мы надеемся опровергнуть мнение о том, что пресса играла «не решающую роль в развязывании мирового конфликта» [1]. На самом деле, пресса была инструментом, посредством которого государства манипулировали людьми еще до начала войны, и как только потребовалось, она также сыграла важную роль в сборе средств для военных усилий, скрывала количество человеческих жертв и зверские преступления, преувеличивая действия своих врагов. [2]

Самый распространенный случай массовых манипуляций с помощью поддельных новостей имел место 3 июля 1914 года, еще накануне войны, когда президент дистрикта города Дюссельдорф сообщил, что восемьдесят французских офицеров, одетых в Прусскую форму, пересекли западно-германскую границу с 12 автомобилями и золотом для русских в качестве помощи в предстоящей войне. [3] Большинство немецких агентств массовой коммуникации опубликовали эту информацию, некоторые даже изменили историю, добавляя свою собственную точку зрения к ней, например, что «преступники, несущие золото в Россию, передали золото велосипедистам, одетым как масоны» [3].

Несмотря на абсурдность этой истории, она все же заслужила первую страницу газеты. В журнале Гарри Графа Кесслера была дана такая заметка: «Die Bauern haben Sperren mit Heuwagen und Draht angelegt, stehen mit alten Jagdflinten dabei und halten jedes Auto auf. Bei Kiekebusch sperrten drei Mann mit Jagdflinten die Strasse» (Крестьяне поставили барьеры с сенокосами и проволокой, стоят со старыми винтовками, а у Кикебуша трое мужчин с винтовками заблокировали дорогу). [4] Одного этого было достаточно, чтобы немцы поверили в опасность.

Германия чувствовала себя уязвимой, как «младшая» из мировых держав. Большинство немецких газет сообщали, что эта война «не была чем-то, к чему стремились немцы», но, была следствием Российского предательства и жадности, и что Германия - как единственная пристань правосудия была бы счастлива избавить мир от войны.

Милитаристский характер имели и слова первых лиц. Кайзер Вильгельм II еще до войны заявлял: «Eine schwere Stunde ist heute über Deutschland hereingebrochen. Neider überall zwingen uns zu gerechter Verteidigung. Man drückt uns das Schwert in die Hand» (Сегодня трудный час наступает над Германией, жадные люди повсюду заставляют нас справедливо защищаться. Они толкают меч в наши руки). [5]

Нельзя сказать, что есть прямая связь между этими новостями и «германской жаждой крови», как отметила исследователь Н. Э. Жубрина [1], но эти новости озлобили население, подготовили к войне.

С началом военных действий пропаганда появилась в книгах, газетах, брошюрах, плакатах, фильмах, и на открытках. Она работала на многих уровнях. Волна антинемецкой пропаганды началась и в Англии и Франции [6,7,8], это была ответом на нападение немцев на Бельгию. Теперь и немцев представляли злодеями. Интересно, что образы, созданные в пропагандистских целях «работали» вплоть до 1918 года и дальше. Они оказались очень живучими.

После анализа можно определить три признака характерные для немецкой прессы:

1. Немецкое общество оправдывало свои военные действия за границей фальшивыми новостями.
2. Газеты характеризовали иностранцев как некультурных и опасных посредством фальшивых новостей.
3. Газеты отрицали реальность убийства бельгийских граждан.

Основными целями было повышение слепой веры в свою правоту. К сожалению, этот образ мышления можно наблюдать в большинстве европейских стран и сегодня.

Список литературы

1. Журбина Н.Е. Роль прессы в процессе перемены общественно-политического климата в Германии накануне первой мировой войны. 2008. 78. с.
2. Atrocity propaganda, The British Library, Jo Fox - 29 January 2014.
3. ZEIT Geschichte Nr. 3/17, Schlacht der Lügen, Erster Weltkrieg - 2017.
4. Journey to the Abyss: The Diaries of Count Harry Kessler, 1880-1918, Harry Kessler - Translation by Laird Easton 2011.
5. Tageblatt für Thale am Harz und Umgegend, Ansprache des Kaisers - 2 August 1914.
6. Jürgen von Ungern-Sternberg and Wolfgang von Ungern-Sternberg, Der Aufruf "An die Kulturwelt!": das Manifest der 93 und die Anfänge der Kriegspropaganda im Ersten Weltkrieg, Franz Steiner Verlag, Stuttgart, 1996.
7. Great Britain. Committee on Alleged German Outrages. Report, etc. James Bryce London, 1915.
8. German Atrocities. A Record of Shameless Deeds, William le Queux, 1915

УДК 947 784.3 «1941-1945»

МУЗЫКА В ПЕРИОД ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

А.С. Молодёнова, студент

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

alexsun24@yahoo.ru

Научный руководитель: О.Ю. Отрокова, к.и.н., доцент

МГТУ им Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Общеизвестно, что музыка сильно влияет на сознания людей. Она способна вселить в людей страх или, наоборот, воодушевить, заставить человека вспомнить счастливый момент своей жизни или загрустить, или прослезиться... В повседневной, мирной жизни её влияние велико, а в военные годы, когда каждый день мог обернуться потерей, бедой, когда вокруг голод и смерть, когда очень трудно выживать, а тем более сохранять веру в Победу, или хотя бы надежду на счастливое будущее, порой, только искусство придавало сил для подъёма духа и каждодневного подвига. Музыка и поэзия – не только поднимали настрой, но и творили настоящие чудеса.

Один из самых масштабных и показательных примеров силы музыки и её влияния на людей в годы Великой Отечественной войны – 7 симфония Д.Д. Шостаковича. 27 декабря 1941 года была закончена работа над произведением. Её было решено исполнить в блокадном Ленинграде. Причём воплотить это было крайне непросто: некоторые музыканты погибли от голода в первую блокадную зиму, некоторые были вывезены из города; в декабре репетиции были свёрнуты. Продолжить их получилось только в марте, причём к тому моменту играть могли лишь 15 музыкантов, да и те были крайне ослаблены. Ради восстановления оркестра пришлось вызывать музыкантов из различных военных частей. Однако, несмотря на все трудности, 9 августа 1942 года симфония, исполняемая в Филармонии, транслировалась по радио и городским громкоговорителям. Не только весь г. Ленинград, но и фашистские войска, окружавшие город, слушали 7 симфонию [1]. Много позже двое туристов из ГДР, разыскавшие К.И. Элиасберга (дирижера), признались ему: «Тогда, 9 августа 1942 г., мы поняли, что проиграем войну. Мы ощутили вашу силу, способную преодолеть голод, страх и даже смерть...» [2].

Не только симфонии поддерживали дух советского бойца, но и тысячи других музыкальных произведений, в частности - песен: фронтовых, военных, ностальгирующих, воодушевляющих... В 1941 году песни *«становились оружием против ненавистного врага. Именно эти дни можно по праву назвать временем второго рождения советской массовой песни – реальная жизнь, суровая без прикрас, страшная, но и прекрасная, в смысле степени ее эмоциональной насыщенности, шагнула к людям из ее строк»* [3]. Самая известная и мощная песня тех лет - «Священная война». Но с 1942 года всё большую популярность набирают лирические песни, напоминающие о доме, о мирной жизни... Наиболее популярные: «Землянка», «Синий платочек». Музыка напоминала о доме, напоминала, зачем биться, зачем проходить через этот ад. Музыка универсальна, она была единой для всех. Неважно из какой части огромной советской страны был человек, солдат он или офицер, танкист или пехотинец, все хотели мира, хотели защитить свой дом и вернуться в него, а музыка – была костылем хромой душе, ветром парусу воли и крупицей надежды истосковавшемуся сердцу. Можно проследить, как от мажорно-боевых настроений, царивших в 1941 году («Марш защитников Москвы»), постепенно стали преобладать другие эмоции: тоска по дому, желание вернуться, выжить. Например, стихотворение «Жди меня» Константина Симонова было написано в июле — августе 1941 года и пользовалось невероятной популярностью. Эти проникновенные строки были посвящены любимой женщине поэта – известной актрисе Валентине Серовой. Впервые оно было напечатано в «Правде» 14 января 1942 года на третьей полосе. И в этом же году

оно было положено на музыку Матвеем Блантером и прозвучало в виде песни в фильмах «Парень из нашего города (1942) и «Жди меня» (1943).

В послевоенные годы было написано большое количество песен о войне. И среди них можно выделить два основных направления: радость Победы, гордость и счастье, что ты живой и можешь вернуться домой («Казаки в Берлине», «Я люблю тебя, жизнь», «Нам дорог мундир офицера») и грусть от потери друзей, семьи, дома, горе потери («Бери шинель, пошли домой», «Солдаты», «Женька», «Москвичи»).

Музыка во времена Великой Отечественной Войны была мощным инструментом по уровню влияния на сознание людей. Она поднимала людей в бой, успокаивала после него, напоминала о доме, согревала в землянках, ковала волю к победе, волю к жизни, волю к миру и к счастью... Под её знамёнами солдаты шли жертвовать собой, жертвовать самым ценным, что у них есть – своей жизнью. Под её звуки солдаты уходили с поля боя. Поэтому музыка военных лет отражала психологическое состояние целой страны. Музыка – очень важный инструмент, который может использоваться, как оружие, поднимая солдат в бой, и как инструмент мира (остановка военных действий в г. Ленинграде вовремя исполнения 7 симфонии Д.Д. Шостаковича). Остается лишь надеяться, что человечество учтет ошибки прошлого и больше никогда музыка не станет оружием войн. Слушая песни военных лет, представляешь эту тяжелую пору и начинаешь относиться по-другому к прошлому отцов и дедов, понимая какая суровая доля выпала им. Музыка тех лет до сих пор не забыта, она до сих пор остается оружием, но не смерти. Благодаря героизму наших предков, музыка остаётся оружием мира.

Список литературы

1. Закорецкая М. «Симфония о победном торжестве всего высокого и прекрасного» Русская народная линия. Режим доступа: http://ruskline.ru/monitoring_smi/2011/oktyabr/17/simfoniya_o_pobednom_torzhes_tve_vsego_vysokogo_i_prekrasnogo/ (дата обращения 10.05.2019)
2. Линд Е. Симфония № 7 «Ленинградская» Режим доступа: <http://www.philharmonia.spb.ru/compositions/about/8476/> (дата обращения 10.05.2019)
3. Чехович Н. Дневник офицера: Письма лейтенанта Николая Чеховича к матери и невесте. М.: Молодая гвардия, 1945.

УДК 94 (470)

ОТМЕНА КРЕПОСТНОГО ПРАВА: «НОВАЯ ЖИЗНЬ» ИЛИ НЕИЗБЕЖНЫЙ КОНЕЦ?

К.А. Ляшков, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Научный руководитель: Е.Н. Крякин, старший преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Отмена крепостного права стала важнейшим этапом в развитии российского общества XIX века, реформа разделила жизнь в деревне на до и после 1861 года. С одной стороны, она способствовала экономическому развитию, стимулировала общественную жизнь, подстегнула рост гражданского самосознания, с другой усложнила жизнь в деревне и не решила основные проблемы.

Цель данной статьи показать противоречивость отмены крепостного права, показать ее положительные и отрицательные последствия на жизнь деревни пореформенной России.

По реформе 1861 года помещичьи крестьяне в течении следующих 3 лет получили личную свободу, то есть могли менять вид деятельности, получали право обращаться в суд на уровне других сословий. Однако крестьяне не получили землю в собственность, сохранялась крестьянская община, которая тормозила развитие рыночных, сохранялись выкупные платежи за землю, не устраивал «маленький размер крестьянских наделов». [1]

В крестьянской среде после 1861 года начался процесс экономического расслоения общества. Различают 3 категории крестьян после реформы: бедняки, середняки и кулаки. Бедняки – крестьяне, неспособные прокормить свою семью, они не имели товара для выхода на рынок. Бедняки составляли половину от бывших крепостных и выступали в роли наемной силы. Средняки участвовали в торговых отношениях и самостоятельно обеспечивали товаром свою семью, излишки могли отдавать на рынок. Кулаками считались «зажиточные крестьяне, пользующиеся крестьянским трудом (крестьяне-работодатели), а также занятые в сфере перепродажи готового сельхоз товара, ростовщичества, посредничества» [2]. Расслоению было логичным следствием появления рыночных отношений в деревне, однако это вызывало противоречия.

Начались крестьянские выступления. Только за первые пять месяцев после реформы произошло «1340 массовых крестьянских волнений». За год их число достигло 1859. [3] На подавление восстаний были брошены огромные силы царской армии, а именно 64 пехотных, 16 кавалерийских полков и 7 отдельных батальонов. Восстание в Кандееве – одно из самых крупных волнений крестьян, недовольных положением реформы 1861 года. В восстании принимало участие порядка 10 тысяч человек, вооружённых топорами и косами. При его подавлении было применено оружие, вследствие чего погибло 14 человек, 31 человек был ранен. [3] Это один из первых бунтов, где была применена грубая сила по отношению к бунтующим. Аналогичная ситуация произошла в селе Бездна. Четыре тысячи недовольных крестьян подняли восстание. По официальным данным бы убиты 91 участник волнения, более 350 были ранены.

Реформа ударила и по помещику. Это хорошо описано Н.Е. Врангелем в автобиографии: «я в первый раз увидел, насколько лучше, благодаря климату и почве, живут крестьяне на юге. Тем не менее их жизнь могла бы быть еще лучше, если бы не лень и общая отсталость... еще хуже обстояли дела с помещичьими землями. После отмены крепостного права большинство помещичьих земель пришло в полный упадок. Во многих поместьях вообще ничего не выращивали. Для покрытия ежедневных нужд распродали все, что могли, перестали разводить скот, но делали, зато все мыслимое, чтобы по возможности поддерживать прежний образ жизни». [3]

Еще одним результатом реформы 1861 года является отток крестьян из деревень в города. Из-за того, что половина крестьян являлась бедняками, неспособными обеспечить себя, они пытались реализовать себя в близлежащих городах, однако, это было очень трудно по ряду причин. Во-первых, для совершения процедуры перехода требовались значительные материальные затраты. Во-вторых, от начала и до конца операции по смене сословной принадлежности не было гарантий её успеха. В-третьих, у многих крестьян не оставалось сил и средств на обустройство своей жизни в городе после смены класса, вследствие чего, они были вынуждены возвращаться к себе в деревню. Уход крестьяне был не выгоден и самой общине.

Реформа 1861 года остается, пожалуй, самой важной, но и самой противоречивой реформой второй половины XIX века. Она дала мощный импульс экономическому и социальному развитию страны, вместе с тем большинство крестьян осталось ею недовольна, они ожидали от неё большего. Пошатнулось и положение помещиков, многие не смогли устроиться в новых условиях. Осталось не решенная главная проблема – существование крестьянской общины, возникли предпосылки для следующего этапа реформ в начале XX века.

Список литературы

1. Дудкина Л.В., Щербакова О.В. Шпаргалка по истории государства и права России. М: Аллель-2000, 2011. 64 с.
2. Судаев Н.Д. Правовое положение крестьянского самоуправления России п реформе 19 февраля 1861 года // Вестник Ставропольского государственного университета. 2011. № 6-2. С. 118-122.
3. Фурсов В.Н. Крестьянское движение в центрально-чернозёмных губерниях в ответ на реформу 1861 года // Всероссийская научная конференция «В эпоху перемен: бунт, восстание и революция в XVII - начале XX вв. в российской провинции»: материалы. 2017. С. 195-199.

УДК 94(470)**СОВРЕМЕННАЯ РОССИЙСКАЯ ИСТОРИОГРАФИЯ О НАЧАЛЕ И ПРИЧИНАХ «ХОЛОДНОЙ ВОЙНЫ».**

Т.М. Еланская, студентка

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

lansi_tay@mail.ru

Научный руководитель: О.М. Щербакова, к.и.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

«Холодная война» (1945-1991 гг.) - важный этап в истории человечества. Содержание его подразумевает наличие политической, экономической, идеологической конфронтации между американским и советским блоком, балансирование на грани войны. Большой вклад в изучение данной проблематики внесли советские историки - В.Г. Трухановский, А.Н Яковлев, В.М Хвостов, В.А Рыжиков, А.С Протопопов. Однако их возможности были ограничены. После 1991г. происходит «архивная революция», которая приводит к рассекречиванию многих документов, массированному накоплению источников. Благодаря этому за последние десять лет появился ряд работ, в которых представлен новый взгляд на события того времени. Изучением проблематики успешно занимались А.О. Чубарьян, В.Л. Мальков, И.В. Быстрова, Н.И. Егорова, М.М. Наринский. Продолжается изучение темы и в настоящее время. Интерес вызывают публикации А.В. Бебешко, А.В. Ващенко, А.А. Громыко, Т.И. Савинченко, Соков И.А., К.Ю. Шевченко.

Цель данной работы показать, как в современной отечественной исторической литературе датируется начало и объясняются причины перехода союзников по антигитлеровской коалиции к противостоянию, к «Холодной войне».

Проблема датировки начала «Холодной войны» решается в существующей литературе неоднозначно. Возникновение противостояния связывают: 1) с приходом к власти большевиков и с политической деятельностью Вудро Вильсона; 2) с противоречиями, возникшими в ходе Ялтинской (4.02-11.02 1945 г.) и Потсдамской (17.07-02.08 1945 г.) конференций; 3) с появлением концепции сдерживания Дж. Кеннана и «доктрины Трумэна» [1,с. 33-34]. Вместе с тем, большинство авторов склоняются к мнению, что именно после завершения Второй мировой войны интересы бывших союзников вошли в зону противоречия. Авторитет СССР в мире после победы над фашизмом был необычайно высок, советская армия сильна. Народы испытывали уважение к подвигу русских солдат. Допустить закрепление этого положения вчерашние союзники не хотели [1,с. 14]. Историки сходятся во мнении, что бомбардировка Хиросимы и Нагасаки стала фактически политическим шагом, который должен был оказать давление на Советский Союз. Современные ученые указывают, что первый период охватывает 1946-1953 гг. И связывают формальное начало «Холодной войны» с речью У.

Черчилля в Фултоне (1946 г.). В ней бывший премьер-министр Великобритании назвал Советский Союз причиной «международных трудностей» и ввел в оборот термин «железный занавес» [2, с. 24-25]. Авторы также обращают внимание на план Маршалла, ставшего экономической основой для формирования антисоветского блока. Историки отмечают, что по отношению к СССР были определены две стратегические задачи: минимум — не допустить дальнейшего расширения сферы влияния СССР («сдерживание социализма») и максимум — заставить социализм уйти в свои прежние границы («отбрасывание социализма»). Однако в современной научной литературе показано, что И.В. Сталин также не бездействовал. Под его руководством СССР настойчиво проводил свою политическую линию в тех регионах, которые считал зоной своей ответственности. Подчеркнем, что большинство отечественных авторов рассматривают действия советского руководства как ответную реакцию на поведение западных лидеров [3, с. 76-77]. Начальный этап чаще всего именуют временем «конфликтной стабильности»: период был наполнен не только международными кризисами, но и военной конфронтацией, достигшей кульминации в корейской войне (25 июня 1950 г. - 28 июля 1953 г.). Время с 1949 г. по середину 1950-х гг. оценивается в научной литературе как институционализация биполярной системы. После избрания президентом республиканца Д. Эйзенхауэра и смерти в 1953 г. И.В. Сталина подходы в мировой политике несколько изменились. И началась непродолжительная «оттепель» (1953 - 1955 гг., после которой «Холодная война» вступила в свой новый этап.

В заключение отметим, что в научной литературе до конца не решен вопрос о неизбежности Холодной войны. Одни историки полагают, что противостояние было неотвратимо, другие утверждают, что неожиданный уход из жизни Ф.Д. Рузвельта активизировал его противников, которые стремились к конфронтации с СССР. Научное осмысление Холодной войны продолжается. Сегодняшняя международная ситуация делает изучение данной проблематики весьма актуальной и важной задачей.

Список литературы

1. Громыко А.А. Истоки и влияние Холодной войны на мировую политику // Современная Европа. 2016. №1(67). С. 26-38.
2. Шевченко К.Ю. Послевоенные взаимоотношения СССР и США как начало холодной войны // NovaUm. 2017. №5. С.13-14.
3. Бебешко Е.В. // Научный вестник Крыма. 2016. № 4. С.21-28.

СЕКЦИЯ «СОЦИОЛОГИЯ И КУЛЬТУРОЛОГИЯ»

УДК 316.7

ИНФОРМАЦИОННАЯ КУЛЬТУРА СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЕЖИ

В.М. Аушев, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

aushevvm@gmail.com

А.А. Кондратьев, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

aushevvm@gmail.com

Научный руководитель: Л.И. Миклина, старший преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Актуальность рассмотренной нами проблемы заключается во всевозрастающей потребности людей в информационном ресурсе, а именно в увеличении объемов информационного материала, «информационной валюты», как на уровне общества отдельного государства, так и на общемировой конкурентной арене. Качество и распространенность, доступность и ясность, простота восприятия играют решающую роль, когда речь идет о выборе источника получения информации и знания. Информация для молодежи сегодня – не просто ресурс, а необходимый базис и инструмент для развития и самоопределения.

Объектом исследования в данной работе выступает специфика информационной культуры современной молодежи. Предмет исследования – распространенность и уровень доверия к различным источникам информации среди молодежи. Цель исследования – определить, какие источники информации наиболее популярны (наиболее распространены) среди молодежи в возрасте от 14 до 30 лет. Для достижения поставленной цели выдвинуты следующие задачи:

1) Сравнить распространенность различных способов получения информации для учебной и вне учебной деятельности.

2) Сравнить эффективность усвоения информации в зависимости от источника ее получения.

3) Определить, насколько достоверными считаются различные источники информации среди молодежи.

4) Сделать вывод о наиболее актуальном источнике информации для студентов.

Информационная культура представляет собой разностороннее умение поиска нужной информации и ее использования [2]. Сегодня проблемы информационной культуры актуализируются в связи с возрастанием и интенсификацией информационного потока. Социализация молодежи проходит в условиях влияния множества агентов с различными системами ценности, что делает особенно значимыми навыки работы с информацией.

Исследование проводилось с помощью анкетного онлайн-опроса, в котором приняли участие 775 респондентов в возрасте от 14 до 30 лет. Гендерный состав участников представляет собой 46,6% женщин и 53,4% мужчин. В возрастной структуре примерно одинаковое количество участников различных подгрупп, за исключением 18-летних, чье количество составило 20%.

По итогам опроса, основным источников новостей для молодежи служат социальные сети (30%), новостные ресурсы в интернете (21,8%) и телевидение (14,8%). Для учебы чаще всего используются веб-сайты (25,5%), учебная литература (22,3%) и записываемые на учебных парах лекции (20,9%); реже всего используются социальные

сети (23,6%), YouTube (23,5%) и разговоры с людьми (однокурсниками, преподавателями) (15,8%). Несколько иной результат в сфере источников информации в досуговой, вне учебной деятельности: первую тройку заняли веб-сайты, YouTube и книги (в среднем по 22% у каждого); однако в вопросе про редко используемые источники информации первое место заняли книги: 22,4% опрошенных выбрали этот вариант. Наиболее достоверным источником информации респонденты считают книги (41,4%) и веб-сайты (26,9%), меньше всего доверяют телевидению (35,6%), газетам и журналам (19,7%). Лучше всего запоминают информацию из Интернета (49%) и из книг (25%), хуже всего – из радио (30,5%) и из газет (21,9%).

При характеристике источника информации для опрошенных важнее всего была достоверность информации (45,4%) и доступность знаний для восприятия (27,4%), а наименьшую роль играют положительные отзывы (21,7%). На вопрос «Без чего вы не представляете свою жизнь?» 72,3% респондентов выбрало Интернет, 7,6% - телевидение, 4,1% - газеты, 2,6% - радио и 13,4% – все перечисленное. Если рассматривать статистику отдельно по женщинам и мужчинам, то почти во всех ответах результаты в целом совпадают, за исключением нескольких: это последний вопрос, где среди мужчин 15% выбрали, что представляют жизнь без всех перечисленных информационных источников и 65,9% не представляют жизнь без интернета; для женщин соответствующий результат 11,6% и 79,5%. В вопросе про достоверность 47,7% женщин выбрали книги, в то время как среди мужчин это 35,9%; при противоречивых сведениях 65,1% женщин и 53,6% мужчин склонны верить Интернету. При увеличении возраста респондентов (статистика для обоих полов) наблюдается тенденция уменьшения доверия к книгам и уменьшение процентного количества тех, кто не представляет свою жизнь без Интернета, что подтверждает данные других исследований [2].

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы. На сегодняшний день среди молодежи наибольшее предпочтение отдается Интернету, наименее приоритетными, интересными и полезными для них являются радио, газеты и журналы. Роль Интернета все более и более укрепляется в повседневности и становится неотъемлемой частью жизни подавляющего большинства молодых людей, а, следовательно, и в будущем велика вероятность не просто сохранения необходимости этого источника информации, но и его развития для повышения эффективности и распространенности.

Список литературы

1. Забокрицкая Л.Д. Информационная культура современной молодежи: угрозы и вызовы виртуального социального пространства // Вестник ПНИПУ. 2017. № 4. С 114-122.
2. Ларина Т.В., Лещенко С.А. Проблемы информационной культуры современной молодежи и критерии ее оценки // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2012. Т.8. №10.2. С. 51-54.

УДК 130.2

МУЛЬТИПЛИКАЦИЯ – ИСКУССТВО, ДВИЖИМОЕ ПРОГРЕССОМ: ПУТИ РАЗВИТИЯ

А.И. Устюшкина, студент

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

В.В. Доля, студент

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

ustyushkina1999@yandex.ru, 2dolya2@rambler.ru

Научный руководитель: И.Е. Моторина, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Всё большую роль в культуре набирает технический аспект. На эту тему уже существуют работы различного характера [1, 2]. В большинстве случаев проблема внедрения техники и технологий в культуру рассматривается в рамках искусства, пожалуй, самой неоднозначной в своём взаимодействии с техносферой составляющей культурной жизни человека. Это не удивительно, ведь начиная с двадцатого века и по сей день благодаря техническому прогрессу появляются и развиваются совершенно новые виды искусства (компьютерная графика, кинематограф, мультипликация и т. д.). Среди них мультипликацию хочется выделить отдельно в связи с тем, что развитие данного, сравнительно нового вида искусства, является, пожалуй, самым быстрым, нелинейным и очевидным.

Первые исследования в области компьютерной графики и анимации проводились в 1963 году в MIT (Массачусетском технологическом институте), когда Иван Сазерленд разработал диалоговую систему Sketchpad. В конце восьмидесятых – в начале девяностых годов начали появляться компьютерные программы, позволяющие создавать 3D модели.

Также вслед за появлением 3D анимации, как бы её в подспорье появляется новая технология производства анимации – захват движения (motion capture). Объект захвата движения обычно оборудуется какой-либо измерительной аппаратурой так, чтобы положение ключевых точек на нем было легко обнаружить и зафиксировать в любой момент времени. После этого в эти положения можно поместить трехмерную компьютерную модель и анимировать ее так, что она будет повторять движения рассчитанных положений. Заметим, что аналог у этой технологии был ещё до появления компьютера. Для рисованной послойной анимации порой использовались кадры записанных на плёнку движений человека, которые в последствии обводились при помощи художественных инструментов.

Как мы можем видеть, самые радикальные изменения в развитии анимации связаны с появлением новой техники. На основе исторических данных о развитии мультипликации, с использованием исследований о типологии современной мультипликации, мы составили схематическое изображение становления анимации как вида искусства от её создания до наших дней.

Исследуем сколько мультфильмов какого типа были номинированы на премию «Оскар» в период с 2002 по 2017 (74 – 89 церемонии), и таким же образом исследуем 100 самых кассовых мультфильмов на данный момент.

Стоит заметить, что граница меж разными видами анимации «плавающая» (особенно между 2D и рисованной анимацией), ввиду того, что с развитием компьютерного ПО различные виды мультипликации комбинируются всё чаще, следовательно, диаграммы неоднозначны, но это не мешает увидеть вполне определённое преобладание 3D графики в современной мультипликации, что говорит о соответствии тенденций к развитию вышеуказанной модели.

Таким образом, мы создали модель развития такого вида искусства, как мультипликация. Согласно данной модели мультипликация совершает изменения в развитии за счёт появления нового технического устройства или ПО. То есть с появлением некоторого изобретения начинается линейное развитие (при котором происходят постепенные небольшие усовершенствования (технического и нетехнического характера), как правило, вытесняющие предыдущие технологии), затем появляется новая технология после которой происходит дифференциация на два типа, после чего вновь появляется изобретение, благодаря которому на базе наиболее популярного из существующих типов мультипликации, образуется абсолютно новый принцип создания мультфильмов, который развивается по совершенной аналогии с предыдущим. Причём хочется отметить, что каждое такое устройство, дающее новый «виток» развития анимации, несёт игровой характер. О таком принципе становления культуры говорил

известный философ Й. Хейзинга: «что первоначально было игрой, впоследствии переходит в нечто, игрой уже не являющееся, и что теперь может быть названо культурой» [3, с. 131]. Этот факт выступает лишь подтверждением вышесказанного, и если такая модель верна, то данный цикл будет продолжаться бесконечно: виток за витком будут появляться новые виды мультипликации, причём каждый из них не исключает предыдущий. А самое интересное во всём этом заключается в том, что сейчас (согласно такой модели) мы вероятно находимся на пороге создания принципиально нового вида мультипликации.

Список литературы

1. Моторина И.Е. Искусство в системе «человек-техника» в условиях инфокоммуникационных технологий // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. 2011. № 6-3 (12). С. 125-128
2. Югай И.И. Художественная практика в виртуальной культуре (основные принципы и способы проявления) // Культура & инновации: интернет журнал МГПУ. - 2007. - № 1.
3. Хейзинга Й. Homo ludens // Хрестоматия по культурологии / Сост. Лалетин Д.А., Пархоменко И.Т., Радугин А.А.; Отв. редактор Радугин А.А. М.: Центр, 1998.

УДК 37.026.4+022

БЛОКЧЕЙН И ОБРАЗОВАНИЕ: ТОЧКИ СОПРИКОСНОВЕНИЯ

М.А. Дурнева, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

turneva_masha@mail.ru

Научный руководитель: А.В. Чернышева, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Блокчейн (Blockchain) – это технология, суть которой заключается в распределенном хранении информации без возможности ее одностороннего изменения. Данная технология была разработана еще в 1970 году, однако свое первое и самое эффективное применение на практике она получила совсем недавно, благодаря криптовалюте биткоин в 2009 году. Глобальное распространение систем, основанных на блокчейне обусловлено уникальной совокупностью ряда принципов, которая обеспечивает открытость и прозрачность всей информации, находящейся в системе, при ее полной защищенности от фальсификаций.

Информация, находящаяся в блокчейне, распределяется между компьютерами, подключенным к сетевому хранилищу. Она постоянно дополняется, а изменить или удалить ее оттуда после записи становится невозможно. При увеличении информации, хранящейся в системе, происходит увеличение компьютеров-участников, следовательно, увеличивается количество дубликатов всей информации. Вероятность, что все они будут выведены из строя, ничтожно мала и выглядит просто фантастической. Пока хотя бы один компьютер-участник работает, система существует.

Самым значимым преимуществом хранения информации с помощью блокчейна является то, что базу данных, систему, в основе которой лежит технология блокчейн, невозможно взломать, удалить или изменить,

Взлом или изменение одного из блоков системы не имеет смысла, поскольку ломать придется все остальные блоки, а также копии базы на всех компьютерах-участниках, а для этого нужны гигантские вычислительные мощности, которых на данный момент просто не существует. К тому же препятствием к фальсификациям станет и мощный алгоритм шифрования с использованием хеш-функций, а также цифровой подписи.

Именно цифровая подпись обеспечивают доступ участников к информации, она в свою очередь строится на двух типах ключей шифрования, открытом и закрытом, подобрать к которым одновременно не представляется возможным. За счёт такой структуры, подпись является уникальным идентификатором каждого пользователя, находящегося в системе [1].

Технология блокчейн позволяет не только создавать распределённые базы данных для общего пользования, в которых отсутствует централизованный надзор над процессом и отследить любые процессы может кто угодно, но и вести учёт, хранить данные и совершать транзакции, и все это находится на виду у всех, а изменение или удаление просто невозможно. Учитывая, что применение систем, основанных на блокчейне ничем не ограничено, данную технологию можно использовать в образовании.

У компаний, которые нанимают новых сотрудников, актуализируется проблема достоверности предоставляемых сотрудниками данных об образовании, полученных грантах, премиях, сертификатах и публикациях. Не так давно приобрёл огласку случай, когда экс-глава Yahoo подал фальшивые документы об окончании учебного учреждения в Стоунхилле. Многие тогда осудили отдел кадров компании за то, что те должным образом не проверили всю информацию. Однако единственным способом проверки могла стать лишь отправка запроса в учебное заведение. Если компания обращается с подобным запросом, то им требуется до двух недель, чтобы запрос только начали рассматривать и ещё столько же времени, чтобы получить ответ. Это не вызовет неудобств у маленьких компаний, но абсолютно непригодно для таких гигантов как Yahoo, которые каждый год принимают к себе множество работников в сотни структур. Именно здесь плюсы блокчейн-систем просто не заменимы, ведь в эту обширную базу данных можно обратиться из любой точки мира и получить всю информацию о всем пути образования сотрудника, меньше чем за минуту и быть уверенным в ее достоверности.

Распространение блокчейн-риестров не обойдет и саму образовательную систему. Глава Минэкономразвития Максим Орешкин заявил, что технология распределённого реестра в будущем позволит отказаться от проведения единого государственного экзамена, он считает, что достаточно создать документ, который демонстрирует уровень подготовки ученика, если в течение всего времени его обучения вносить в блокчейн данные об успеваемости, достижениях, участии в олимпиадах, научных работах и т.д. [4].

Также концепцию блокчейн можно применить к финансовой составляющей образования, с помощью единой криптовалюты можно выплачивать стипендии и гранты, наблюдая на что их тратят студенты, можно отслеживать финансовую деятельность вузов и школ, и видеть на покупку каких материалов тратятся вкладываемые средства спонсоров, родителей и государства.

Использование технологии блокчейн позволит модернизировать образовательную систему и значительно сократить не только усилия, но и материальные затраты на обеспечение необходимого документооборота.

Список литературы

1. Что такое Blockchain (блокчейн)? Технология распределённого реестра. Режим доступа: <https://mining-cryptocurrency.ru/blockchain/> (дата обращения 05.04.2019).
2. Лацинская М. Блокчейн готовит революцию в образовании. Режим доступа: <https://4td.fm/article/blokcheyn-gotovit-revoljutsiyu-v-obrazovanii/> (дата обращения 05.04.2019).
3. Волконская Э. Блокчейн - что это? Режим доступа: <http://bestinvestpro.com/blokcheyn-cto-eto-ponyatnym-yazykom/> (дата обращения 05.04.2019).
4. Власов Д. Применение блокчейна в разных сферах. Режим доступа: <https://probtc.info/materialy/32258/> (дата обращения 05.04.2019).

УДК 130.2**ВЛИЯНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА КИНОИНДУСТРИЮ**

А.В. Корнева, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

anastasianeva2158@gmail.com

Научный руководитель: И.Е. Моторина, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Развитие цифрового мира с каждым годом становится более явным, оно проникает во все сферы общественной жизни. Сейчас у нас у каждого есть телефон с камерой, который может снять все, что нашей душе будет угодно. Но наши технологические потребности меняются, нам хочется больше качества, цвета, реальности. С сегодняшними возможностями специалисты кинематографа стараются вносить изменения в индустрию кино, добавляя новые прожектора или компьютерные коды. Сегодня каждый человек может пойти в кинотеатр и посмотреть желаемый фильм, но его может не устроить, к примеру, недостаток реалистичности объекта или же отсутствие потоков соленого ветра с океана. Именно эти проблемы пытаются решить все большее число инженеров, программистов, дизайнеров.

На стыке столетий начался новый этап компьютерных технологий, который смог открыть нам мир, ранее не изведанный. С самого начала кинематограф использует новейшие технологии, дабы постоянно совершенствоваться и изменяться. Главным событием в истории киноиндустрии является появление звука, цвета, которое коренным образом меняет представление людей о кино.

В настоящий момент компьютерная графика заставляет нас задуматься, является ли эта картинка реальностью или же она состоит из нулей и единиц. Сейчас «снять на камеру» то, что мы не можем увидеть или даже представить, стало гораздо проще. Так в фильме отечественного производства «Полумгла», снятым в 2006 году режиссером Артёмом Антоновым мы даже подумать не можем, что большую часть деревни «построил» компьютер. Нам становится понятно, что он дает нам право избегать реальность картины, помогая трансформировать пиксели в что-то совершенно новое, может быть ранее не изведенное [1]. К примеру, в фильмах «Затмение» (2017) и «Притяжение» (2017) мы можем, так сказать, испытать приближение конца света, когда на нас падает другая планета солнечной системы или космический корабль захватывает нашу Землю. Значимую роль в этих картинах играет компьютерная графика, звук и качество съемки, которые позволяют нам прикоснуться к магии цифр и кодов [2].

В каждом фильме нам хочется видеть эффект, который воплотит мечты режиссёра в реальность. Следует отметить, что сейчас «спецэффект» и «визуальный эффект» (Visual/Digital Visual Effects) несут разное значение. Спецэффект создаётся и выполняется на самой съёмочной площадке. К спецэффектам можно отнести дым, дождь, пиротехнику, взрывы, выстрелы, грим и все другие «реальные» эффекты. А визуальные это другая сторона, эти эффекты создаются только при помощи цифровых технологий. Так мы можем рассмотреть в качестве примеров фильмы «Звездные войны», «Парк юрского периода»(1993), «Джуманджи»(1995), «Титаник»(1997), в которых первый раз использовались те или иные эффекты [3].

Практическая часть. Было проведено исследование предпочтений студентов в возрасте 18-20 лет, в опросе приняли участие 36 человек..

Им были заданы следующие вопросы:

1. Где Вы предпочитаете смотреть фильм?
2. Какой жанр Вы выберете при просмотре фильма в 3D?
3. Отчего Вы будите отталкиваться выбирая фильм для просмотра в 3D?

Выводы к практической части. Во время проведения исследования мне удалось узнать, что большая часть людей смотрит фильмы вне кинотеатров. Чаше всего они предпочитают уютную спокойную атмосферу дома, нежели шумную обстановку кинотеатров. Если же люди идут в кино, то они предпочитают смотреть фильм в жанре фэнтези/фантастика/триллер, так как можно воспользоваться эффектом 3D и создать впечатление реальности вокруг. Так же, выбор будет зависеть от качества спецэффектов, созданных в кино. Студенты считают, что расширение возможностей киноиндустрии будет способствовать привлечению большей массы людей на просмотр фильмов. Они отметили, что в фильмах сразу бросается в глаза качество картинки, а так же графика используемых эффектов. На основе опроса, можно понять, что после сюжета, на втором месте идёт компьютерная работа, именно она способствует моральному удовлетворению человека от увиденного фильма.

Заключение. За достаточно короткий исторический срок инновационные технологии изменили облик кинематографа. Мы сделали гигантский шаг в киноиндустрии от появления звука и цвета в фильме до возможности смотреть картину в формате 3D. Каждый год придумывают и воплощают в жизнь новые задумки сюжетов, которым способствует новизна технологий. Таким образом, мы можем сделать вывод, что если бы не инновации, то кинематограф застрял бы в развитии на долгий период времени. Благодаря изобретениям, мы делаем большой шаг вперёд в киноиндустрии.

Список литературы

1. Look at me. Available at: <http://www.lookatme.ru/mag/live/future-research/197241-future-cinema>, accessed 12.04.2019.
2. Cinema DSLR. Available at: www.cinemadslr.ru/2018/11/30/tehnologija-screen-x-ili-pererazhdenie-3d/#.XL9sgZuKUk, accessed 12.04.2019.
3. JSON.TV. Available at: http://json.tv/ict_video_watch/john-schreiner-vice-president-of-business-development-imax-you-inside-the-film-20150710041621, accessed 12.04.2019.

УДК 130.2

РОЛЬ СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНОГО ЗНАНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ ИНЖЕНЕРА

Е.А. Матяж, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Научный руководитель: И.Е. Моторина, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Наступающая новая постиндустриальная, информационная цивилизация требует новой модели общего и профессионального образования, готовящего не массовых и стандартизированных людей, а творчески мыслящих, способных к новаторству и постоянному совершенствованию личностей. В России в последние годы растёт понимание необходимости общекультурной и гуманитарной подготовки специалистов в области технических наук и естественнонаучного знания. Новой ступенью в развитии инженерной деятельности становится интеграция и взаимодействие различных видов знаний, то есть не только привычных всем технических, но и социально-гуманитарных.

Слово «гуманитарный» в переводе с латинского означает «человеческая природа», а «социальный» в переводе с того же языка – «товарищеский, союзный» [1]. В комплекс социально-гуманитарных дисциплин входят науки о человеке и человеческом обществе, его закономерностях, развитии, особенностях. Любая научная деятельность, вне зависимости от того, что именно является ее предметом, должна быть направлена во благо

человека и человеческого общества особенно в условиях глобализации. Понимание цели деятельности как раз и формируется при изучении социально-гуманитарных дисциплин.

Сегодня, в условиях всеобщей компьютеризации и стандартизации, как никогда, важно сохранить стремление, молодых специалистов в области техники, к развитию не только рационального мышления, но и чувственного. Задумываясь о роли социально-гуманитарных дисциплин в техническом вузе, прежде всего, нужно понимать, какой важный вклад они приносят в нравственное, духовное и культурное развитие студентов, формирование их ценностей, идеалов и, конечно же, мировоззрения, которое, в свою очередь окажет решающее влияние в будущем на развитии нашей страны в целом.

К тому же, внедрение новых технологий, информатизация и автоматизация производства, вносят изменения не только в обыденную жизнь человека, но и в его профессиональные компетенции, для осуществления которых необходимо развитие универсальных и многосторонних способностей, для выполнения различного рода задач, неограниченных рамками его специализации [2].

Через гуманитарно-культурную деятельность человек реализует своё «я», самоутверждается, проявляет духовную свободу и творчество, изменяет социокультурную среду, в которой реализует свой потенциал. Именно в культуре молодой и пылкий ум, может найти гуманистические и эстетические образцы, этические и поведенческие нормы. Социально-гуманитарное образование является основой духовной культуры общества, её фундаментом, вне которого она не может развиваться.

Кроме того, по исследованиям социологов, продуктивность деятельности специалиста любого профиля на 2/10 определяется профессиональными качествами, а на 8/10 – надпрофессиональными.

Предметы из социально-гуманитарного цикла в обязательном порядке присутствуют в учебном плане каждого технического вуза в объёме, закреплённом Министерством образования РФ. Так, например, студенты, учащиеся в МГТУ им. Н.Э. Баумана на факультете «Специальное машиностроение» кафедре «Космические аппараты и ракеты-носители», наряду с профессиональными техническими дисциплинами изучают следующие социально-гуманитарные дисциплины: в качестве федерального компонента – иностранный язык, физическая культура, история, философия, экономика; в качестве вариативной части – культурология; в качестве дисциплин по выбору – культурология, социология, правоведение, русский язык и культура речи.

Таким образом, в техническом вузе представлен ряд социально-гуманитарных дисциплин различной направленности, но количество учебных часов, отведённых на их освоение, с одной стороны, недостаточное, а, с другой стороны, несбалансированное между этими же предметами, что, в свою очередь, сказывается определённым образом на качестве развития личности студента [3]. К тому же, зачастую сами студенты инженерных и технических специальностей в целом, не до конца осознают всю важность приобретения социально-гуманитарных знаний.

Подводя итоги, можно сказать, что все предметы социально-гуманитарного цикла оказывают существенное влияние на формирование культурной, высоконравственной личности будущего специалиста с техническим образованием. Сама суть социально-гуманитарных дисциплин формирует не только деловые качества, но и профессионального мышления с позиции норм морали и нравственности. Помимо этого, на занятиях социально-гуманитарной направленности студенты учатся ясно, чётко излагать свои идеи, отбирать актуальную информацию, необходимую для решения поставленных перед ними задач, применять правила межличностного общения при участии в дискуссиях различного рода.

Список литературы

1. Этимология слова «гуманитарный». Режим доступа: https://dic.academic.ru/dic.nsf/dic_fwords/15961/%D0%93%D0%A3%D0%9C%D0%90%D

- [0%9D%D0%98%D0%A2%D0%90%D0%A0%D0%9D%D0%AB%D0%99](https://moluch.ru/conf/ped/archive/188/9803/) (дата обращения 11.04.2019).
2. Сизова Ю.С. Гуманитаризация высшего образования как направление его гуманизации // Актуальные вопросы современной педагогики: материалы VIII Междунар. науч. конф. (г. Самара, март 2016 г.). Самара: ООО «Издательство АСГАРД», 2016. С. 261-266. Режим доступа: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/188/9803/> (дата обращения: 20.04.2019).
 3. Козырев В.А. Построение модели гуманитарной образовательной среды. Режим доступа: <http://sci.informika.ru/text/magaz/pedagog/pedagog7/a06.html> (дата обращения: 10.04.2019).

УДК 316.422

ТЕХНООПТИМИЗМ И ТЕХНОПЕССИМИЗМ В ЭПОХУ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

К.И. Кондаурова, бакалавр

МГТУ им. Баумана, факультет «Социальных и гуманитарных наук»

Kondaurova1998@bk.ru

Е.Р. Овчарук, бакалавр

МГТУ им. Баумана, факультет «Социальных и гуманитарных наук»

kataromanova8689@gmail.com

Научный руководитель: М.В. Сёмина,

МГТУ им. Баумана, факультет «Социальных и гуманитарных наук»

Нельзя отрицать тот факт, что технологии сильно изменили жизни общества. Человечество в XXI веке перешло в эпоху постиндустриального общества – информационное общество. Стремительно развиваются новые информационные технологии. Невозможно представить человека, который прямо или косвенно не использует информационные технологии. Компьютеры и электронные гаджеты прочно вошли в нашу жизнь и изменили привычный уклад жизни человека прошлого столетия. Эра информационных технологий наступила, и человечество не сможет отказаться от производных технологического прогресса в силу динамического роста и стремлению к продолжительной, комфортной и безопасной жизни [2]. Известно, что с появлением технологий, ученые разделились на технопессимистов и технооптимистов. Технооптимизм – мировоззренческая и жизненная позиция, в соответствии с которой техническим достижениям и научно-техническому прогрессу в целом придается первостепенное значение в деле преодоления проблем и противоречий, возникающих в ходе поступательного общественного развития. С позиции технооптимизма, технические средства производства (машины, механизмы, компьютеры, инновационные технологии и т.п.), а также научно-технические знания представляют собой решающий фактор, определяющий различные стороны общественной жизни, характер и направление социального развития. Технопессимизм – мировоззренческая позиция, система взглядов, в соответствии с которыми научно-технический прогресс и его достижения рассматривается в качестве главной причины нарушения баланса в отношениях общества и природы, появления и резкого обострения экологических, ресурсных, социальных и многих других проблем современного общественного развития [1, 3]. В исследовании была довольно четкая демаркационная линия между технооптимистами и технопессимистами. Принятие технологий и позитивное отношение к ним среди технооптимистов аргументировалось преимуществами, которые технологии дают в различных сферах. Они приводили примеры на транспорте: технологический прогресс

позволил с комфортом и за короткий срок добираться людям до места назначения, используя вай-фай, электронные книги, беспроводные наушники, переносные зарядные устройства. На работе: новые технологии позволяют выполнять работу намного быстрее и качественнее, делают работу намного более приятной. В образовании: больше не требуется ходить в библиотеки и писать конспекты, любую нужную информацию можно найти в интернете, всегда есть возможность обратиться за консультацией к специалистам онлайн. В сфере досуг технологии помогают быстро готовить блюда, которые ранее были доступны только при походе в ресторан. Домашние кинотеатры приносят в жизнь новые краски, бьюти технологии помогают женщинам быть неотразимыми, не посещая салоны красоты. Таким образом, технологии прогрессивным образом повлияли не только на изменение рабочей и общественной атмосферы, но и на частную жизнь человека. Технопессимисты, в свою очередь, считают, что технологии несут негативные вещи: люди, которые передвигаются на авто, практически разучились ходить, ведут малоподвижный образ жизни. На работе технологические новшества, роботы способствуют высвобождению рабочей силы и увеличению безработицы. В образовании: люди перестали читать книги. Сторонники этой точки зрения считают, что «клиповое сознание» и «телеграфный стиль общения» ведут к потере гуманности и деградации населения. Во время досуга люди стали больше времени проводить в интернете, заменяя реальное общение виртуальным. Мы выявили, что есть как сторонники, так и противники технологий. Однако какова пропорция между технооптимистами и технопессимистами, сколько их в разных поколениях – ответы на эти вопросы будут даны в ходе планирующегося количественного исследования. А сейчас мы можем констатировать, что люди при перечислении позитивных аспектов технологий были более конкретны и убедительны в своих доводах в защиту технологий и тех удовольствий, которые они несут. Технопессимисты напротив, приводили суждения общего характера, что говорит о том, что им не всегда хватало аргументации. Мы надеемся на то, что позиция технооптимистов будет преобладать, а пока мы видим, что прогресс шагает по планете, а в нашей стране практически у каждого молодого человека в руках мобильный телефон. И ряды технопессимистов, с приходом новых поколений, будут таять.

Список литературы

1. Землянова Л.М. Сетевое общество, информационализм и виртуальная культура // Вестник Московского университета. 1999. Сер. 10 «Журналистика», № 2. С. 58-69.
2. Иванов Д.В. Виртуализация общества. СПб.: Петербургское Востоковедение, 2000. 96 с.
3. Понятие футурологии. Технооптимизм и технопессимизм. Глобальные проблемы и альтернативистика. Режим доступа: <http://ifreestore.net/4790/2/> (дата обращения 25.11.2018).

УДК 316.77

ЧАТ С МАСКОЙ ИЛИ КАК СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ ОТБИРАЮТ У ЧЕЛОВЕКА ЛИЧНОСТЬ?

Е.М. Добрянская, бакалавр

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

dobrl2011@mail.ru

Научный руководитель: А.В. Чернышева, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Социальная сеть – это платформа, онлайн-сервис и веб-сайт, предназначенные для построения, отражения и организации социальных взаимоотношений в Интернете. На сегодняшний день существует различное множество социальных сетей, самыми

известными из которых являются: ВКонтакте, Instagram, Twitter и Facebook [1].

Люди, проводящие огромное количество времени за общением в сетях, могут заметить одну особенность в их реальном общении - в личной беседе сформулировать свои мысли не получается. Куда улечиваются все слова и фразы, раньше помогающие выражать мысли. Мысли есть, а слов нет. А интереснее всего то, что мы начинаем незаметно для самых себя вытеснять живое общение из своей жизни. Действительно, стало совершенно неудобно выражать свои мысли «лицом к лицу», еще если скажешь что-то не то, придется объясняться, извиняться. Куда проще открыть старый добрый ВКонтакте и сочинить грамотное и полноценное сообщение, прикрепить «смайлики» и отправить собеседнику.

Есть еще один опасный симптом – раздвоение личности, то есть в некотором роде диссоциативное расстройство идентичности. В сети можно быть кем-то другим, кем-то, до кого ты не дотягиваешь по тем или иным критериям, кем-то лучше тебя. Пользователи социальных сетей, которые пытаются продемонстрировать несвойственные им в жизни черты, склонны испытывать стресс и вести обособленный образ жизни.

Последствием частого использования социальных сетей может стать наступление критического психологического состояния человека – социальной изоляции, т.е. отсутствия чувств принадлежности к социуму, взаимодействия с людьми и полноценных отношений, была связана с повышенным риском развития болезней и смерти, по данным исследования. В исследовании участвовали 1700 взрослых американцев в возрасте от 19 до 32 лет. Чуть более четверти (27 %) участников сообщили о том, что испытывают сильную социальную изоляцию. Чрезмерное использование соцсетей было связано с усиленным чувством социальной изоляции [2].

Любителей общаться в соцсетях принято разделять на три группы:

- Независимые. Такие появляются в соцсетях редко, используют интернет только при необходимости — найти номер телефона, чей-то адрес, необходимую информацию. На своих страницах размещают минимум информации о себе, фотографии могут отсутствовать вовсе.
- Переходный тип. Такие люди посещают свои аккаунты каждый день и не по одному разу. Они заходят в интернет без особой надобности, просто посмотреть фотографии знакомых, друзей, «побродить» по сети, развеять скуку.
- Зависимые. Самый распространенный тип. Каждые полчаса, а то и чаще, они обновляют свою страничку, возникшая переписка может затянуться на долгое время, отрывая человека от работы или домашних дел. А если вдруг ему не пишут, возникает чувство ненужности, что повергает зависимого в уныние и тоску. Реальные отношения подменяются виртуальными, близкие люди перестают быть близкими, не слышат друг друга. По некоторым данным, из-за социальных сетей распадается каждая пятая-шестая семья [3].

Глобальная сеть создавалась для того, чтобы люди могли быстро получить необходимую им информацию. Прогнозировалось, что человек с помощью интернета сможет быстро находить необходимую информацию, значительно экономя времен. По мнению ученых, с помощью интернета человечество может выйти на новый уровень знаний. Но увы, пока не все могут совладать с новыми техническими достижениями.

Под влиянием соцсетей мы становимся абсолютно другими людьми. Мало того, что меняется наш психологический настрой, так мы еще и изменяем себе в приоритетах и вкусах. В 2011 году ученые из Университета Ноттингема обнаружили связь между чрезмерным использованием сетями и проблемами в отношениях, худшими результатами в учебе и меньшим участием в реальном общении. Более склонны к подобным зависимостям, как считают ученые, алкоголики, экстраверты и те, кто компенсирует сетями недостаток настоящих отношений [4].

Зависимость от соцсетей – болезнь современного человека. Практически у всех есть страницы в различных соцсетях, но далеко не каждый делает из этого культ. В группу риска попадают одинокие люди, слишком эмоциональные, ранимые натуры с заниженной самооценкой. Виртуальное общение таит в себе реальную опасность для жизни и здоровья. Отдаление от реальности в дальнейшем только усугубляется. Если вовремя не идентифицировать интернет-аддикцию, у человека могут развиваться серьезные психические отклонения.

Список литературы

1. Хрущева Л.Б., Церковная Л.Б. Социальные сети: положительные и отрицательные стороны присутствия социальных сетей в повседневной жизни // Облачные и инновационные технологии в сервисе и образовании: сб. научных трудов. 2017. С. 42-45.
2. Частое использование социальных медиа приводит к ощущению изоляции? Режим доступа: <http://fb.ru/post/psychology/2017/3/14/11278> (дата обращения 30.11.2018).
3. Как бороться с зависимостью от социальных сетей. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://urazuma.ru/zavisimosti/ot-socialnyh-setej.html> (дата обращения 30.11.2018).
4. Как соцсети влияют на наше настроение, сон, психическое здоровье и отношения. Режим доступа: <https://www.bbc.com/ukrainian/vert-fut-russian-42694015> (дата обращения 30.11.2018).

УДК 361.5

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЭМИГРАЦИИ ИЗ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ГОРОДОВ РОССИИ

В.И. Иванушкин, бакалавр

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

Научный руководитель: А.В. Чернышева, доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

ivanushkinvi@student.bmstu.ru

Результатом неравномерного распределения населения является обострение экологической обстановки в регионах с повышенной плотностью населения и появление ряда экономических проблем как в перенаселённых регионах, так и в регионах, из которых происходит отток населения. Следовательно, в долгосрочной перспективе более равномерное распределение населения по пригодной для жизни части территории является очень привлекательным. Для этого необходима работа во многих направлениях, в том числе – в регуляции внутренних миграций. В данной работе рассматриваются перспективные направления техники и технологий, способствующие снижению одного из аспектов внутренней миграции: эмиграции из малых и средних городов.

Проблемы, провоцирующие её, можно разделить на два основных типа:

- экологические;
- социально-экономические;

Экологические. Загрязнение атмосферы, сточных вод и почвы выбросами промышленности. На данный момент организовать выброс вредных веществ возможно, так как экологический контроль осуществляется не постоянно, а периодически. Решением данной проблемы может стать установка систем контроля выбросов непосредственно в системах газоудаления и водостока предприятий с передачей результатов измерений в местную и федеральную экологическую службу в режиме реального времени.

Загрязнение окружающей среды отработавшим ядерным топливом (ОЯТ) и радиоактивными отходами (РАО). Воздействие данных типов веществ на окружающую

среду зависит от способа обращения с ними [1]. В современной России сооружаются новые, отвечающие требованиям безопасности хранилища и полигоны. По нашему мнению, разъяснение безвредности процессов переработки ОЯТ и РАО и оповещение населения об уменьшении числа переработанных веществ позволит снизить объём внутренних миграций, вызванных опасением перед фоновым заражением из-за вышеописанных процессов.

Радиоактивное заражение окружающей среды в первые десятилетия ядерной программы и в результате аварий. На сегодняшний день разработан ряд мер, способных снизить радиоактивность окружающей среды. Для реализации данных мероприятий будет полезна специальная роботизированная техника (в том числе глубоководная); необходимо промышленное производство вышеупомянутых составов; создание заводов по сжиганию радиоактивного грунта и древесины (без выброса в атмосферу) для уменьшения объёма радиоактивных веществ [2].

Социально-экономические. Низкое качество сотовой связи. В настоящий момент качество сотовой связи и мобильного Интернета влияют на удовлетворённость населения средой обитания, что определяет привлекательность города для бизнеса. Однако на данный момент есть другой способ обеспечения населения сотовой связью и мобильным Интернетом. 7 июня 2018 года было заявлено о работах в области создания спутниковой группировки из более чем 600 спутников, призванных обеспечить высококачественную высокоскоростную мобильную связь и навигацию транспорта (проект «Сфера») [3].

Нехватка рабочих мест. Эти проблемы частично могут быть решены технико-технологическим способом: за счёт повышения транспортной доступности предприятия или внедрения более современного технологического цикла. Аналогичные решения можно предложить и в случае угрозы закрытия обрабатывающего производства.

В случае роста населения необходимо расширение уже существующих производств или открытие новых, что требует привлекательных условий для размещения предприятия на данной территории: хорошую транспортную доступность и обеспеченность необходимыми энергетическими и водными ресурсами.

Существующий жилищный фонд и коммуникации обеспечивают дискомфортный уровень жизни. На данный момент в сфере ЖКХ есть немало проблем. Применительно к средним и малым городам можно сказать следующее: не везде эффективно функционируют станции водоподготовки для подачи воды в город; присутствуют большие теплотери в магистральных с горячей водой; встречаются дома с недостаточной для данной местности теплоизоляцией; существует немало многоквартирных домов, а также социальных объектов, которым необходим срочный ремонт; возможны перебои в электроснабжении.

На взгляд автора данной работы, есть немало технических направлений, которые могут способствовать развитию ЖКХ. В их числе: создание новых материалов (конструкционных, для теплоизоляции, систем фильтрации и т.п.), создание новых методов строительства и контроля за соблюдением строительной технологии, создание новых систем управления водными, тепло- и энергоресурсами, создание автономных и телеуправляемых роботов для инспекции коммунальных сетей (а также газопроводов и линий электропередачи).

Часть этих же технологий может быть применена и для обеспечения населения малых и средних городов достаточным количеством объектов досуга, спорта и культуры (их наличие является мощным фактором сохранения населения).

Подводя итог, стоит ещё раз перечислить направления техники и технологий, разработки в которых могут способствовать снижению эмиграции из малых и средних городов:

- приборостроение (создание систем контроля и систем управления);

- материаловедение;
- робототехника;
- космонавтика (обеспечение телекоммуникаций);
- дорожное строительство и транспортное машиностроение;
- переработка бытовых и радиоактивных отходов.

Список литературы

1. Александров Ю.А. Основы радиационной экологии. Йошкар-Ола. 2007. 268 с.
2. Комкин А.И., Ксенофитов Б.С., Спиридонов В.С. Расчёт и проектирование систем защиты окружающей среды. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2011. 100 с.
3. Российская глобальная спутниковая система связи «Эфир» / «Сфера». Режим доступа: <https://tass.ru/info/5273277> (дата обращения 20.12.2018).

УДК 17

ПРОБЛЕМА ВАГОНЕТКИ

Е.В. Манжулов, студент

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

Е. Д. Федулова, студент

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

manzhulov@inbox.ru

Научный руководитель: Сафонова Ю.А., к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В современном мире все движется к автоматизации, жизнь обычных людей с каждым днем упрощается, но для внедрения и создания этих удобств требуется все больше и больше новых инженерных решений. Порой приходится решать не только технические вопросы, но и этические.

Современные автомобили оборудуются системами помощи водителю, в той или иной степени, но в ближайшие годы некоторые машины и вовсе приобретут полную автономность, при которой всеми функциями автомобиля будет управлять компьютер, а пассажиры будут выбирать лишь конечный пункт назначения. Но, к сожалению, ДТП, в силу различных причин, все же будут происходить. При аварии компьютеру придётся решать множество экстренных вопросов, от этих решений будут зависеть жизни людей, как пассажиров, так и других участников дорожного движения, в том числе и пешеходов. В крайне редких случаях, но компьютеру придётся выбирать между сохранностью пассажиров и сохранностью других участников неизбежной аварии. Если мы хотим оправдать их действия с точки зрения этики, нам придётся решить заранее, как оценивать жизнь человека и как судить о том, что более ценно. Для того, чтобы компьютер смог сделать правильный выбор, программисты должны заложить верную цепочку действий, получается что судьбы людей падают на плечи разработчиков программного обеспечения для автомобиля и именно им приходится решать проблемы.

Существует множество этических и философских вопросов, в которых рассматривается ценность человеческой жизни, но один из них наиболее схож с вышеописанной проблемой. В мысленном эксперименте называемом «Проблема вагонетки» предлагается решить судьбу нескольких человек. Оригинальная трактовка, выдвинутая еще в 1960-ых философам Филиппой Фут, звучит так: пять человек находятся на дорожке перед надвигающимся вагоном, и вы, проводник, должны выбрать, следует ли переключиться на путь, на котором вы столкнётесь всего лишь с одним работником и будете, таким образом, ответственны за смерть одного человека, а не пяти [1]. На данную тему было проведено большое количество социологических исследований, дабы понять, как общество в целом относиться к столь нестандартным вопросам. За годы изучения этой

темы проводились опросы, создавались различные формулировки проблемы, писались научные труды, в том числе и те в которых говорилось о переоценённости значимости данного вопроса.

Нами была проведено социологическое исследование, в процессе которого мы разработали анкету и провели анкетирование. Особенность нашего исследования – изучение восприятия проблемы глазами студентов технического вуза – будущих инженеров. По итогам опроса мы получили следующие результаты: большинство респондентов (около 80%) считают, что спасение большинства это единственно верное решение, но остается и значительная группа людей (около 20%), которые все же пожертвуют большинством, ради спасения одного. Но значит ли это, что единственно верным ответом будет спасения большинства? Если мы вернемся к ситуации с автономным автомобилем, то получим, что машина будет руководствоваться лишь количественными факторами.

Участников исследования просили обосновать их выбор, при выборе ответа многие (около 63%) руководствовались логикой, арифметически сравнивая количество жертв в каждом исходе, а остальные (около 37%) в своем выборе руководствовались морально-этическими нормами. Для нас очевидно, что алгоритм выбора решения, заложенный в беспилотный автомобиль, должен учитывать множество факторов, этических, правовых, принцип минимального причинения вреда и т.д.

Таким образом, «Проблема вагонетки» является актуальной не только с точки зрения этики, философии и психологии, но и с практической.

Список литературы

1. Philippa Foot. The Problem of Abortion and the Doctrine of the Double Effect in Virtues and Vices // Oxford Review. 1967. № 5. P. 5-15.

УДК 130.2

ВЛИЯНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ НА СОВРЕМЕННОЕ ИСКУССТВО

А.К. Носова, бакалавр

МГТУ. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

студентка кафедры «Социологии и культурологии»

annosowa22@gmail.com

Научный руководитель: И.Е. Моторина, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Развитие нанотехнологий, как и любое другое инновационное направление, влечет за собой изменения во всех сферах жизни общества. Поскольку технологии влияют на человека и его психику, то любые новые технологии также влекут за собой новое видение мира, которое отражается в творческой деятельности.

Нанотехнологии, несмотря на «молодость» этого направление, смогли уже оставить свой отпечаток на развитии искусства. Наноарт – это новая художественная дисциплина, созданная на пересечении науки, технологий и искусства. Уже создаются конференции, фестивали, выставки и соревнования, специализирующиеся на направлении NanoArt.

Естественно, все новое и необычное вызывает интерес со стороны общественности. А исследователей интересуют все возможные риски, последствия и дальнейшие перспективы инновационного направления. Поэтому проблема нанотехнологичных направлений искусства и их развития является актуальной темой в современном, высокотехнологичном мире.

В современном мире почти всё внимание и силы брошены на технологический прогресс. Каждое научное открытие ведет к созданию инновационного продукта, который предназначен служить и помогать человеку. Сейчас самыми перспективными направлениями являются биотехнологии, электротехнологии, IT-технологии и многие другие. Также одним из самых наслышанных и известных путей развития технологий является нанонаука. Приставка «нано» обозначает 10^{-9} . Данное направление науки появилось в 1959 году, когда Ричард Фейнман выступил в Калифорнийском технологическом институте с предположением, что практически возможно перемещать одиночные атомы, используя при этом специальные манипуляторы соответствующего размера. Так было положено начало нанотехнологий. Этот термин включает в себе комплекс научных и инженерных знаний, а наноинженеры исследуют и изменяют процессы, которые происходят на атомном и молекулярном уровне. Для понимания, насколько малы масштабы данной работы, можно сравнить размеры человеческого волоса в разрезе – 80.000 нм, клетки крови – 7500 нм и ширина молекулы ДНК – 2 нм. Когда речь идет о нанотехнологиях, то они занимаются разработкой техники размером от 0,1 до 100 нм. Уже сейчас нанотехнологии обеспечили прорыв в области медицины, компьютерных технологий и военном деле. Как бы это не казалось парадоксально, но новые технологии, совершенные в области физики, также позволили сделать открытия в области искусства [1].

Примерно 30 лет назад был создан термин «NanoArt». Его создателем считается Крис Орфеску – американский ученый и художник румынского происхождения. Он был поражен красотой структуры вещества, увиденной в мощный микроскоп, что стало началом его исследования сочетания искусства, науки и технологий. Так и появилось новое направление искусства – наноарт.

В России наноарт только недавно зародился, но уже имеет своих художников. Алексей Державин является первым и пока что единственным представителем наноискусства у нас в стране. В 2007 году он впервые применил нанотехнологии в российском искусстве. Тогда он трансформировал фотографии металлической пластины в настоящее произведение искусства. В планах на будущее у художника создать первую в мире нанокартину с увеличением в миллиард раз [2].

Стоит также заметить, что наноарт – не единственное новшество, появившееся в искусстве после развития нанотехнологий. Разработанные наноинженерами материалы также используются для создания картин. Наноматериалы не похожи на свои естественные аналоги. Они обладают высокой контрастностью, насыщенностью и являются более устойчивыми к выцветанию и климатическим условиям. Поэтому наночернила могут стать более качественным и оригинальным материалом, использованным для создания картин [3].

Подводя итоги моей работы, хочу заметить, что развитие техники является крайне важной, возможно, даже решающей деятельностью для соответствующего развития людей и общества в целом. Но, помимо технического прогресса, важным элементом общественной жизни является искусство и культурное развитие. Крайне важно, чтобы при быстрых темпах развития техники, развитие творческой деятельности людей не останавливалось, а шло в ногу с техническим прогрессом. Поэтому появление направления «NanoArt» и использование наноматериалов для художественной деятельности являются индикатором того, что искусство не отстает от идущего вперед прогресса. А это значит, что в настоящем и будущем остается место искусству. Модифицированному, технологичному, уже немного видоизмененному, но такому важному для всех нас искусству.

Список литературы

1. Евгения Райм. Наноарт: красота микро – и наноструктур. Режим доступа: <https://futurist.ru/articles/924-nanoart-krasota-mikro-i-nanostruktur> (дата обращения 04.04.2019).
2. Нано-арт – наука как искусство. Режим доступа: <http://zondir.ru/articles/him-prom/nano-art-nauka-kak-iskusstvo.htm> (дата обращения 04.04.2019).
3. Что такое нанотехнологии: просто о сложном. Режим доступа: <https://newizv.ru/news/society/29-01-2008/83530-cto-takoe-nanotehnologii-prosto-o-slozhnom> (дата обращения 04.04.2019).

УДК 316.422**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ НА УДОВОЛЬСТВИЯ В ПОСТИДУСТРИАЛЬНОМ ОБЩЕСТВЕ**

Е.А. Яковлева, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

А.С. Карпенко, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

ekaterinayakovleva0610@gmail.com

Научный руководитель: М.В. Сёмина, к.с.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Удовольствие – чувство, которое сопровождает удовлетворение потребности человека. Оно снижает уровень физического и психического напряжения, с одной стороны, стимулирует активность человека, его стремления, жизненные функции организма – с другой. У людей, испытывающих удовольствия в жизни более высокий уровень самореализации. Они легче формируют свои ценности и чаще добиваются своих целей. И в этом им помогают современные достижения техники. В современном мире уже невозможно представить человека, который прямо или косвенно не использует информационные технологии. Компьютеры и электронные гаджеты прочно вошли в нашу жизнь и изменили привычный уклад жизни человека прошлого столетия – человек ежедневно использует их для обучения, на работе или дома.

Технологии настолько прочно укоренились в нашей повседневности, что даже такую сферу жизни как получения удовольствия сложно представить без них. Однако важно понимать, что удовольствия бывают разные, поэтому в качестве одного из исследовательских вопросов нашего исследования было стремление понять, как современная молодежь классифицирует удовольствия и какие новые удовольствия привнесли технологии в их жизнь.

Респонденты пытались классифицировать удовольствия. Любовь к классификации удовольствий можно проследить еще со времен Эпикура [1]. Первое, что респондентам приходило на ум, это что они бывают физические и моральные. Физические – когда тело получает удовольствие от чего-либо. И, в свою очередь, физические респонденты подразделяли на сексуальные, и на те удовольствия, с помощью которых можно просто расслабиться. Моральные удовольствия связаны с удовлетворением души и мозга. С развитием технологий, по мнению респондентов, сущность удовольствий не меняется, а вот способы получения удовольствий существенно поменялись. Духовное общение, которое было принято в обществе испокон веков осталось, но способов общения стало больше. Интересно, что меняются не только сами технологии, но и технологии мышления. О каких-то вещах люди не задумывались раньше. Например, в 21 веке люди начинают различать такие важные аспекты, как женские и мужские типы и способы получения

удовольствий. [2]. Другие исследователи связывают понятия удовольствия и счастья. [3]. Женщины и мужчины имеют много различий при общении в кругу друзей и коллег. Женщины стараются в коллективе создавать взаимовыручку и атмосферу взаимопонимания. Мужчины проявляют лидерство. Женщины получают удовольствия от общения, а, мужчины говорят порой кратко, и только по делу. И современные технологии приходят на помощь и учитывают эти гендерные опции. Например, операторы мобильной связи предлагают тарифы для долгих разговоров, и коротких разговоров. Если же взять сферу компьютерных игр, здесь, наоборот присутствует дух соперничества, состязания. Современная индустрия видеоигр дает беспрецедентную возможность получать удовлетворение от ощущения победы, лидерства, успеха. И эти технологии выбирают мужчины.

Студентам задавался вопрос как, по их мнению, изменились удовольствия с помощью новых технологий. Респонденты, несомненно, позитивно оценивают возможность быстрой связи с друзьями, плюсы в коммуникациях, облегчение выполнения домашних заданий, чтение книг без покупок, новые знакомства, доступ к автомобилям, доставку еды, одежды. Однако респонденты отмечали и негативные аспекты технологий. Например, с раннего возраста дети имеют возможность пользоваться гаджетами, однако, теряется ценность человеческого общения с другими детьми. Живое общение заменяется машинным. Раньше люди хранили воспоминания в своей голове, сегодня они хранят свои воспоминания в обезличенных облаках на серверах или в галерее телефона, планшета, камеры. Что будет с воспоминаниями, если исчезнет этот гаджет?

Итак, с появлением новых технологий жизнь людей во многих аспектах изменилась. Удовольствия остаются, но способы их получения меняются, их становится все больше. Технологии несут в себе как позитивные, так и негативные аспекты. И сегодня ученым нужно искать как переводить негативные аспекты технологий в позитивные или смягчать негативный эффект.

Список литературы

1. Богомолова А.С. Античная философия, 2006. С. 277-282.
2. Ваньке А. Мужские тела, сексуальности и субъективности // ЛОГОС. 2018. Т. 28, № 4. С. 85-108.
3. Качур Н.В. Эволюция социологической интерпретации счастья / Н.В. Качур // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Социология. Политология. 2013. Т. 13. Вып. 4. С. 44-48.

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННАЯ АНАЛИТИКА И ПОЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

УДК 315

КОСМИЧЕСКИЙ КОЛУМБ

(биографический очерк о первом космонавте Ю.А. Гагарине)

Д.Р. Чашев, бакалавр

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

cha-daniil@yandex.ru

Научный руководитель: А.В. Ореховский, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Юрий Алексеевич Гагарин родился 9 марта 1934 года в деревне Клушино Гжатского района РСФСР (ныне Гагаринский район Смоленской области). Русский. По происхождению является выходцем из крестьян: отец - Алексей Иванович Гагарин (1902-1973) - плотник, мать - Анна Тимофеевна Матвеева (1903-1984) - работала на молочнотоварной ферме. 1 сентября 1941 года мальчик пошёл в школу, но 12 октября деревню заняли фашисты и его учеба прервалась. 9 апреля 1943 года деревню освободила Красная армия и учеба в школе возобновилась. 30 сентября 1949 года поступил в Люберецкое ремесленное училище №10 по специальности формовщик-литейщик. После его окончания в 1951 году поступил в Саратовский индустриальный техникум, где параллельно с учебой посещал занятия в Саратовском аэроклубе. Освоил самостоятельные полеты на учебном самолете Як-18, прыгал с парашютом. 27 октября 1955 года был призван в армию и отправлен в Оренбург в 1-е Военно-авиационное училище лётчиков имени К.Е. Ворошилова. Обучался у известного в те времена лётчика-испытателя Я.Ш. Акбулатова.

В 1957 году женился на Валентине Ивановне Горячевой.

После окончания военного училища служил в истребительном авиационном полку Северного флота.

9 Декабря 1959 года Гагарин написал заявление с просьбой зачислить его в группу кандидатов в космонавты. 3 марта 1960 года приказом Главнокомандующего ВВС был зачислен кандидатом в космонавты и 11 марта вместе с семьёй выехал к новому месту службы и приступил к занятиям по программе подготовки космонавтов. В отряде насчитывалось 20 человек. После отбора из 20-ти претендентов отобрали шестерых, С.П. Королёв очень торопился, так как были сведения, что 20 апреля 1961 года своего человека в космос отправят американцы, и поэтому старт планировался на 11-17 апреля 1961г. того, кто полетит в космос, определили в последний момент, на заседании Государственной комиссии. Ими стали Ю.А. Гагарин и его дублёр Г.С. Титов. Было подготовлено 3 сообщения ТАСС о полёте в Гагарина в космос. Первое – «Успешное», второе- на случай, если он упадет на территории другой страны или в мировом океане – «Обращение к правительствам других стран» с просьбой помощи в поиске, и третье – «Трагическое», если Гагарин не вернётся живым.

Утром 12 апреля 1961 года перед полётом Ю.А. Гагарин сделал краткое заявление:

«Дорогие друзья, близкие и незнакомые, соотечественники, люди всех стран и континентов!

Через несколько минут могучий космический корабль унесет меня в далекие просторы Вселенной. Что можно сказать вам в эти последние минуты перед стартом? Вся моя жизнь кажется мне сейчас одним прекрасным мгновением. Всё, что сделано прежде, было прожито ради этой минуты. Вряд ли стоит говорить о тех чувствах, которые я испытал, когда мне предложили совершить этот первый в истории полет. Я испытал гордость и

большое счастье. Быть первым в космосе, вступить один на один в небывалый поединок с природой — можно ли мечтать о большем? Но вслед за этим я подумал о той колоссальной ответственности, которая легла на меня. Первым совершить то, о чем мечтали поколения людей, первым проложить дорогу человечеству в космос... Это ответственность перед всем советским народом, перед всем человечеством, перед его настоящим и будущим. И если я решаюсь на этот полет, то только потому, что я коммунист, что имею за спиной образцы беспримерного героизма моих соотечественников — советских людей. Я знаю, что соберу всю свою волю для наилучшего выполнения задания. *Наш народ своим гением, своим героическим трудом создал самый прекрасный в мире космический корабль «Восток». Мне хочется от души поблагодарить наших ученых, инженеров, техников, всех советских рабочих, создавших такой корабль, на котором можно уверенно постигать тайны космического пространства. Позвольте также мне поблагодарить всех товарищей и весь коллектив, подготовивший меня к космическому полету.* Сейчас до старта остаются считанные минуты. Я говорю вам, дорогие друзья, до свидания, как всегда говорят люди друг другу, отправляясь в далекий путь. Как бы хотелось вас всех обнять, знакомых и незнакомых, далеких и близких!

До скорой встречи!»

Председатель Государственной комиссии К.Н. Руднев крепко пожал руку Гагарину и подтолкнул его к С.П.Королёву. Главный конструктор обнял Гагарина, вкладывая в эту прощальную ласку всю теплоту своего отеческого сердца. А через несколько минут весь мир услышал гагаринский голос: «Я Кедр ...», «Поехали!». Космический путь длился 108 минут – один виток вокруг земли. Успешный полёт первого космонавта стал для Советского Союза космическим триумфом. И это после изнурительной войны СССР открыл человечеству дорогу в космос – начало Новой Эры. В эти апрельские дни весь мир произносил по-русски слова: «Гагарин», «Восток», «Космос». За несколько часов Гагарин стал любимцем всей планеты. Гагарин – витязь Русской Победы. Великая Победа 1945 года – это космодром, с которого Гагарин взлетел в небеса. он улетел с земли в космос, преобразив земное в космическое, но и космос через Гагарина влился в земное бытие, преобразим космическое в земное.

27 марта 1968 года Ю.А. погиб во время тренировочного полёта вместе с военным лётчиком В.С. Серёгиным.

Гагарин преображен космосом – космочеловеком. Его портрет с лучистой улыбкой окружённый дивным сиянием космических звёзд зовёт нас к новым победам!

Список литературы

1. Александров А.А. Путь к звёздам. Из истории советской космонавтики. М.: Вече, 2011.
2. Романов А.П. Королёв. Молодая гвардия. ЖЗЛ. 1996.

УДК 378

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПОДВИГ С.П. КОРОЛЁВА В ОСВОЕНИИ КОСМОСА

А.А. Логинова, бакалавр

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»
nastya.loginova@mail.ru

Научный руководитель: А.В. Ореховский, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

С.П. Королёв является создателем советской ракетно-космической техники, обеспечившей стратегический паритет с США и сделавшей СССР передовой ракетно-космической державой. Является ключевой фигурой в освоении человеком космоса.

С.П. Королёв родился 12 января 1907 года в г. Житомир в семье педагогов. После окончания школы в 1924 году поступил в Киевский политехнический институт по профилю авиационной техники. Осенью 1926 года перевёлся в Московское высшее техническое училище имени Н.Э. Баумана. За время учебы получил известность как способный авиаконструктор и опытный планерист. Спроектированные им и построенные летательные аппараты: «Коктебель», «Красная звезда» показали хорошие ТТХ. Производственную практику и дипломную работу студент МВТУ осуществлял под руководством А.Н. Туполева.

В августе 1929 года состоялась встреча с Константином Эдуардовичем Циолковским, которая произвела на Королёва огромное впечатление. «Циолковский потряс меня своей верой в возможность космоплавания. Я ушёл от него в одной мысли – строить ракеты и летать на них». В сентябре 1931 года С.П. Королёв и талантливый энтузиаст в области ракетных двигателей Ф.А. Цандер добиваются создания в Москве с помощью Осоавиахима создания группы изучения реактивного движения (ГИРД). 17 Августа 1933 года на полигоне в Нахабино состоялся первый удачный пуск ракеты ГИРД. В декабре 1934 года в военной издательстве вышла книга Королёва «Ракетный полёт в стратосфере».

27 июня 1938 года Королёва арестовали по обвинению во вредительстве в области военной техники и что все ранее арестованные дали против него такие показания. «правосудие» определило 10 лет заключения, место ссылки – Колыма. Сергею Павловичу исполнился всего 31 год.» Королёв решает обратиться лично к И.В. Сталину. В письме Сергей Павлович ставит акцент не на личном положении, а на интересах страны. 13 сентября 1940 г. его перевели в техническое бюро НКВД в группу А.Н. Туполева, которая работала над созданием и совершенствованием авиационной техники. Успешное испытание бомбардировщика ТУ-2 позволило Королёву перевестись в Казань в КБ В.П.Глушкова, где он вплотную занялся ракетным делом. Ракетные установки, разработанные Королёвым, использовались на самолетах Лавочкина, Яковлева, Сухого. За успешную научно-техническую работу, указом президиума Верховного Совета СССР был награждён медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941-1945» и переведен в Москву. Королёва привлекли к работе над созданием военной ракетной техники, подобной трофейной немецкой ракете ФАУ. В сентябре 1945 года Сергей Павлович в составе комиссии прибыл в Берлин. Большую помощь его работе по организации сбора материалов о ракете оказал Маршал Советского Союза Г.К. Жуков, главнокомандующий группой советских войск в Германии. 13 мая 1946 года Совмин СССР принял постановление о создании отечественной ракетно-строительной промышленности. В подмосковных Подлипках был организован научно-технический центр по разработке ракет, в Болшеве создан НИИ-4 военного ведомства, в астраханской степи у посёлка Капустин Яр возводился испытательный ракетный полигон.

С.П. Королёв был назначен главным конструктором баллистических ракет дальнего действия(НИИ-88). 18 октября 1947 года на полигоне Капустин Яр состоялись успешные испытания баллистической ракеты А-4. В этом же году в МВТУ состоялся набор на новый специализированный факультет, где Королёв читал курс лекций по «Основам проектирования баллистических ракет дальнего действия». В 1953-м году после успешного испытания ракеты Р-5, началась её доработка под атомную боеголовку. Ракеты надёжно встали на защиту Родины.

В апреле 1956 года на Всесоюзной конференции Академии наук Королёв заявил о том, что осуществление пилотируемого полёта человека в ракете реально возможно. В ОКБ завершалась работа по подготовке спутника-лаборатории. Шли споры о форме первого спутника земли.

– Шар и только шар! – настаивал Королёв. – Его форма аэродинамики досконально изучена. Он близок к форме естественных небесных тел Солнечной системы. Люди воспримут спутник как символ космической эры. На борту необходимо установить передатчики, чтобы все на земле слышали полёт советского спутника. Запуск первого спутника земли состоялся 3 октября 1957 года. Это была мировая сенсация. 15 февраля 1958 года Королёв разработал летательный аппарат, состоящий из двух отсеков: приборно-агрегатного и кабины для пилота. Но главная проблема возникла по поводу возвращения человека из космоса на землю. Было подготовлено несколько экземпляров спусковых аппаратов для технических испытаний. Параллельно шла большая работа по лунной программе в рамках которой были запущены автоматические станции «Луна-1», «Луна-2».

К началу 1960-го года специальная комиссия провела отбор кандидатов в первый отряд космонавтов. Это были лётчики, истребители высокого класса. В Щёлковском районе московской области создан центр подготовки космонавтов, который окрестили «Звёздным городком». Пока шли тренировки космонавтов, были запущены прототипы ракеты «Восток» с животными на борту. Успешная деятельность в этой области к апрелю 1961-го года позволила сделать выводы о готовности полёта ракетной техники с человеком на борту. Госкомиссии предстояло решить, кто из космонавтов полетит первым. В характеристике Гагарина было написано: «Настроение обычно немного приподнятое, вероятно потому, что у него с юмором всё в порядке. Трезв и рассудителен. Наделён беспредельным самообладанием. Вежлив, тактичен, пунктуален, сдержан. Прекрасная память. Отличается сообразительностью и быстрой реакцией.» Запасным пилотом назначен Титов. Утром 11 апреля ракета вывезена на стартовую площадку. Высота трёхступенчатого носителя была 38 метров, общий полётный вес 287 тонн. Сергей Павлович внешне казался невозмутимым, может быть, чуть более, чем обычно, сосредоточенным. предстартовая речь космонавта, аплодисменты и пожелание счастливого пути. Гагарин поднимается в кабину корабля. Нервы у всех были взвинчены до предела. Ракета по команде стала медленно, словно нехотя устремляться ввысь. «Поехали!» – донёсся в бункер голос космонавта. Удачное «Поехали!» в одно мгновение сняло нервное напряжение. Все заулыбались, облегченно вздохнули. Человек в космосе! Полёт продолжался 108 минут – *один оборот вокруг земли*. В эти апрельские дни весь мир произносил по-русски слова: «Гагарин», «Восток», «Космос». За несколько часов Гагарин стал любимцем всей планеты. А Сергей Павлович Королёв так и остался до конца своих дней никому неизвестным главным конструктором. Его имя было засекречено. Свои научные работы он подписывал псевдонимом «профессор К. Сергеев».

Вслед за первым полётом Ю.А. Гагарина 6 августа 1961 года Г.С. Титов на корабле «Восток-2» совершил второй космический полёт, который длился одни сутки. Затем совместный полёт космических кораблей «Восток-3» и «Восток-4», пилотируемых космонавтами А.Г. Николаевым и П.Р. Поповичем. Между кораблями была установлена прямая радиосвязь. На следующий год полёт космонавтов Быковского В.Ф. и В.В. Терешковой на космических кораблях «Восток-5» и «Восток-6». За ними с 12 по 13 октября 1964 года в космосе экипаж из трёх человек различных специальностей: командира корабля, бортинженера и врача на более сложном космическом корабле «Восход». 18 марта 1965 года во время полёта на корабле «Восход 2» с экипажем из двух человек космонавт А.А. Леонов совершает первым в мире выход в открытый космос. Сергей Павлович продолжает развивать программу долговременной орбитальной станции. К сожалению ему не удалось дожить до воплощения всех своих идей.

16 января 1966 года Королёв скончался во время операции. Земляне узнали, что под именем таинственного «К. Сергеева» скрывался Сергей Павлович Королёв. Люди земли никогда не забудут его слова:

«...То, что казалось несбыточным на протяжении веков, что еще вчера было лишь дерзновенной мечтой, сегодня становится реальной задачей, завтра – свершением. Нет преград человеческой мысли!»

Список литературы

1. Александров А.А. Путь к звёздам. Из истории советской космонавтики. М.: Вече, 2011.
2. Бирюков Ю.В. Материалы к биографической хронике С.П. Королева. М., 1983г.
3. Романов А.П. Королёв. Молодая гвардия. ЖЗЛ. 1996.

УДК 032

ГОСУДАРСТВО В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ

Т.Г. Золоткова, специалист

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Машиностроительные технологии»

nukmt@bmstu.ru

Научный руководитель: И.В. Бочарников, д.полит.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В XXI веке процессы глобализации приобретают всеохватывающий и необратимый характер. Это обусловлено тем, что на первый план выдвигаются проблемы, имеющие значимость для всего мирового сообщества, и они не могут быть решены отдельным государством в одиночку.

Характерными чертами глобализации являются: усиление роли ТНК, создание компьютерной сети Интернет, рост мегаполисов, стандартизация промышленной продукции, распространение по всему миру английского языка.

Влияние процессов глобализации на функции государства:

Современные процессы глобализации существенным образом отражаются на реализации *экономической функции* государства. В результате экономической интеграции государств усиливается влияние транснациональных корпораций, растет господство надгосударственных структур.

Под влиянием глобализации серьезной трансформации подвергается *социальная функция* государства. Это объясняется кардинальным преобразованием рынка труда и отношений занятости. В связи с появлением новых технологий уменьшается численность используемой рабочей силы, многие государства переходят на гибкие системы занятости.

Глобализация в экологической сфере открывает огромные возможности всем странам и народам для обеспечения безопасности человечества, что может быть достигнуто лишь совместными усилиями государств.

К числу функций, имеющих не только внутренний, но и глобальный характер, относится *функция охраны и защиты прав и свобод личности*. Права человека признаны международным сообществом в качестве общечеловеческой ценности. Это предполагает проведение государствами согласованной политики в области соблюдения стандартов прав и свобод.

Последствия глобализации:

Положительные черты: глобализация облегчает взаимодействие между разными странами, ведёт к ускорению экономического роста, способствует увеличению масштабов обмена передовыми достижениями человечества в различных областях жизни, что содействует прогрессу всей мировой системы хозяйства.

Отрицательные черты: Глобализация вызывает серьезные негативные последствия и проблемы, связанные с тем, что сбои в одной системе передаются всему миру. Организованная преступность перерастает национальные границы. Ещё одно очень

важное противоречие, рождённое глобализацией,- это противоречие между центром и периферией.

Для того чтобы глобализация работала эффективно, следует соблюдать определенные нормы международного поведения. Во-первых, нужны открытость и прозрачность информации, ее регулярное и полное предоставление. Во-вторых, необходимо ликвидировать незаконную торговлю и покровительство с помощью скрытых связей, устранить легитимным путем все другие формы коррупции.

Список литературы

- 1.Бочарников И.В. Роль дипломатии в условиях глобализации международных отношений // Дипломатическая служба. 2018. № 6.
- 2.Бочарников И.В. Острые грани современной мировой политики // Вестник МГИМО Университета. 2018. № 3 (60). С. 198-209.
- 3.Основные современные проблемы глобализации: <http://fb.ru/article/197554/problem-globalizatsii-osnovnyie-sovremennyye-problemyi-globalizatsii>. (дата обращения 10.05.2019)

УДК 007.65.01

«ДЕРЕВО ЦЕЛЕЙ» КАК ТЕХНОЛОГИЯ ЦЕЛЕПОЛАГАНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ

Ф.В. Коржавин, студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»
kor-filipp@yandex.ru

Научный руководитель: С.Г. Галаганова, к. ф. н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Стремительное увеличение объёма информации, плотности её потоков и скорости распространения в информационном обществе оставляет нам всё меньше времени для оценки ситуаций и принятия правильных решений. Это делает актуальной проблему целеполагания как важнейшего системного качества любого самоорганизованного социального целого. Особую роль целеполагание играет в деятельности современных организаций [2, 3]. В качестве важнейшего атрибута и условия организационной деятельности целеполагание нуждается сегодня в совершенствовании своих технологий, выборе наиболее эффективных подходов и принципов [1].

Особого внимания среди современных методов целеполагания заслуживает, на наш взгляд, аналитическая технология, вошедшая в научный обиход под названием «дерево целей»: её универсальный и ярко выраженный практический характер позволит ей, как нам кажется, найти широкое применение в самых различных сферах жизнедеятельности человека и общества, в том числе и деятельности современных организаций.

«Дерево целей» – это некая иерархическая структура, включающая в себя все цели системы, распределённые по уровням: уровень главной цели и подцелей 1-го, 2-го и последующих уровней. Построение «дерева целей» предполагает следующие этапы:

1. Формулировка главной цели деятельности организации на данном этапе.
2. Формулировка подцелей главной цели, то есть тех конкретных задач, реализация которых приведёт к достижению главной цели.
3. Повторение пункта № 2 применительно к следующему уровню целей, то есть определение «подцели подцелей главной цели».

При построении «дерева целей» следует учитывать главный принцип: каждая цель конкретного уровня должна быть представлена в виде подцелей следующего уровня таким образом, чтобы их совокупность полностью определяла понятие исходной цели. Исключение хотя бы одной подцели лишает полноты или меняет само понятие исходной цели.

Основными преимуществами данного метода в современной аналитической и управленческой практике являются, на наш взгляд, следующие:

- Универсальность метода: «дерево целей» может быть построено для системы любого уровня, начиная от крупной организации и кончая её отдельным работником.
- Простота освоения и использования: для построения «дерева целей» необходимо руководствоваться всего одним лишь вышеупомянутым принципом и тремя основными шагами.
- Возможность построения «дерева целей» в любом формате – на дисплее компьютера, офисной маркерной доске, странице школьной тетради.
- Аналитический потенциал: «дерево целей» помогает анализировать варианты и пути достижения главной цели.
- Возможность распределения задач по рабочим группам в организации: каждую подцель можно делегировать разным рабочим группам в зависимости от поставленных задач, поскольку большинство долговременных целей требуют участия различных команд и людей с разными компетенциями.
- Упрощение планирования задач: наглядность «дерева целей» помогает проследить и выстроить их иерархию.
- Упрощение реализации главной цели: выделение у целей подцелей уже само по себе является определением пути к основной цели.

Таким образом, будучи достаточно простой, но весьма полезной технологией целеполагания, «дерево целей» будет способствовать грамотному планированию деятельности организации, распределению её ресурсов, разработке эффективных управленческих решений.

Список литературы

1. Курлов А., Петров В. Методология информационной аналитики. М.: Проспект, 2019. 366 с.
2. Теория организации и организационное поведение / под ред. Г. Латфуллина, О. Громовой, А. Райченко. М.: Юрайт, 2017. 480 с.
3. Третьякова Е. Теория организации. М.: КноРус, 2016. 224 с.

УДК 336.11

НА ПУТИ К РОССИЙСКОЙ СИСТЕМЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ РЕЙТИНГОВ И ИНДЕКСОВ

Н.А. Цветкова, студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

tsvetkova.info@gmail.com

Научный руководитель: С.Г. Галаганова, к.ф.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Управление социальными процессами в условиях глобализации требует разработки унифицированных подходов, одним из которых является принятие управленческих решений на основе международных индексов и рейтингов. Последние представляют собой рассчитанные по специальным моделям показатели жизнедеятельности как отдельных организаций (банков, торговых и промышленных компаний), так и суверенных государств. На основании подобных показателей делаются обобщённые выводы об состоянии описываемых объектов и прогнозы их дальнейшего развития, в свою очередь формирующие привлекательные или непривлекательные имиджи. Так, например, мировые перспективы инвестиций в страну,

отдельную организацию или проект находятся сегодня в непосредственной зависимости от индексов деловой активности, определяемых на основе экономических и финансовых показателей с учётом различного рода рисков ведения финансовых операций и экономической деятельности.

В настоящее время в мире насчитывается более ста международных и тысячи региональных рейтинговых агентств. Наиболее известные из них составляют созданную в США «большую тройку» – Fitch Ratings, Moody's и Standard & Poor's [2]. Непосредственной целью их деятельности является анализ возможных рисков невыплат займов по долговым обязательствам и влиянию этих рисков на величину процентной ставки, стоимость и доходность долговых обязательств. При этом рейтинг заёмщиков оценивается по шкале от уровня «максимально надёжный», то есть способный без риска выплатить долговые обязательства (так называемый “AAA – triple A bond rating”), до уровней «ненадёжный» (B), «предбанкротный» (C) и «дефолтный заёмщик» (D) [2].

Между тем в условиях высокого спроса на интегрированную оценку состояния участников глобальных операций влияние «большой тройки» вышло далеко за пределы экономических оценок банков, компаний и проектов, распространившись на оценку платёжеспособности суверенных государств с учётом экономических, политических, технических и других рисков их деятельности. Рейтинги, выставляемые «большой тройкой», стали существенно влиять на экономику и инвестиционную политику многих стран, а следовательно, на их внешнюю политику и внутреннюю ситуацию. Так, в 2000-х годах при участии «большой тройки» были обрушены финансовые индексы Греции, Франции, Испании, что затормозило развитие их экономик. После известных событий на Украине в 2014 году и введения санкций против России «большая тройка» понизила рейтинг нашей страны до «BBB-», означающий её бесперспективность для инвестиций и сигнал к вывозу капитала из страны.

Важную роль в оценке состояния и перспектив развития государств и их организаций-резидентов играют и другие рейтинги и индексы, разработанные Всемирным банком, международными экспертными институтами и фондами. Так же, как и финансовые рейтинги, они активно влияют на общественное мнение, поведение мирового бизнес-сообщества, внешнюю и внутреннюю политику. Однако анализ ценностно-идеологических моделей, лежащих в основе индексации, свидетельствует об их принадлежности исключительно к западной духовно-культурной традиции, далеко не всегда совпадающей с аксиологическими приоритетами других народов. Достаточно привести примеры таких рейтингов, как «качество жизни», «глобальная конкурентоспособность», «комфортность ведения бизнеса», «вовлечённость в мировую торговлю», «борьба с коррупцией», чтобы убедиться в их весьма неконкретном, относительном, «вестернизированном» содержании [1]. Подобная ситуация негативно сказывается на объективности расчётов и оценок, а деятельность ведущих зарубежных рейтинговых агентств и других организаций-резидентов стран ОЭСР (в основном США и Европы) превращается в инструмент деструктивного влияния на внутреннее положение стран, в том числе и России, их позиции в мировом сообществе. В целях противодействия подобному влиянию мы считаем целесообразным реализовать следующие задачи:

1. Поручить Министерству финансов РФ разработать комплексную программу создания национальной системы рейтингов и индексов и приведения её в соответствие с международными системами оценки.
 2. Создать конкурентоспособные национальные и международные рейтинговые организации с участием зарубежных партнёров из стран СНГ, ЕврАзЭС, ОДКБ, БРИКС и других дружественных международных организаций.
 3. Всемерно способствовать повышению эффективности работы и повышению международной репутации созданных в 2017 году российских рейтинговых агентств «АКРА» и «Эксперт-РА».
-

4. Разработать в рамках совместных рейтинговых организаций методологию и методику рейтингов, индексов и оценок, объективно отражающих состояние стран и организаций по ключевым аспектам их жизнедеятельности.
5. Осуществлять рейтинги и индексации силами национальных и совместных рейтинговых организаций, добиваясь их признания международным сообществом.

Список литературы

1. Козуляев, Алексей. Проклятие Дома рейтингов. М.: Амфора, 2007. 384 с.
2. Онучак В.А. Международные и национальные рейтинговые агентства. М.: Анкил, 2012. 166 с.

СЕКЦИЯ «ФИЛОСОФИЯ»**УДК 122****СОЛИДАРНОСТЬ ИНТЕРЕСОВ ИНДИВИДА И ОБЩЕСТВА НА ПРИМЕРЕ ПЕРВОГО ПОЛЕТА ЧЕЛОВЕКА В КОСМОС**

Т.С. Григорьева, аспирант

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

tat-13@inbox.ru

Научный руководитель: В.Н. Ремарчук, д.ф.н., профессор

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Первый полет человека в космос по праву является важнейшим событием XX в. и одним из немногих безоговорочных примеров солидарности интересов индивида и общества. Следует учитывать тот факт, что в 1961 г. (на момент полета) в научно-космической и военной отраслях шла конкурентная борьба между различными социальными формами устройства общества: капитализмом и социализмом (США и СССР). Отсюда финансовые и иные ресурсы, направленные на покорение космоса, оказывались оправданы не столько экономическими, сколько политическими конкурентными реалиями. Большинство научных открытий в данных областях того времени воспринимались главами противоборствующих государств, как победа «его» страны и именно ее социальной формы устройства. Однако, далеко не все открытия и победы «советского народа» были так эмоционально приняты и поддержаны гражданами. Тем не менее, первый полет в космос представителя СССР Ю.А. Гагарина поистине стал личным праздником для каждого «советского человека». Конструктор космической техники С.П. Королев объяснял это так: «Гагарин доказал, на что способен человек – на самое большое. Он открыл людям Земли дорогу в неизведанный мир. Но только ли это? Думается, Ю.А. Гагарин сделал нечто большее – он дал людям веру в их собственные силы, в их возможности, дал стимул идти увереннее, смелее... Это – Прометеево деяние» [1]. Первый полет человека в космос положил начало новой космической эры, что должно было привести к существенным переменам. Наука того времени ставила перед собой задачи неземных путешествий и колонизации других планет. То есть, индивиды и общество ожидали существенные перемены, равнозначные приобретению людьми «Прометеева» огня.

Посмотрим на полет Ю.А. Гагарина и с социально-философской стороны. Известное высказывание Гераклита из Эфеса гласит: «Все течет, все меняется». Развитие технологий обычно приводит к трансформациям в обществе. Однако, при всей изменчивости окружающего мира, индивиды нуждаются в стабильности, уверенности в завтрашнем дне. Так, рассматривая пирамиду потребностей А. Маслоу, можно заметить, что в ее основе лежит удовлетворение биологических (голод, жажда, безопасность...) потребностей, базирующихся на уверенности индивидов в возможности их удовлетворения в настоящем и будущем. В тоже время, согласно пирамиде А. Маслоу, более высокие человеческие потребности проявляются только после хотя бы частичного удовлетворения потребностей низшего уровня и, как следствие, также требуют стабильности. При этом необходимо отметить, что удовлетворение более высоких потребностей (социальные, престиж и духовные) порой требует конкурентной борьбы или каких-то других перемен. Например, для получения престижной должности индивидом, она должна освободиться от уже занимающего ее человека или появиться другая вакансия (т.е. должны произойти какие-то перемены). Таким образом, люди одновременно заинтересованы и в стабильности, и в переменах. Причем индивидам необходима стабильность для достижения базовых потребностей и прогрессивный (в отличие от

регрессивного) характер перемен для удовлетворения потребностей высшего уровня. Учитывая, что социум состоит из множества индивидов, опираясь на метод индукции, можно предположить: обществу в целом присущ аналогичный дуализм потребностей. Общество заинтересовано не только в стабильности, но и в прогрессе, что продемонстрировал энтузиазм значительного числа советских людей в 1961 г.

Доктор физико-математических наук, профессор В. Добронравов писал в 1962 г. о полете Ю.А. Гагарина следующее: «Значение его исключительно велико как для дальнейшего освоения околоземного космического пространства, так и для развития межпланетных сообщений. <...> Несомненно одно – проникновение человека в космос неизмеримо раздвигает границы нашего познания, обогащает науку и культуру» [2]. То есть, выход СССР в космос В. Добронравовым и его современниками воспринимался прогрессивным изменением.

При этом необходимо отметить, что сам факт космического полета Ю.А. Гагарина, «советского человека», в условиях «холодной войны» делал всех граждан СССР причастными к его подвигу, удовлетворив тем самым (согласно пирамиде А. Маслоу) социальные потребности индивидов. Для не граждан СССР, учитывая политические особенности второй половины XX в., данное обстоятельство вносило некий конфликт социальных интересов. Однако сопричастность к историческому событию обозначала причастность не только «советского» индивида к биологическому виду «человек» и «землянин». Выход в космос Ю.А. Гагарина касался человечества, каждого жителя Земли, что в свою очередь сглаживало данный конфликт. Для СССР полет Ю.А. Гагарина выполнил как политические (внутренние и внешние), так и научные, культурные функции.

Следовательно, значение первого космического полета было прогрессивным как для общества, так и для индивидов, не затрагивало базовые потребности в стабильности и предполагало прогрессивные перемены. Кроме этого, открытие космической эры в значительной части удовлетворяло социальные потребности индивидов. Таким образом, можно сделать вывод, что первый полет человека в космос выявил солидарность интересов индивида и общества.

Список литературы

1. Цымбал Н.А., Митрошенков В.А. Первый космонавт планеты Земля. М.: Советская Россия, 1981. 192 с.
2. Добронравов В. Что дал первый полет науке о Вселенной // Авиация и космонавтика. 1962. № 4. С.10-19.

УДК 168

СОЦИАЛЬНЫЙ ЗАКАЗ КАК ВНЕШНИЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ НАУКИ

Е.А. Юсипов, аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

yusipovea@gmail.com

Научный руководитель: Н.Н. Губанов, д.ф.н., доцент, профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В современных работах по политологии, социологии и философии все чаще встречается выражение «социальный заказ» в контексте развития определенного научного направления или требований по улучшению какой-либо сферы деятельности общества. При этом авторы зачастую употребляют этот термин в разных значениях, вкладывая в него неоднозначные смыслы. Целью данной работы является выделение характеристик, присущих социальному заказу в рамках развития науки.

В первую очередь необходимо отметить, что социальный заказ в контексте научного творчества является частью вненаучного фактора развития науки. В целом внешний фактор сочетает в себе социальные и культурные особенности общества, политическое и экономическое взаимодействие, а также исторические аспекты. Внешние факторы развития науки подробно рассмотрены с точки зрения экстернализма [1].

Предлагается рассмотреть следующие признаки, характерные для социального заказа:

- Присутствует стремление и мотивация для реализации социального заказа.
- Выдвигается общественной элитой или лидерами мнений.
- Может быть результатом общественной потребности.

В современном обществе чаще всего социальный заказ проявляется в форме государственной политики, поэтому данный термин связывают с понятием «государственный заказ». Социальный заказ не всегда является результатом общественной потребности, но всегда направлен на позитивные изменения в жизни общества [2]. Например, такие примеры как гонка вооружений или соперничество между СССР и США в освоении космоса не были направлены на непосредственное удовлетворение потребностей граждан, но имели важное политическое значение и сыграли большую роль для общества в развитии науки и экономики. Специалистами неоднократно было отмечено, что активное развитие науки и техники часто связано с заказом со стороны оборонно-промышленного комплекса. Внедрение новых разработок в военную технику является фундаментом преимущества вооружения и гарантом суверенитета страны. Лишь после создания новых разработок устаревшие технологии переходят в сферу гражданского потребления.

Другим примером формы социального заказа могут выступать различные национальные проекты (НП), формируемые руководством страны. Например, Президент РФ В.В. Путин 7 мая 2018 г. подписал указ «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», регламентирующий создание и реализацию ряда национальных проектов развития России в различных отраслях и сферах общества по следующим направлениям: «Человеческий капитал», «Комфортная среда для жизни», «Экономический рост». В направлении, связанном с экономическим развитием страны, присутствует НП «Наука». В рамках данного НП планируется создание и обновление инфраструктуры для исследований, открытие новых научных центров и формирование устойчивой системы подготовки научных кадров. Разумеется, устанавливаются и целевые показатели реализации национальных проектов. Таким образом, можно предположить, что ожидается скачкообразное развитие науки за счет выделения финансирования и поддержки со стороны государства. Это будет иметь и положительные изменения для общества.

С точки зрения государственной политики социальный заказ формируется и реализуется в четыре этапа [3]:

1. Определение принципов господствующей в обществе идеологии (государственная идеология).
2. Определение приоритетных целей с учетом базовых социальных процессов, явлений и объектов, представляющих наивысшую ценность (национальная идея).
3. Формирование комплекса задач и методов их реализации.
4. Установка графика времени и источников финансирования для реализации социального заказа.

В заключение необходимо отметить, что социальный заказ как форма проявления общественной потребности включает в себе не только факт необходимости каких-либо изменений или улучшений, но и выражается в виде мотивации и целенаправленных действий для достижения сформулированных целей. Это – не просто желания и

потребности общества, а форма осознанного взаимодействия общества и государственного аппарата страны или локального объединения.

Список литературы

1. Бушуева В.В., Губанов Н.Н., Губанов Н.И. Закономерности тройной детерминации научного творчества // Гуманитарный вестник. 2016. № 5. DOI: 10.18698/2306-8477-2016-05-362.
2. Юсипов Е.А. Наукометрия как социальный заказ на оценку результатов научной деятельности // Богатство России: II Всероссийский форум научной молодежи (Москва, 10–11 декабря 2018 г.): сборник докладов. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. С. 191-193.
3. Ткачук Л.Т., Короткова Г.К. Социальный заказ – эффективный инструмент управления в сфере социально-культурных услуг // Вестник ИрГТУ. 2013. №5 (76). С. 202-206.

УДК 007

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВА: СУЩНОСТЬ ЯВЛЕНИЯ

Д.И. Долгих, аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

dmitry201094@mail.ru

Научный руководитель: В.А. Нехамкин, д.ф.н., профессор

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

В XXI в. проблема потребления обществом информации приобрела новые формы. Под информатизацией мы понимаем процесс получения человечеством доступа к накопленным знаниям. Понятие «информатизации» было предложено еще в СССР А.П. Ершовым: «Информатизация – это комплекс мер, направленных на обеспечение полного использования достоверного, исчерпывающего и своевременного знания во всех общественно значимых видах человеческой деятельности» [1, с. 9]. Информатизация лежит в основе всей жизнедеятельности современного общества, поэтому ее также можно трактовать как качественное совершенствование всех когнитивных социальных структур и процессов с помощью современных информационно-технических средств. Для определения сущности явления информатизации в современном мире нам кажется важным подчеркнуть его техногенный характер.

Технической базой информатизации общества выступает современная компьютерная и телекоммуникационная техника (в особенности персональные ЭВМ, электронная почта и Интернет, видеосистемы), составляющая основу новых информационных технологий. Однако информатизация предполагает не узко-технологический, а широкий подход к общественным преобразованиям, включающий перестройку всего комплекса условий и средств развертывания информационных процессов в обществе. Речь идет не только о создании соответствующей технической базы, но и (главным образом) о моделировании социально-экономических, юридических, организационных, «человеческих» (социокультурных) факторов жизнедеятельности общества, о целостном процессе формирования новой информационной среды, позволяющей эффективно задействовать в социальной практике ЭВМ, АСУ, робототехнические комплексы, базы знаний и т.д.

Следует, на наш взгляд, отметить как важный фактор новых информационных технологий (НИТ), появление и бурное распространение которых во многом революционизировало производственные, управленческие и социально-политические структуры. НИТ резко повысили производительность общественного труда, но одновременно принесли с собой новые, зачастую еще более острые, чем прежде,

противоречия. Как показала практика развитых стран мира, новая технологическая волна реформирует традиционные структуры производства и распределения общественного продукта и ставит сферу общественного управления перед сложнейшими задачами, связанными с необходимостью координировать все более широкие совокупности общественных институтов, процессов и отношений.

Нам кажется, что рассмотрение информатизации не как самостоятельного процесса, а как закономерности научно-технического прогресса позволит увидеть новые особенности данного явления. Этому же мнению придерживается и А.Д. Урсул. В его работах выражена точка зрения, что информатизация – социо-технологический процесс и закономерность общественного развития, которая, в свою очередь, складывается из системы закономерностей движения информации, распространения новых информационных технологий и взаимодействующей с ними социальной среды.

«Информатизация в силу своей системной, социо-технологической природы, <...> не представляет собой некую простую закономерность развития, сводящуюся к какой-либо своей составляющей <...>. Информатизация – системно-деятельный социо-технологический процесс, <...>, и это важное методологическое положение для понимания информатизации как процесса и поиска его закономерностей» [2], – уточняет ученый.

Таким образом, можно констатировать, что благодаря достигнутому в настоящее время техническому оснащению в области информационно-коммуникационных технологий и предельно достижимому на сегодняшний день укрупнению информационного пространства общество вышло из состояния циклического развития в области информатизации (обеспечив ее постоянно расширяющееся воспроизводство) [3]. Современный этап развития социума в области информатизации достиг максимально возможного масштаба – глобализации, в связи с чем происходят трансформации во всех сферах социальной жизни: политике, экономике, культуре, медицине, сфере труда, занятости и прочих.

Список литературы

1. Ершов А.П. Концепция информатизации образования // Информатика и образование. 1988. № 6. С. 3-31.
2. Урсул А.Д. Природа информации. Философский очерк. Челябинск: Изд-во ЧГАКИ, 2010. 231 с.
3. Коротков А. В., Кристальный Б. В., Курносов И. Н. Государственная политика Российской Федерации в области развития информационного общества. М.: ООО «Трейн», 2007. 472 с.

УДК 304.9

СОВМЕСТНОСТЬ КАК ХАРАКТЕРИСТИКА СОЦИАЛЬНОГО БЫТИЯ

И.Е. Чубанов, аспирант

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Chubanoff1991@icloud.com

Научный руководитель: В.А. Нехамкин, д.ф.н., профессор.

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Социальные и гуманитарные науки»

Социально-философский анализ понятия совместности является, на наш взгляд, одной из наиболее актуальных задач в изучении пространства современных социальных отношений. Безусловно, данная проблема выступает весьма деликатной ввиду недостаточной семантической проработки понятия совместности, и еще более осложняется редкой частотой употребления и использования данной категории в отечественной и зарубежной философии. В исторической концептуально-философской

мысли среди философов, затронувших категорию совместности бытия и в некотором роде подвергших ее рефлексии, стоит выделить М. Хайдеггера, Ж.-П. Сартра, П. Слотердайка, Ж.-Л. Нанси.

Особенно сложная и дискуссионная проблема состоит в обозначении, определении и содержательном анализе демаркационной линии между такими категориями, как «бытийствовать рядом» (сосуществовать), «бытийствовать вместе», «совместно быть». С нашей точки зрения, данные понятийные категории принципиально не тождественны по содержанию и обладают своим неповторимым специфическим значением.

Бытие рядом как естественно-природное сосуществование есть наличествование некоторых объектов, явно или латентно влияющих друг на друга, подчиняющихся внутренним законам универсума, но при этом характер существования каждого из них может быть коллинеарным, не зависимым от бытия другого, они могут находиться «рядом», но не «вместе». Такое пространство бытия природных объектов, расположенных «рядом», «около», «возле», определяется законами универсального мира и принципом всеобщей связи, отмеченным диалектикой.

Бытие вместе как определенная биологическая системная целостность имеет своей отличительной чертой осознанную поведенческую активность участников, создающих систему обоюдно влияющих связей, закрепляющих своеобразие их органической унитарности. С нашей точки зрения, следует дифинировать стихийно-поведенческое бытийствование вместе, характерное для животных видов, включенных в систему биосферы, и деятельностно-поведенческое бытийствование вместе, присущее только человеческим особям, обладающим био-социо-культурной природой. Деятельностно-поведенческое бытийствование вместе может обладать различной степенью социальной погруженности: начиная от самого простого – уровня удовлетворения естественных потребностей, далее, к формированию потребностей, конструируемых в процессе кратковременной совместной деятельности индивидов, и завершая появлением сложных системно-интегративных социальных связей.

Однако для описания и регуляции все более усложняющихся общественных отношений понятия «бытийствование вместе», как нам кажется, недостаточно. Необходимым условием и фундаментом для трансформации биологического бытийствования вместе в совместное бытие является наличие сообщества как определенной выстроенной системы социальных по содержанию отношений. Именно совместность позволяет идентифицировать специфику человеческого существования и помогает соотносить бытие отдельно взятого индивида с бытием сообщества, поскольку у индивидуума нет «своего существования без отнесенности к бытию других» [1] именно это обеспечивает онтологическую открытость бытия человека вообще. Таким образом, совместность — это формирование нового *рефлексируемого* пространства социального бытия, атрибутом которого является принципиальная субстанциональная общность субъектов, обладающая особым информационным содержанием, которого не существует ни в одном из субъектов, взятых отдельно. Следовательно, именно совместность не просто «раздвигает» границы познания объекта и увеличивает возможности познающего субъекта, но и обогащает содержательно само бытие познаваемого объекта (согласно позиции К.Х. Момджяна) [2, с. 376-378].

Принципиально важным для нас является и установка на то, что характер совместности социального бытия, приобретая свою определенную субстанциональность, не статичен, исторически изменчив. Следовательно, на каждом фазовом этапе развития социума он обладает своими специфическими характеристиками, создающими потенциал дальнейшего развития общественной реальности или тормозящими, препятствующими данному развитию [3]. В этой связи представляется, что дальнейшее выявление

пространственно-временных конкретных специфических черт совместности бытия общества может стать основой целевых векторов в социальных проектах его развития.

Список литературы

1. Малкина С.М. Человеческое бытие как бытие-совместность. Режим доступа: <https://www.academia.edu/30126116/> (дата обращения 30.04. 2019).
 2. Момджян К.Х. Социальная философия. Деятельностный подход к анализу человека, общества, истории. Ч.1. М.: Издательство МГУ, 2013. 400 с.
 3. Ерёменко А. М. Событие и событие в философии Ж.-Л. Нанси. Режим доступа: <http://bo0k.net/index.php?p=chapter&bid=2794&chapter=1> (дата обращения 02.05. 2019).
-

СЕКЦИЯ ФАКУЛЬТЕТА «РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА»**УДК 006****УСТРОЙСТВО НАВЕДЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ**

М.В. Быков, специалист

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

mixail.bykov.98@mail.ru

Научный руководитель: Е.А. Перминова, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Научный консультант: П.Г. Русанов, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В результате возрастания интенсивности развития космической отрасли, изучение вопроса управления летательными аппаратами в условиях космоса становится все более актуально. Большая часть станций, приборов, механизмов и других устройств, эксплуатируемых в космосе, работают от солнечной энергии. Солнечная батарея в космосе является единственным источником выработки необходимого количества энергии для работы летательного аппарата. Исходя из значимости вопросов космической энергетики, в нашей работе была поставлена задача разработки устройства управления для солнечной батареи. Идея применять солнечные батареи в космосе впервые появилась больше полувека назад, во время первых запусков искусственных спутников земли. В тот период, в СССР, профессор и специалист в области физики – Н.С. Лидоренко, обосновал необходимость применения бесконечных источников энергии на космических аппаратах. В нашей работе был проведен анализ и обобщение требований, предъявляемых к системам управления комплекса энергоснабжения космического аппарата. Основные из них: точность, высокая надежность, эффективность, долговечность и уменьшение массо-габаритных характеристик. На стадии проектирования, были рассмотрены различные варианты реализации конструкции[1]. За основу работы разрабатываемого механизма был взят двухстепенной гироскоп. Управление каждой из степеней свободы устройства производится посредством работы приводов, состоящих из двигателя и редуктора, установленные на каждой раме. Был выбран редуктор с планетарно-волновой передачей. Основным достоинством волнового редуктора является возможность герметизации всего привода. Наравне с этим, можно отметить и большое передаточное отношение редуктора - от 80 до 320; высокую кинематическую точность и улучшенные массо-габаритные характеристики(по сравнению с обычными зубчатыми передачами). Эти свойства полностью соответствуют заявленным требованиям. Контроль управления каждой степенью свободы осуществляется с помощью драйверов, встроенных в каждый двигатель. Предусмотрена защита от внешних воздействий в виде внешнего кожуха и специального гибкого рукава, крепящегося на бортике окна выходного звена. В процессе проектирования был также учтен экономический фактор. Транспортировка 1кг груза на орбиту обходится очень дорого – примерно в 20 тыс. долларов. В связи с этим, были уменьшены масса и габариты устройства, в частности за счет материала изготовления. Информация по названию материала для производства не является общедоступной, т.к. связана с военным предприятием производителя. Близким по химическому составу материалом к заявленному является алюминиевый сплав Д19/1190 по НД(нормативному документу).[3] Состав сплава: Cr – 0,5%, Fe – 0,5%, Cu – от 3,8 до 4,3%, Mn – от 0,5% до 1%, Mg – от 1,7% до 2,3%, Zn – 0,1%, Ti – 0,1%, Be – 0,005%, Al – остальное.

По итогам проведенной работы была разработана стендовая конструкция механизма управления солнечной батареи. Новизна способа реализации устройства должна пройти технические испытания и соответствующие доработки всей конструкции.

Дальнейшая работа над проектом будет осуществляться по модернизации и совершенствованию устройства.

Список литературы

1. Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании : учеб. пособие: в 2 ч. / Потапцев И.С., Нарыкова Н.И., Перминова Е.А., Буцев А.А. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010.
2. Пивоваров В.Н., Матвеев Е.В., Жаров В.А. Методические указания: Расчет и конструирование элементов приборных механизмов. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 39 с.
3. ГОСТ 4784-97 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки (с Изменениями N 1, 2, 3, с Поправками) введ. от 1 июля 2000г.(с изм. и доп.). Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003141> (дата обращения: 18.04.2019).

УДК 629.7.05

УСТРОЙСТВО НАВЕДЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ

М.В. Быков, специалист

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

mixail.bykov.98@mail.ru

Научный руководитель: Е.А. Перминова, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Научный консультант: П.Г. Русанов, к.т.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В результате возрастания интенсивности развития космической отрасли, изучение вопроса управления летательными аппаратами в условиях космоса становится все более актуально. Большая часть станций, приборов, механизмов и других устройств, эксплуатируемых в космосе, работают от солнечной энергии. Солнечная батарея в космосе является единственным источником выработки необходимого количества энергии для работы летательного аппарата. Исходя из значимости вопросов космической энергетики, в нашей работе была поставлена задача разработки устройства управления для солнечной батареи. Идея применять солнечные батареи в космосе впервые появилась больше полувека назад, во время первых запусков искусственных спутников земли. В тот период, в СССР, профессор и специалист в области физики – Н.С. Лидоренко, обосновал необходимость применения бесконечных источников энергии на космических аппаратах. В нашей работе был проведен анализ и обобщение требований, предъявляемых к системам управления комплекса энергоснабжения космического аппарата. Основные из них: точность, высокая надежность, эффективность, долговечность и уменьшение массо-габаритных характеристик. На стадии проектирования, были рассмотрены различные варианты реализации конструкции[1]. За основу работы разрабатываемого механизма был взят двухстепенной гироскоп. Управление каждой из степеней свободы устройства производится посредством работы приводов, состоящих из двигателя и редуктора, установленные на каждой раме. Был выбран редуктор с планетарно-волновой передачей. Основным достоинством волнового редуктора является возможность герметизации всего привода. Наравне с этим, можно отметить и большое передаточное отношение редуктора - от 80 до 320; высокую кинематическую точность и улучшенные массо-габаритные характеристики(по сравнению с обычными зубчатыми передачами). Эти свойства полностью соответствуют заявленным требованиям. Контроль управления каждой степенью свободы осуществляется с помощью драйверов, встроенных в каждый двигатель. Предусмотрена защита от внешних воздействий в виде внешнего кожуха и специального гибкого рукава, крепящегося на бортике окна выходного звена. В процессе

проектирования был также учтен экономический фактор. Транспортировка 1кг груза на орбиту обходится очень дорого – примерно в 20 тыс. долларов. В связи с этим, были уменьшены масса и габариты устройства, в частности за счет материала изготовления. Информация по названию материала для производства не является общедоступной, т.к. связана с военным предприятием производителя. Близким по химическому составу материалом к заявленному является алюминиевый сплав Д19/1190 по НД(нормативному документу).[3] Состав сплава: Cr – 0,5%, Fe – 0,5%, Cu – от 3,8 до 4,3%, Mn – от 0,5% до 1%, Mg – от 1,7% до 2,3%, Zn – 0,1%, Ti – 0,1%, Be – 0,005%, Al – остальное.

По итогам проведенной работы была разработана стендовая конструкция механизма управления солнечной батареи. Новизна способа реализации устройства должна пройти технические испытания и соответствующие доработки всей конструкции. Дальнейшая работа над проектом будет осуществляться по модернизации и совершенствованию устройства.

Список литературы

1. Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании: учеб. пособие: в 2 ч. / Потапцев И.С., Нарыкова Н.И., Перминова Е.А., Буцев А.А. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010.
2. Пивоваров В.Н., Матвеев Е.В., Жаров В.А. Методические указания: Расчет и конструирование элементов приборных механизмов. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. 39 с.
3. ГОСТ 4784-97 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки (с Изменениями N 1, 2, 3, с Поправками) введ. от 1 июля 2000г. (с изм. и доп.) Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003141> (дата обращения 14.04.2019).

УДК 82.29.09 001.18:001.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЭКСТРАПОЛЯЦИИ ТРЕНДА ДЛЯ АНАЛИЗА ЗАПУСКА СПУТНИКОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ.

И.Д. Райцис, студент

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

igoriok1237@mail.ru

В.И. Парфёнова, студент

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

knopkknopka.v@yandex.ru

Научный руководитель: Т.В. Васильева, ассистент

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

vtv64@mail.ru

В данной работе проведен анализ мировых запусков спутников ДЗЗ в период с 2007 г. по 2018 г [1]. Изучены теоретические основы характеристик спутников, данные по пускам. На основе полученных из первичных источников сведений [2,3] была создана база данных в программе Microsoft Access2010.

Для анализа данных базы были выбраны функции запросов на выборку. Параметрами запросов были типы спутников, их характеристики, их национальная принадлежность и т.д. На основе запросов были созданы формы с применением функций программы для построения графиков. Расчеты выполнялись в программе Excel. С использованием метода экстраполяции трендов, был составлен прогноз запусков спутников по системам ДЗЗ и по национальной принадлежности на период с 2018 по 2023 гг.

В настоящее время активной космической деятельностью занимается свыше 60 стран. Почти все развитые государства мира успешно используют космические технологии в связи и вещании, в дистанционном зондировании поверхности Земли (метеорологическое наблюдение, картография, геодезия и т.д.), в навигации и в научных исследованиях. Космос XXI века стал сферой удовлетворения амбиций и столкновения интересов стран, осваивающих околоземное пространство. Рынок спутников активно развивается, технические характеристики совершенствуются, в связи с чем, появляется задача прогнозирования динамики мировых запусков. Для исследований прогнозирования на период с 2019 по 2023гг был выбран метод экстраполяции трендов. Прогноз по тренду учитывает факторы, влияющие на развитие явления только в неявном виде. Срок, на который делается прогноз, должен быть не более трети базы прогноза. Экстраполяция – это предсказание значения уровня (прогноз) на будущее время; при этом делается предположение, что параметры тренда сохраняются до прогнозируемого периода.

Для составления прогноза на графиках были изображены линии тренда. Формы линий тренда, отражающие эволюцию уровней временного ряда, как общую тенденцию, выбирают по графику действительных значений уровней временного ряда. Выбор формы линий тренда осуществляется путём сравнения критериев, позволяющих судить о близости линий тренда к исходным данным.

По изученным данным и составленному прогнозу можно сделать вывод, что некоторые страны имеют тенденцию к увеличению количества запусков, в связи с развитием страны и технологий, устранением ошибок и неполадок в сборке и дальнейшем использовании космического аппарата. По сравнению с некоторыми годами количество запусков упало. Это может быть связано с потерей актуальности некоторых типов спутников. Также возможен вариант замены большого числа устаревших спутников новыми многофункциональными. В любом случае технологии РКТ развиваются, тем самым улучшаются параметры запускаемых аппаратов и растёт их количество.

Список литературы

1. Бакланов А.Г. Рынок и маркетинг авиакосмической продукции в условиях нестабильности. М.: КДУ, 2007. 400 с. : ил., табл.
2. UCS Satellite Database. Available at: <http://allthingsnuclear.org>, available at 14.04.2019.
3. Журнал «Новости космонавтики». Режим доступа: <http://novosti-kosmonavtiki.ru>

Секция «ГУИМЦ»

УДК 514.1

МНОГОГРАННЫЙ МИР РАЗВЕРТОК, ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ГУИМЦ

Е.К. Жаворонкова, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Машиностроительные технологии»

EKZhavoronkova@gmail.com

Д.Е. Зарубин Данил, бакалавр,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Головной учебно-исследовательский и методический центр»

danilkazarubin@gmail.com

Е.С. Михеенкова, старший преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

cathy22jan@mail.ru

К.А. Муравьев, старший преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

WinnerKAM2005@yandex.ru

Разверткой называется фигура, полученная от совмещения поверхности с плоскостью. Поверхности, которые допускают такое преобразование, называются развертываемыми. Поверхности, на которые не могут быть наложены на плоскость без складок и разрывов, называются неразвертываемыми.

Построение разверток поверхностей представляет собой одну из важных технических задач и имеет большое практическое значение при конструировании различных изделий из листового материала, потому что в промышленности применяется много конструкций в виде сосудов и трубопроводов, выполненные способом изгибания из листового материала. [1]

В производстве часто прибегают к изготовлению деталей из неразвертываемых поверхностей. В этом случае неразвертываемую поверхность разбивают на части, которые можно заменить развертываемыми поверхностями, а затем строят развертки этих частей. Также развертки применяются в архитектуре и легкой промышленности.

Изучив курс начертательной геометрии, мы знаем несколько основных свойств разверток:

- длины двух соответствующих линий развертки и поверхности равны между собой;
- углы, образованные линиями на развертке, и углы между соответствующими линиями на поверхности равны;
- замкнутая линия на поверхности и соответствующая ей линия на развертке ограничивают одинаковую площадь;
- прямая и параллельные линии на поверхности переходят в прямую и в параллельные прямые соответственно на развертке;

К развертываемым поверхностям относятся все многогранные поверхности. Разверткой многогранной поверхности является плоская фигура, полученная последовательным совмещением с одной и той же плоскостью всех ее граней. [3]

Все криволинейные поверхности являются неразвертываемыми, так как на них вообще нельзя провести прямой линии. Чертеж неразвертываемой развертки поверхности является условным. [3]

Обратим внимание на практическое применение разверток. Мы так часто сталкиваемся с бумажными развертками, что просто не замечаем этого. Например, разобрав коробочку из-под лампочки можно понять, что оба производителя лампочек

применили для создания упаковочной коробки развёртку в виде единого листа картона. Это один из вариантов как сложенный лист картона применяется в повседневной жизни. Бумажные развёртки – мощнейший инструмент, как для моделирования, так и для современной промышленности. [2]

Список литературы

1. Развертки геометрических тел. Режим доступа: https://studbooks.net/2195790/matematika_himiya_fizika/razvertki_geometricheskih (дата обращения 15.04.19).
2. Практическое применение разверток. Режим доступа: <https://mnogogranniki.ru/component/content/article/11-dopolnitelnye-materialy/163-vakansii.html> (дата обращения 16.04.19).
3. Развертки поверхностей. Режим доступа: <http://cdot-ntu.ru/basebook/ng1/system/teor/teor67.html> (дата обращения 15.04.19).

УДК 004.7

ПРИНЦИП РАБОТЫ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ РЕАБИЛИТАЦИИ НА ОСНОВЕ «BLUETOOTH»

Е.В. Панков, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Головной учебно-исследовательский и методический центр»

pancov_evgeniy@mail.ru

Ю.В. Алимова бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Головной учебно-исследовательский и методический центр»

juliji_1996@mail.ru

Одной из трудностей при разработке систем радиопередачи является необходимая ширина диапазона, чтобы можно было передавать достаточное количество данных при как можно меньшем потреблении энергии. Сейчас чипы Bluetooth потребляют относительно много тока, из-за этого их прямая интеграция в СА пока еще неэффективна. Поэтому слуховая индустрия сделала упор на разработку стримеров. Под стримингом понимают процесс передачи данных и аудио-сигналов. Стример через Bluetooth связывается с конечным аппаратом и за счет встроенного аккумулятора дает достаточно энергии для передачи Bluetooth. Коммуникация между СА и стримером осуществляется за счет технологии с небольшим потреблением энергии. В данном случае речь идет о NFMI (Near Field Magnetic Induction, магнитная индукция ближнего поля) [1], [2].

Диапазон передачи между передатчиком и приемником находится в международном общедоступном диапазоне частот. Так как именно этот частотный диапазон применяется в очень многих устройствах, был создан метод скачкообразной перестройки частоты, он исключает действие помех. То есть передатчик и приемник обмениваются данными лишь в том случае, когда они меняют частоты в одном и том же ритме и находящиеся по соседству системы, которые используют «скачки» в другом ритме, не мешают обмену данными [3].

Аутентификацию можно реализовать с помощью различных ключей, которые обычно вводятся индивидуально посредством многошаговой процедуры. Устройства, не имеющие возможностей ввода (головные гарнитуры), либо не имеют PIN (персональный идентификационный номер), либо имеют твердо заданный PIN, чтобы препятствовать перехвату данных во время передачи [3].

Профиль пользователя устанавливает характеристики и функции, которые должно иметь устройство Bluetooth, чтобы без помех осуществлять коммуникацию с любым устройством, обладающим таким же профилем. В слуховой индустрии используются три профиля: A2DP, HSP, HFP [4], [5].

Список литературы

1. Технологии ConnectLine – Streamer Pro – режим доступа: <https://www.oticon.com.ru/hearing-aid-users/hearing-aids/accessories/connectline> (дата обращения 26.03.2019).
2. Near Field Magnetic Induction (NFMI): Dreams of Wireless Hearables – режим доступа: <https://www.audioxpress.com/article/near-field-magnetic-induction-nfmi-dreams-of-wireless-hearables> (дата обращения 26.03.2019).
3. Расширение спектра скачкообразной перестройкой частоты (Frequency Hopping Spread Spectrum - FHSS) – <https://www.intuit.ru/studies/courses/1004/202/lecture/5236?page=6> (дата обращения 26.03.2019).
4. Профили Bluetooth - A2DP, AVRCP, FTP, HFP, HSP, BPP, HID – режим доступа: <http://www.technodor.info/2019/03/bluetooth-a2dp-avrcp-ftp-hfp-hsp-bpp-hid.html> (дата обращения 26.03.2019).
5. Технология Bluetooth – режим доступа: <https://studme.org/188985/informatika/tehnologiya/bluetooth> (дата обращения 26.03.2019).

УДК 376.33

СИМВОЛИКА ЯЗЫКА ХИМИИ И АДАПТИРОВАННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ГУИМЦ

Д.Е. Зарубин, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Головной учебно-исследовательский и методический центр»

danilkazarubin@gmail.com

К.А. Звягинцева, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Головной учебно-исследовательский и методический центр»

krestina.zvyagintseva@yandex.ru

Научный руководитель: О.А. Орешкина, старший преподаватель

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

olga_oreshkina@yahoo.com

Язык дисциплины Химии включает следующие компоненты: химическую символику, номенклатуру и терминологию [1]. Химическая символика – это *химические знаки*. Опрос студентов ГУИМЦ, приступающих к изучению химии, показал, что их знания символов элементов периодической системы химических элементов (ПСХЭ) Д.И. Менделеева являются крайне слабыми. Студенты ошибались в названии предъявленных им символов элементов ПСХЭ: В - бор, О - кислород, К –калий, Mg- магний и др. Для помощи студентам ГУИМЦ в освоении химической символики и понимании семантики знаков, авторами была разработана адаптированная версия ПСХЭ, включающая: русскоязычное и латинское названия элементов, корректное прочтение (произнесение) латинских символов, расстановку ударений. Из *химических знаков* составляются: а) *химические формулы* – запись состава вещества с помощью символов химических элементов, числовых индексов и некоторых других знаков; б) *химические уравнения* – запись химической реакции с использованием символов элементов и формул соединений. Для студентов ГУИМЦ авторами выделены особенности записей эмпирических,

стехиометрических, термохимических уравнений, а также уравнений в ионно-молекулярной форме.

Химическая номенклатура – это совокупность названий химических веществ, их групп и классов, правил их составления и прочтения. В международной номенклатуре IUPAC наименование любого вещества однозначно указывает на его состав [2]. Поскольку у слабослышащих людей хорошо развита зрительная память, авторами составлены адаптированные таблицы важнейших классов химических соединений (оксидов, гидроксидов, солей), включающие тривиальные названия соединений с расстановкой ударений, их формулы, а также названия с ударениями по номенклатуре IUPAC.

Химическая терминология – слова, при помощи которых описывают явления и процессы в химии. Специфика языка химии состоит в том, что каждой ее теории (разделу) соответствует своя терминология. Трудности в освоении последней вызваны непониманием студентами смыслового содержания многих терминов и понятий [3]. На основании работы можно сделать выводы, что для успешного изучения химии студентами ГУИМЦ им необходимо знание химической символики, терминологии и номенклатуры. Задача обучения химии слабослышащих студентов требует от преподавателя:

- коррективы учебного материала с учетом их индивидуальных особенностей: базовых знаний по химии, навыков чтения и письма, слухо-речевых навыков и др. [4];
- всевозможной визуализации теоретического материала на доступном студенту уровне – на примере наших таблиц.
- объяснение практического применения химических опытов и их значения.

Список литературы

1. Каримов М.Ф. Символический язык химии и его значение для развития науки и дидактики. Башкирский химический журнал. 2009. Т. 16. № 4. С. 106–110.
2. Химическая номенклатура. Сайт о химии «Химик» Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/2957.html> (дата обращения 18.05.19)
3. Орешкина О.А. Поддержка студентов с нарушением слуха в освоении естественнонаучных дисциплин в техническом вузе в инклюзии // Наука и образование: электронный научный журнал. – 2016. №7. С.315-325. [Электронный ресурс]. URL: <http://technomag.edu.ru/jour/article/view/1012> (дата обращения: 28.05.2019)
4. Орешкина О.А., Гуров А.А. Особенности обучения химии студентов с нарушениями слуха - субъектов адаптированных профессиональных основных образовательных программ бакалавриата в МГТУ им. Н.Э. Баумана // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 4. DOI: 10.17513/spno.27966.

Секция МФ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА

УДК 681.2.084

МИКРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ГИРОСКОП С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ

М.Е. Рулев, студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

maxxim98@yandex.ru

Научный руководитель: В.М. Ачильдиев, к.т.н., с.н.с., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Современный уровень производства микромеханических гироскопов позволил начать разработку оборудования самого различного назначения, при работе с которым необходимо корректно выделять из сигнала исследуемый параметр с минимальными погрешностями.

Микромеханические инерциальные датчики недорогие, меньше и легче по сравнению с аналогичными традиционными, что позволяет решить многие проблемы. В последние годы разработаны принципиально новые микроустройства для автомобильной промышленности, систем навигации и безопасности и других областей.

Большинство исследований в области микромеханических датчиков направлено на снижение их цены, обусловленное совершенствованием технологий проектирования и производства, а также на повышение точности, достигающееся вследствие использования различных методов алгоритмической компенсации внешних и внутренних факторов [1].

Шумовые составляющие в канале измерения микромеханического гироскопа (ММГ) оказывают существенное влияние на достоверность оценки измеренных параметров. При определении погрешностей ММГ важной задачей является определение микроколебаний в процессе работы, сложность измерения которых обуславливается их случайной природой.

Сравнивая отечественные и зарубежные разработки микромеханических датчиков угловой скорости, стоит выделить ММГ с аналоговым выходом ADXRS646, имеющего достаточно большой диапазон рабочих температур и низкую погрешность масштабного коэффициента и смещения нуля по сравнению с аналогами. Поэтому на основе данного гироскопа был разработан макет измерителя угловой скорости (ИУС) для исследований на предмет создания ММГ с цифровым выходом, имеющего минимальные погрешности.

Оценка погрешностей микромеханических датчиков, в частности гироскопов, производится методом вариации Аллана [2] по формуле:

$$\sigma_A^2(\tau) = \left(\sum_{k=1}^{N-1} (A_{k+1}^i - A_k^i)^2 \right) / (2(N-1)), \quad (1)$$

где N – количество измерений, τ – время осреднения, A^i – значение выходного сигнала с осреднением на интервале τ , $\sigma_A^2(\tau)$ – дисперсия случайных угловых скоростей, i – оси ортогональной системы координат X , Y , Z .

Анализ отклонений Аллана ИУС показал, что спектральная плотность шума нулевого сигнала на интервале 1 секунда составляет $(8-9) \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ/\text{с}$, что ниже измеренных значений самого нулевого сигнала, следовательно, в помещении, где проводились измерения, присутствуют внешние возмущения.

Для выявления источников микроколебаний в процессе измерений был проведен спектральный анализ нулевых сигналов ИУС, который показал, что в диапазоне частот от 0 до 50 Гц присутствуют различные внешние воздействия (компрессоры, транспортные средства, работающие станки), при этом систематическая погрешность смещения нуля составила $3,25 \cdot 10^{-2} \text{ }^\circ/\text{с}$, а минимальное значение случайной погрешности смещения нуля в

запуске, одной из составляющих которой является тепловой механический шум, оказалось равным $2,15 \cdot 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Помимо тепловых шумов, ММГ обладают повышенной чувствительностью к температуре и её изменению в процессе работы. Поэтому возникает необходимость определения коэффициентов чувствительности к градиентам температуры и тепловому шуму. Для этого были проведены испытания с ИУС в термокамере, и по полученным данным проводились расчеты по выбору уравнений аппроксимации и вычисления коэффициентов аппроксимации методом наименьших квадратов [3]. В результате определился оптимальный полином аппроксимации с наименьшей погрешностью, который имеет вид

$$\sigma = \sigma_1 T + \sigma_2 \sqrt{T}, \quad (2)$$

где T – температура в Кельвинах. При этом среднеквадратическое отклонение (СКО) аппроксимации составило $2,29 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Также проводились эксперименты по выбору аппроксимирующего полинома по времени, имеющего наименьшую среднеквадратическую погрешность. В результате оптимальный тренд выходного сигнала принял вид

$$\sigma = \sigma_0 + \sigma_1 \tau + \sigma_2 \sqrt{\tau}, \quad (3)$$

а его СКО составило $3,24 \cdot 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Список литературы

1. Ачильдиев В.М., Грузевич Ю.К., Солдатенков В.А. Информационные измерительные и оптико-электронные системы на основе микро- и наномеханических датчиков угловой скорости и линейного ускорения. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. 264 с.
2. Кутовой Д.А., Ситников П.В. Некоторые практические вопросы использования вариации Аллана при исследовании бесплатформенного инерциального блока // Навигация и управление движением: материалы XV конференции молодых ученых. СПб.: ЦНИИ «Электроприбор», 2013. С. 246-252.
3. Литвин М.А., Малюгина А.А. [и др.]. Типы ошибок в инерциальных навигационных системах и методы их аппроксимации // Информационные процессы. 2014. Т. 14. № 4. С. 326-339.

УДК 004.942

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОЙ ПО БЫСТРОДЕЙСТВИЮ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

А.Д. Жаров, студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

sorinzharov97@mail.ru

Научный руководитель: А.А. Шлопак, к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

shl.shlopak@yandex.ru

Вопрос нахождения оптимального по быстродействию управления линейным объектом при наличии ограничения на управление наилучшим образом решается с использованием принципа максимума Понтрягина [3]. Пусть задана передаточная

функция $W(s) = \frac{k}{(Ts+1)s}$. Таковую передаточную функцию имеет, например, летательный

аппарат по каналу крена на некоторых из режимов полёта [2]. Управление ограничено $|u| \leq u_0, u_0 > 0$. Необходимо перевести объект из начального состояния $x_0 = x(0); \dot{x}_0 = \dot{x}(0)$ в конечное состояние $x_k = x(T) = 0; \dot{x}_k = \dot{x}(T) = 0$ за минимальное время T^* , которое обеспечивается при оптимальном управлении $u^*(t)$, являющимся по

виду кусочно-постоянной функцией, принимающей лишь два значения $(+u_0)$ и $(-u_0)$ и имеющей при объекте второго порядка с вещественными корнями не более одного переключения [1].

Уравнение релейного элемента можно записать так:

$$u = u_0 \operatorname{sign} \sigma(x, \dot{x}).$$

На основе дифференциального уравнения, записанного в нормальной форме Коши, рассмотрим вспомогательную вектор-функцию, компоненты которой $\psi_1(t), \psi_2(t)$ удовлетворяют сопряжённым уравнениям:

$$\frac{d\psi_i}{dt} = - \sum_{v=1}^2 \frac{df_v}{dx_i} \psi_v, \quad i=1, 2,$$

$$\text{где } f_1 = x_1, f_2 = -\frac{x_2}{T} + \frac{ku}{T}.$$

Составляем функцию:

$$H_1 = \sum_{i=1}^2 f_i \psi_i = \psi_1 x_2 + \psi_2 \left(\frac{ku}{T} - \frac{x_2}{T} \right). \quad (1)$$

Оптимальное управление u^* максимизирует функцию (1):

$$u^* = u_0 \operatorname{sign} \psi_2 = u_0 \operatorname{sign} (C_1 T + C_2 e^{\frac{t}{T}}).$$

Поскольку функция $\psi_2(t)$ меняет знак не более одного раза, то из этого и следует, что функция $U^*(t)$ имеет не более двух интервалов постоянства.

Далее получим общее решение дифференциального уравнения:

$$x_1 = -Tx_2 - Tku \ln|x_2 - ku| + C,$$

где C – постоянная интегрирования.

Поэтому уравнение оптимальной линии переключения имеет следующий вид:

$$\mathcal{H}(\dot{x}) = \mathcal{H}(x_2) = Tx_2 - \operatorname{sign} x_2 Tku_0 \ln\left(1 + \frac{|x_2|}{ku_0}\right).$$

И, следовательно, получаем функцию переключения:

$$\mathcal{H}(x, \dot{x}) = - \left| x + T\dot{x} - (\operatorname{sign} \dot{x}) Tku_0 \ln\left(1 + \frac{|\dot{x}|}{ku_0}\right) \right|.$$

Она обеспечивает переключение управления на линии и отрицательный знак обратных связей по переменным $x, \dot{x}$ в замкнутой системе управления. Результаты моделирования в среде MATLAB (Simulink) показали работоспособность синтезированной системы.

Список литературы

1. Земляной Г.Ф. Оптимальные по быстродействию системы управления. М.: Изд-во МГУЛ, 2005. 31 с.
2. Пупков К.А., Егупов Н.Д. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебн. в 5 т.; 2-е изд., перераб. и доп. Т.4: Теория автоматизации систем автоматического управления. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 744 с.
3. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М: Изд-во «Наука», 1976. 392 с.

УДК 654.16**МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОЗАЩИЩЁННОСТИ КАНАЛОВ
УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Р.О. Максимов, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

lm.r.ol@ya.ru

Научный руководитель: А.Н. Дмитриев, к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

В данной работе рассмотрены методы повышения помехозащищённости каналов управления летательных аппаратов. Один из применяемых способов повышения помехозащищённости представляет собой увеличение отношения сигнал/помеха за счет увеличения мощности передатчика. Повышение мощности передачи сопровождается усилением мешающего действия данного канала на другие и существенным ростом сложности и стоимости оборудования [1]. Важным способом повышения помехозащищённости каналов передачи является рациональный выбор вида модуляции сигналов. Применяя виды модуляции, обеспечивающие значительное расширение полосы частот сигнала, можно добиться повышения помехозащищённости. Использование специальных кодов способствует уменьшению вероятности искажения и увеличению корректирующих свойств кодовых комбинаций. Такой способ кодирования связан с введением в код дополнительных избыточных символов, что сопровождается увеличением времени передачи или частоты передачи символов кода.

Широкополосные сигналы способствуют выгодному распределению спектра и уменьшает вероятность искажения передачи [2]. Применение линейной частотной модуляции изменяет частоту внутри импульсов по линейному закону, их практическая значимость заключается в возможности существенного сжатия сигнала при приеме с увеличением его амплитуды над уровнем помех. Использование прыгающей частоты вынуждает постановщика помех распределять мощность по всему тракту, что позволяет добиться выгодного отношения сигнал/помеха. Пространственно временная обработка дает возможность направить максимум мощности приемника на прием полезного, а не помехового сигнала [3].

Каждый из способов в отдельности способствует повышению помехозащищённости каналов передачи информации в автоматизированных системах управления подверженных воздействию преднамеренных помех со стороны противника. Кроме того возможно комплексное использование этих методов, что позволяет обеспечить требуемый уровень помехозащищённости в условиях радиоэлектронной борьбы.

Список литературы

1. Гойхман Э.Ш., Лосев Ю.И. Передача информации в АСУ. М.: Изд-во «Связь», 1976. 275 с.
2. Куприянов А.И., Сахаров А.В. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы. М.: Изд-во «Вузовская книга», 2007, 350 с.
3. Цветнов В.В., Демин В.П., Куприянов А.И. Радиоэлектронная борьба: радиомаскировка и помехозащита. М.: Изд-во «МАИ», 1999. 239 с.

УДК 681.3.06

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ СО СОСРЕТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ МЕТОДОМ СТРУКТУРНЫХ ГРАФОВ

Д.С. Ляпин, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Wagner.lav@mail.ru

Научный руководитель: Р.С. Федорчук, к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Космический»

Рассматривается внедрение в учебный процесс новой более прогрессивной методики составления математических моделей динамических систем в формате структурных графов.

Сигналы в физических системах было предложено разделить на два класса: сигналы-потенциалы и сигналы-потоки. Было введено понятие композиции схемы и предложено виртуально собирать электрическую схему, начиная с элементарной схемы с одним элементом. При виртуальной сборке были введены две операции наращивания схемы: операция шунтирования и операция врезки.

Идея заключается в том, что при виртуальном наращивании схемы можно параллельно рисовать (или собирать) структурный граф по специально выработанным правилам. Проблема заключается в том, что на операции сборки схемы, т.е. на операции врезки и на операцию шунтирования есть ограничения: ёмкость можно только врезать; индуктивностью можно только шунтировать.

На резистор ограничений нет – резистор можно врезать и резистором можно шунтировать.

По этой причине порядок сборки схемы (или логистика сборки) должен быть заранее продуман, чтобы избежать тупиковой ситуации.

В зависимости от порядка сборки схемы получаются различные по топологии графы, но все они математически тождественны между собою, будь-то по передаточным функциям, по матричному формату Коши или по отдельно взятой переменной.

Большим стимулом для этой работы стало появление программного продукта Simulink (на базе Matlab), который численно решает систему дифференциальных уравнений в формате структурного графа. В сочетании с MathCAD ручной труд по составлению и отладке математической модели физической схемы сокращается в разы, но интеллектуальная нагрузка возрастает (логистика сборки, формулы Мейсона для сложных графов).

Разработан пилотный проект лабораторных работ по электротехнике для исследования и моделирования электрических схем из 2–6 элементов.

Список литературы

1. Федорчук Р.С. Математическое моделирование электрических и механических систем: учебн. пособие. М.: МЛТИ, 1989, 108 с.
2. Федорчук Р.С. Моделирование нелинейных систем управления: учебн. пособие. М.: МЛТИ, 1989.
3. Федорчук Р.С. Формальное построение математических моделей простых физических схем с помощью сигнальных графов // Науч. тр. Моск. лесотех. ин-та. 1990. Вып. 238. С.7-23.

УДК 681.3.06**УПРАВЛЕНИЕ РАСХОДОМ ЖИДКОСТИ ОТ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ДАТЧИКА**

С.С. Заруба, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

prosto.sofik@gmail.com

Научный руководитель: Р.С. Федорчук, к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Космический»

Предложены варианты синтеза резервных систем автоматического управления на случай отказа основного датчика, в данном случае – датчика расходомера.

В качестве объекта управления рассматривается водопровод с тремя клапанами и двумя последовательными резервуарами, во втором из которых требуется регулировать технологический расход, управляя насосом, закачивающим жидкость в первый резервуар.

В качестве решения проблемы в аварийной ситуации предлагается использовать альтернативные датчики, измеряющие другие переменные структурного графа объекта управления.

Измеренная альтернативным датчиком информация обрабатывается специальным алгоритмом (наблюдателем), в результате чего определяются параметры состояния объекта управления (переменные на выходах интеграторов). В свою очередь, информация о параметрах состояния позволяет синтезировать альтернативную систему управления с модальным управлением, которое особенно удобно для цифровых систем.

Была синтезирована резервная система автоматического управления одной переменной (расходом жидкости из второго резервуара) по информации с альтернативного датчика другой переменной, принадлежащей одному и тому же структурному графу объекта управления и обладающей математическим свойством наблюдаемости.

В качестве альтернативных датчиков предлагалось выбрать один из следующих двух вариантов:

- датчик давления на выходе насоса;
- датчик уровня жидкости в одном из двух резервуаров.

Первый вариант оказался предпочтительнее. На его основе была синтезирована и успешно промоделирована альтернативная система управления расходом.

Список литературы

1. Моделирование динамики линейных объектов управления: практикум. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2012. 32 с.
2. Синтез аналогового модального регулятора: практикум. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2012. – 31 с.
3. Есаков В.А., Дудко В.Г Основы теории автоматического управления: учебн. пособие. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2013. 64с.

УДК 621.37**СИСТЕМА ВЫСОКОЧАСТОТНОГО РАЗРЯДА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОДЛОЖКИ**

А.А. Андросюк, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

diadia.yzhik@yandex.ru

А.Л. Сербинов, студент

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Космический»

diadia.ejik@yandex.ru

Т.А. Мазаева, студент

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Космический»

Tanya_Mazeva17@mail.ru

А.Н. Посевин, студент

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Космический»

sasha_posevin@mail.ru

Научный руководитель: Н.П. Полуэктов, д.т.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

poluekt@mgul.ac.ru

Разработан источник высокочастотного (ВЧ) разряда. Данный разряд используется для очистки металлических и диэлектрических подложек, применяемых при осаждении тонких пленок. Система состоит из задающего генератора, предусилителя и лампового усилителя. На выходе системы на подложку подается отрицательное напряжение до 300 В и мощностью 300 Вт. Данная система применяется так же в предионизации основного разряда и создании ускоряющего напряжения для ионов вблизи подложки.

При плазменном осаждении тонких (0,1–1 мкм) пленок большое влияние на качество получаемых пленок имеет чистота поверхности. Наличие примесей на подложке оказывает негативное влияние на адгезию пленки, а также на другие физические и электрические характеристики.

Кроме того, качество получаемых пленок зависит от энергии приходящих на подложку атомов и ионов. Подавая отрицательное напряжение порядка сотен вольт на подложку, можно ускорять приходящие ионы металла и получать пленки с более высокой плотностью и адгезией. В случае если подложка из изолирующего материала, то постоянное отрицательное напряжение не даст эффекта, так как накопленный положительный заряд будет препятствовать дальнейшему ускорению ионов. В этом случае необходимо подавать переменное напряжение, в результате чего средняя линия синусоиды смещается в отрицательный потенциал (напряжение смещения).

В лаборатории кафедры физики МФ МГТУ имеется плазменная установка – магнетрон с полым катодом (МПК), для осаждения пленок металлов и их соединений (оксидами и нитридами) [1]. Особенностью разряда МПК, работающего в режиме мощных импульсов тока (HiPIMS), является высокая концентрация плазмы (более 10^{12} см⁻³) при давлении 1 – 10 мТорр вплоть до расстояния 30 см от выходного сечения магнетрона. При таких характеристиках плазмы атомы металла, вылетающие из катода-мишени, имеют большую вероятность ионизоваться на их пути от мишени к подложке. Тогда ионы металла можно ускорять напряжением, подаваемым на подложку. Установки на основе данного разряда широко применяются за рубежом при создании современных УБИС.

Катод магнетрона выполнен в виде закрытого с одного конца цилиндра (диаметр – 14 см, длина – 11 см), изготовленного из меди и охлаждаемого водой. В него можно вставлять цилиндрические мишени из различных металлов.

Источник мощных импульсов, разработанный в нашей лаборатории, имеет напряжение до 900 В, максимальный ток 150 А, длительность импульса 50 – 350 мкс, частота 100 Гц.

На держатель подложек подается высокочастотный разряд (ВЧ) с помощью источника, описание которого приводится ниже.

Генератор синусоидальных напряжений Г4-102А настроенный на промышленную частоту 13,56 МГц, выдает синусоиду с амплитудой 1В. Сигнал с генератора поступает на предусилитель мощностью 15 Вт, который повышает напряжение до 17 В, и далее на ламповый усилитель. Усилитель собран на удвоенной лампе ГУ-29 [2, 3]. Он усиливает сигнал до мощности в 300 Вт, максимальная амплитуда равна напряжению питания лампы 650 В. Регулируемые предусилитель и ламповый усилитель изготовлены авторами. Сигнал с усилителя подается на подложкодержатель через антенный тюнер MFJ-989D, который служит для согласования нагрузки главного генератора и уменьшения отраженных волн.

Данная система испытана и показала устойчивую работу на плазменной установке.

Список литературы

1. N.P. Poluektov, Yu.P. Tsar'gorodsev, I. Usatov, A.G. Evstigneev. Energy flux to the substrate in a magnetron discharge with hollow cathode//Thin Solid Films. 2017. V. 640, P. 60-66.
2. И.Л. Зельдин, В.Г. Марцын, В.В. Моргун, В.Г. Трясоруков. Ламповые усилители ВЧ. Теория и практика. Харьков: Изд-во «Торнадо», 2001. – 144 с.
3. Д.А. Климов. Ламповые усилители. Методика расчета и конструирования. М.: Изд-во «Радио и связь», 2002. 88 с.

УДК 004.942

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ПРИБОРА, ИСПЫТЫВАЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ УДАРОВ И СЛУЧАЙНЫХ ВИБРАЦИЙ

И.Г. Зайцев, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

ivangeorgievich@outlook.com

Научный руководитель: О.Н. Новоселов, д.т.н., профессор

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

Современные технологии позволяют проектировать виртуальные 3D модели изделий, производить расчеты на устойчивость к внешним воздействующим факторам, делать выводы о необходимости дальнейших улучшений и целесообразности производства.

Инструментами для решения конструкторских проблем являются системы автоматического проектирования, такие как: Ansys, АСОНИКА, КОМПАС-3D, SolidWorks, Solid Edge, Pro-Engineer (Pro-E) [1].

Для проведения виртуальных испытаний, с возможностью задания всех необходимых параметров, наиболее пригодной выбрана система автоматического проектирования ANSYS, позволяющая получить наиболее полную информацию при воздействии на конструкции ударов и случайных вибраций, однако данная система создана исключительно для проведения виртуальных испытаний и не позволяет создавать виртуальные модели. Для создания виртуальной модели прибора был использован пакет SolidWorks, позволяющий сохранять виртуальные модели в формат, поддерживаемый системой автоматического проектирования ANSYS, обладающий набором необходимых функций [2].

Перед проведением виртуальных испытаний модель прибора упрощается: убираются крепежные и мелкие детали; поверхности проверяются на наличие зазоров,

соприкосновений, пересечений. Производится импортное виртуальное моделирование сборки прибора в систему автоматического проектирования ANSYS.

Для каждой детали задаются собственные материалы, указываются места, в которых могут происходить смещения, указываются точки на местах крепления плат, выводах разъёмов для последующих расчетов виброускорений в заданных точках.

Находятся собственные частоты конструкции в пределах от 0 до 2000 Гц на жесткозакрепленном приборе. Согласно ОСТ 92-5100-2002 конструкция аппаратуры в целом и ее конструктивные элементы не должны иметь механических резонансов на частотах до 40 Гц.

Расчет воздействия случайных вибраций начинается с установки необходимых параметров исследования: спектральной плотности виброускорения, времени и направления воздействия случайных вибраций. Результатом расчета являются значения виброускорений в ранее заданных точках крепления плат, [3].

Расчет воздействий ударных нагрузок начинается с установки необходимых параметров исследования: ускорение ударной нагрузки, времени и направления воздействия ударной нагрузки. Результатом расчета являются значения виброускорений в ранее заданных точках, изображение распространения напряжения в конструкции [3].

В результате виртуальных испытаний было выявлено, что конструкция прибора не имеет резонансов на частотах до 40 Гц.

При моделировании воздействия случайной вибрации:

- максимальные расчетные значения напряжений, возникающих в элементах конструкции, не превышают 9.7 МПа;

- максимальные расчетные значения ускорения на соединителях 9,22 g, что не превышает допустимых значений.

При моделировании воздействия одиночного удара:

- максимальные расчетные значения ускорения элементов конструкции не превышают 280 g;

- максимальные значения напряжений, возникающих в местах крепления корпуса – 190 МПа, что в 2,47 раза меньше предела прочности материала корпуса;

- максимальные расчетные значения ускорения на соединителях – 194 g, что не превышает допустимых значений и имеет запас 2,58.

В ходе выполненной работы с помощью систем автоматического проектирования была спроектирована виртуальная модель прибора, выдерживающая заданные в ТЗ нагрузки от ударов и случайных вибраций.

Список литературы

1. Обзор современных систем автоматизированного проектирования. Режим доступа: <http://bourabai.kz/graphics/dir.htm> (дата обращения 20.04.2019).
2. РД 250-680-88 «Методические указания. Автоматизированные системы. Основные положения».
3. Аверченков В.И., Казаков Ю.М. Автоматизация проектирования технологических процессов: учебн. пособие. М.: Флинта, 2011. 227 с.

УДК 004.942

КОМПЬЮТЕРНЫЙ СИНТЕЗ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТУРБУЛЕНТНОГО СЛЕДА МАЛОЗАМЕТНОГО ОБЪЕКТА

А.С. Самсонов, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

samsonov_11@mail.ru

Научный руководитель: О.Н. Новоселов, д.т.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Малозаметный объект – это объект, созданный по технологиям малозаметности, который плохо видим или слабо различим для радиолокационных средств обнаружения. Эти технологии успешно применяются в сухопутных войсках, на флоте, в ракетостроении, а также в авиации, где ряд малозаметных технологий включены в конструкцию последних советских и новых российских самолетов. На сегодняшний день одной из основных задач радиотехнических войск является обнаружение летательных аппаратов (ЛА), созданных по технологиям малозаметности. Под этими технологиями подразумевают комплекс технических решений, в результате которых уменьшается уровень сигналов, поступающих от объекта на радиолокационные станции. Такой эффект достигается за счет особенностей проектирования «объекта-невидимки», а вследствие этого его низкой способности рассеивать электромагнитную волну – эффективная площадь рассеяния. [1]

Все особенности технологий малозаметности в совокупности позволяют получить ЛА практически «невидимый» для радаров и систем обнаружения противника. Однако, несмотря на то, что малозаметный объект создавался для невидимости радиолокационным станциям, его все равно можно распознать.

Как и всякий предмет, «объект-невидимка» своим присутствием в воздушном пространстве влияет на окружающую среду. Одним из основных таких влияний на среду являются остаточные вихревые потоки, образующиеся позади летящего самолета. Как раз за счет этого явления одним из перспективных методов обнаружения «самолета-невидимки» может стать метод обнаружения по воздушным вихрям (вихревым потокам), так как ранее никто не рассматривал эту тематику и связана она с аэродинамическими свойствами ЛА – характеристиками движения объекта в воздухе.

Чтобы оценить возможность обнаружения этим методом, необходимо провести натурные или модельные физические эксперименты и измерить параметры воздушного следа объектов, созданных по технологиям малозаметности. Для таких целей можно воспользоваться общедоступным программным обеспечением SolidWorks с дополнением Flow Simulation – одним из инструментов анализа течений жидкостей и газов.

С помощью инженерных чертежей создаем компьютерные 3D-модели известных разработок технологий малозаметности, например таких, как F-117 и B-2. Воспользовавшись чертежами с сечениями, можно на порядок упростить процесс построения и получить при этом более точную и реальную 3D-модель.

Далее создаем виртуальный приборный комплекс для синтеза и измерения параметров воздушных вихрей: 1) создаем проект (выбираем систему единиц измерения, обозначаем тип задачи и базовую ось, задаем текучую среду «воздух», задаем материал ЛА «алюминий», выставяем необходимую скорость и температуру потока, а также температуру ЛА); 2) корректируем расчетную область с учетом пространства, необходимого для рассмотрения воздушных потоков (длину для всех моделей задаем равную 20 м) и запускаем расчет; 3) по завершении расчета, задаем данные отображения картины (в результатах проекта выбираем «траектории потока», отмечаем поверхности, задействованные в испытании, выбираем отображаемый на модели параметр «скорость»,

задаем вид и частоту отображения потоков). Таким образом, получаем изображения траекторий воздушных потоков.

Далее выводим габаритные размеры моделей и их воздушных потоков, а именно Д (длину), Ш (ширину) и В (высоту):

F-117: Д = 1,17 м; Ш = 0,78 м; В = 0,13 м;

потоки F-117: Д = 18,83 м; Ш = 0,85 м; В = 0,73 м;

В-2: Д = 0,47 м; Ш = 1,15 м; В = 0,08 м;

потоки В-2: Д=19,53 м; Ш=1,2 м; В=0,4 м.

Из полученных данных выводим коэффициент увеличения заметности ЛА (КУЗ), являющийся отношением параметра потока ($X_{\text{потока}}$) к параметру ЛА ($X_{\text{ЛА}}$):

$$\text{КУЗ}_X = \frac{X_{\text{потока}}}{X_{\text{ЛА}}} \quad (1)$$

F-117: КУЗ_Д = 16,1; КУЗ_Ш = 1,09; КУЗ_В = 5,61;

В-2: КУЗ_Д = 41,55; КУЗ_Ш = 1,04; КУЗ_В = 5.

Из полученных данных можно сделать вывод, что КУЗ каждого параметра по своему уникальны. КУЗ_Ш ЛА мало чем отличаются друг от друга, а вот КУЗ_Д и КУЗ_В имеют серьезные расхождения. По этим данным можно судить о неординарности турбулентных следов малозаметных объектов.

В ходе выполненной работы с помощью программного обеспечения SolidWorks Flow Simulation был создан виртуальный приборный комплекс для синтеза и измерения параметров воздушных вихрей 3D-моделей малозаметных объектов, измерены параметры турбулентных следов и получены оценки повышения заметности.

Список литературы

1. Почему технологии «стелс» зашли в тупик? Режим доступа: <http://www.yaplakal.com/forum2/topic1377146.html> (дата обращения: 18.11.2017).

УДК 004.04

ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ

А.Н. Шестов, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Andrey.shestov@yandex.ru

Для увеличения производительности обработки сигналов без помех применяются цифровые фильтры всех частот и режекторный фильтр. Главное направление: блок фильтрации, снижающий помехи обнаруженного электрокардиосигнала.

В настоящее время хорошо прогрессируют способы начальной обработки биосигналов, определяющие состояние организма человека на первых стадиях заболевания. Чаще всего эти сигналы не стационарные.

Сегодня процесс компьютерной обработки и анализа электрокардиосигнала (ЭКС) сложилась в область науки со своими направлениями. Задача определения нужного сигнала на фоне огромного комплекса помех – главная при проведении электрокардиологических исследований.

Искажения в электрокардиологическом сигнале (ЭКС) усложняют его анализ и выявление диагностики. Сложность при решении данной задачи заключается в подборе фильтров для избежания ряда артефактов и оптимизации алгоритмов. Типичная ЭКГ нормального сердечного ритма: Р – волна, комплекс QRS, Т – волна и U-волна, видна в 60 – 85 % электрокардиограмм [2]. Также, ЭКС искажают 4 вида помех (в основном): сетевая помеха, дрейф изолиний, артефакты движений электродов и мышечный тремор.

На данный момент созданы многие алгоритмы решения задачи [3], но во многих присутствует проблема – в блоке фильтра нужный сигнал меняет форму, усиливается

шум, это смещает компоненты кардиограммы и уменьшает точность определения ЭКС. Для решения этого недостатка предлагается формирование каскадно-соединенных фильтров.

Из-за сложностей структур и составных частей на фильтре точность определения кардиоцикла падает и заметно упрощение вершин желудочкового комплекса QRS. В нашем исследовании обработка и определение сигнала идёт через ряд фильтров с некоторыми частотными диапазонами и заранее синтезированным сигналом. Набор фильтров состоит из каскадно соединенных низких, высоких и режекторных фильтров с обратной связью.

Компьютерный анализ требует устранения из определяемой ЭКГ всех помех при процессе записи.

Форма амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) сигнала и фильтра снижает влияние периодических, высокочастотных и низкочастотных помех и ослабляет дрейф изоэлектрической линии.

Для подавления высокочастотных, низкочастотных помех и для помехи промышленной частоты применяются соответствующие фильтры.

Дальнейший шаг для обработки определения ЭКС – создание фильтров. Для этого определяется передаточная функция, порядок, частота дискретизации, полоса пропускания фильтра. При не зашумлённом сигнале обработка и определение осуществляется с помощью программного продукта Matlab/Simulink. При тесте 2 ЭКС: калибровочного и аномального проверяется работоспособность метода. Опираясь на статистические данные и зависимость сигнал/шум, обработанные и определённые сигналы сравниваются.

Результативность обработки аномального сигнала по типу тахикардии получают при сравнении эталонного, зашумленного, отфильтрованного и аномального калибровочного ЭКС.

Для сравнения результативности этого способа нужно просчитать до и после фильтрации статистических данных среднеквадратическую ошибку и дисперсию сигнала, отношение сигнал/шум и частотный спектр.

Наблюдая за показателями в начале и конце фильтрации ЭКС, статистические значения после фильтрации в два раза меньше устанавливаются.

Чем выше зависимость сигнал/шум, тем лучше.

Использование этой методики для обработки ЭКС устойчивой к помехам решит проблему повышения качества подавления помех и точности нахождения QRS комплексов, это подтолкнет к созданию системы мониторинга нового поколения.

Список литературы

1. Basak D., Nishanth P.V., Paily R.P. A low noise preamplifier and switched capacitor filter for heart-rate detection // International Conference on Advanced Electronic Systems. 2013. P. 185–187.
2. Makesheva K.K., Altay E.A. Noise-resistant processing of electrocardiosignal in MATLAB // European Journal of Scientific Research, Paris, 2016, Volume 2, Issue 1, p. 899-902.
3. Mahesh S.H., Agarbala R.A. Design and implementation of digital FIR equiripple notch Filter on ECG signal for removal of power line interference // Wseas transactions on signal processing. 2008. № 4. P.222-229.

УДК 004.312.4

УСТРОЙСТВО РЕГИСТРАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ ЭКБ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

М.Р. Ермолов, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

mixermolov@yandex.ru

В современном мире чрезвычайно широко распространены испытания во всех сферах производства. Требования к качеству продукции постоянно повышаются. Для получения информации о качестве изделий на всех стадиях жизненного цикла пользуются испытаниями и техническим контролем.

Работа, проводимая испытательной лабораторией, отражается в правовых документах (протоколах), показывающих результаты испытаний и другую относящуюся к ним информацию.

Механические испытания являются одними из самых востребованных видов испытаний ЭКБ. Основными механическими нагрузками, которым могут подвергаться ЭКБ в эксплуатационных условиях, являются ударные, вибрационные и линейные [1].

Документирование результатов – важная составляющая мониторинга проведения испытаний. Однако не вся информация может быть зафиксирована наблюдателем. Например, при подключении к объекту испытаний источника питания с вольтметром, не всегда возможна фиксация скачка напряжения во время механического воздействия (вибрации или удара) [3].

В связи с этим предложено автоматизировать процесс регистрации испытаний путём использования многоканального USB-самописца МРД420.6Г (USB регистратор данных) модуля регистрации и хранения данных.

USB-самописец может быть использован для регистрации различных электрических и неэлектрических параметров: напряжения, тока, температуры, давления, уровня, скорости и пр. (при наличии соответствующих датчиков). Результаты измерения передаются на персональный компьютер, где могут быть выведены на графики и сохранены в файл.

Прибор имеет 6 независимых измерительных каналов.

Разрешение АЦП каждого канала – 10 бит (1024 "деления").

Максимальная частота выборок входного сигнала для каждого канала прибора – около 2 кГц.

Каждый канал гальванически развязан от остальных каналов и от "компьютерной" части устройства, напряжение развязки 400 В.

Каждый канал имеет независимый делитель напряжения на входе, который позволяет перестраивать шкалу измерения от 0...+1.1 В до 0...+420 В.

Питание прибора осуществляется через USB-интерфейс от компьютера.

Благодаря наличию шести независимых гальванически развязанных входных каналов, появляется возможность подключать входные каналы USB-самописца в самые разные точки исследуемой схемы, не заботясь об уровнях сигналов относительно земли (общей точки).

Для получения, обработки и сохранения результатов измерений, получаемых с помощью многоканального USB-самописца, предусмотрено специальное программное приложение для компьютера – компьютерный интерфейс.

Основное назначение компьютерного интерфейса – это получение от USB-самописца потока данных, их обработка и сохранение результатов измерений в файл с заданным периодом времени. Данные из файла результатов могут быть загружены в различные программы, например Microsoft Excel, где по ним могут быть построены различные характеристики, выполнены необходимые вычисления и пр.

В результате анализа существующего процесса регистрации результатов испытаний была выявлена возможность автоматической регистрации данных с отображением их, как в режиме реального времени, так и в записи в виде графиков, таблиц, текстовых файлов при включении в схему испытательного стенда 6-канального USB-самописца регистратора данных.

Дополнительно появляется возможность регистрации кратковременных отказов, их характер, количество, время возникновения в процессе проведения испытаний.

Использование 6-канального USB-самописца регистратора данных в схеме испытательного стенда существенно расширяет функционал испытательной лаборатории, исключает человеческий фактор при проведении испытаний и регистрации данных.

Подобное расширение функционала испытательного центра позволит значительно увеличить скорость и качество проведения испытаний.

Список литературы

1. ГОСТ 16962-71 «Изделия электронной техники и электротехники. Механические и климатические воздействия. Требования и методы испытаний»
2. ГОСТ Р ИСО 9000-2008 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь»
3. ГОСТ Р 56648-2015 «База электронная компонентная для ракетно-космической техники. Входной контроль и дополнительные испытания. Общие положения»

УДК 62

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ КАМЕРЕ

С.Н. Зотов, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

serega.zotoff2011@yandex.ru

Испытания на воздействие солнечного излучения проводят для проверки сохранения внешнего вида изделий или их отдельных деталей, узлов и материалов, а также их параметров после воздействия солнечного излучения.

Основными параметрами, характеризующими воздействие солнечной радиации, являются: спектральное распределение энергии излучения, а также интенсивность излучения или поверхностная плотность потока энергии излучения.

Испытание на воздействие солнечного излучения – дорогостоящий и востребованный вид испытаний, как для ЭКБ, так и для РЭА. [1]

Имеющаяся в испытательном центре камера Thermotron SLE-60 не позволяет проводить такие испытания, так как технические характеристики (температура и интегральная плотность потока излучения) не соответствуют требованиям отечественных стандартов.

Для создания условий, соответствующих ГОСТам требовалось написать ТЗ для проведения модернизации и обоснование модернизации и разработать метод контрольных испытаний модернизированной камеры на соответствие ТЗ.

Модернизация камеры заключалась в установке нового источника излучения с более широким спектром, как в инфракрасном, так и в ультрафиолетовом излучении (ширина полосы 0,28-0,30 мкм); применено более точное устройство измерения температур (погрешность точности поддержания рабочей температуры, °C ± 1,0).

После выполнения мероприятий по дооснащению данной камеры (Thermotron SLE-60) приобретенные технические характеристики позволили реализовать весь перечень методов испытаний на воздействие солнечного излучения.

С использованием нормативных документов была разработана методика контрольных испытаний модернизированной камеры на соответствие ТЗ. [2]

Метод проведения испытаний заключается в следующем.

1. Испытания проводят с учетом требований изложенных в нормативных документах.

2. Время воздействия выбирается из следующих режимов: при циклическом режиме облучения (8 + 16) ч; при циклическом режиме облучения (20 + 4) ч; при постоянном режиме облучения.

Длительность испытания рекомендуется выбирать из ряда: 3; 10; 56 суток (циклов) в зависимости от цели испытания.

Конкретное время воздействия указывается в нормативных документах на проведение испытания.

3. Изделия выдерживают в нормальных климатических условиях в течение времени, установленного в отечественных стандартах.

4. Перед испытанием проводят визуальный осмотр изделия и измерение его параметров, которые указаны в прилагаемом документе – критерии годности. Так же может быть выполнен функциональный контроль изделия (до испытания, во время и после).

5. Изделие помещают в камеру и устанавливают в соответствии требованиями заказчиков испытаний. Как правило, располагают их таким образом, чтобы наиболее уязвимые детали (изготовленные из органических материалов или имеющие органические покрытия) были обращены к источникам излучения, а также исключалась возможность экранирования источника излучения или отраженного излучения.

6. Включают источники излучения, после чего температуру в камере (в тени) устанавливают так, как прописано в требованиях заказчика.

Интегральная поверхностная плотность потока излучения должна быть равна $1120 \text{ Вт/м}^2 \pm 10 \%$ (в том числе поверхностная плотность потока ультрафиолетовой части спектра $68 \text{ Вт/м}^2 \pm 25 \%$).

7. Изделия подвергают облучению, после чего источники облучения выключают.

8. После завершения изделия извлекают из камеры, проводят визуальный контроль и сравнивают с изделиями, не подвергавшимися облучению, а также измеряют параметры-критерии годности, указанные в стандартах, ТУ на изделия и ПИ [3].

Предложенная методика и модернизированная климатическая камера, позволяет проводить испытания в соответствии со всеми требованиями ГОСТ 20.57.406-81.

Список литературы

1. Федоров В.К., Сергеев Н.П., Кондрашин А.А. Контроль и испытания в проектировании и производстве радиоэлектронных средств. М.: Техносфера, 2005. 502 с.
2. Формуляр климатической камеры Thermotron SLE-60.
3. Техническое задание на модернизацию климатической камеры Thermotron SLE-60.

УДК 004.3

МОДУЛЬ ВВОДА-ВЫВОДА С ПОДДЕРЖКОЙ ПРОТОКОЛА MODBUS RTU/ASCII

С.В. Мухин, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

sergeymukhin31@mail.ru

Научный руководитель: П.А. Тарасенко, к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Автоматизация различных инженерных систем зданий – одно из актуальных направлений технического прогресса. К таким системам относят – холодное и горячее

водоснабжение, системы водоотвода, системы вентиляции и кондиционирования, обогрева. Автоматизация данных систем является решающим фактором в улучшении условий труда.

Модуль ввода–вывода – устройство, используемое для связи программируемого логического контроллера с внешним миром. Использование модулей ввода–вывода позволяет строить гибкую и эффективную систему, при наименьших финансовых затратах.

Модуль состоит из следующих функциональных блоков:

1. Микроконтроллер. Обеспечивает работу с сетью RS485 по протоколу ModBus; измерение аналоговых величин, контроль замыкания дискретных входов, фильтрация полученных данных, индикация светодиодами, управление оптореле и транзисторными ключами.

2. Преобразователь питания питает микроконтроллер и создает подтягивающее напряжение для дискретных входов. Он позволяет модулю использовать широкий диапазон напряжений.

3. Драйвер RS485 согласует сеть RS485 с приемопередатчиком EUSART микроконтроллера.

4. Дискретные входы согласуют внешний ввод дискретных сигналов с портами микроконтроллера.

5. Дискретные выходы. Данный функциональный блок представляет собой транзисторные ключи, коммутирующие питание прибора и набор оптореле.

6. Светодиоды. Отображают работу дискретных выходов, состояние дискретных входов и информацию о работе прибора.

Список литературы

1. Datasheet микроконтроллера PIC18F6622. Документация Microchip. Режим доступа: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39646c.pdf> (дата обращения 05.05.2019)

УДК 004.42

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ИНТЕГРАЦИИ В СТОРОННИЕ ОКНА WINDOWS С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРЕЙМВОРКА ELECTRON

А.С. Королев, студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

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

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

При разработке и отладке приложений, а также при исследовании поведения чужих программ довольно часто возникает необходимость узнать, сколько ресурсов потребляет приложение. Для этой цели можно воспользоваться "Диспетчером задач" – стандартным приложением Windows или каким-либо другим приложением для отслеживания потребляемых ресурсов (загрузка центрального процессора и использование оперативной памяти). Однако постоянно переключать окна довольно неудобно и на это расходуется некоторое время.

В данной работе представлено приложение, которое способно отображать свой графический интерфейс поверх графического интерфейса любых других оконных приложений в ОС Windows. Оно отображает в других программах общую информацию о состоянии системы, а также информацию о программе в которой этот интерфейс отображается (объем занятой программой оперативной памяти). Интеграция приложения

происходит путём нажатия сочетания клавиш. Для этого приложению необходимо зарегистрировать в операционной системе глобальное сочетание клавиш. Для создания приложения использовался фреймворк (программная платформа) Electron, а также вызовы Windows API для интеграции графического интерфейса в другие программы.

Electron – это фреймворк (программная платформа), позволяющая создавать полноценные десктопные приложения для настольных ОС с графическим интерфейсом, используя средства для разработки веб-сайтов (HTML, CSS, JavaScript). Electron использует веб-браузер Chromium для отображения графического интерфейса и сервер на Node.js (серверный JavaScript) для реализации логики работы приложения. Данный фреймворк был выбран, чтобы упростить разработку графического интерфейса, а также, чтобы иметь возможность использовать популярные библиотеки из мира веб-разработки. Так, например, для отображения графика потребления оперативной памяти используется библиотека Chart.js, которая обычно используется на веб-сайтах.

Так как Electron использует Node.js, который не поддерживает вызовы Windows API, необходимые для интеграции интерфейса, была написана библиотека на C++ и подключена в виде модуля к коду приложения на Node.js.

В дальнейшем планируется добавить возможность отображения интерфейса поверх полноэкранных приложений и поддержку для других операционных систем. Также планируется провести исследование способов защиты от вредоносных и нежелательных программ, использующих функции управления окнами.

Список литературы

1. Electron Documentation. Режим доступа: <https://electronjs.org/docs> (дата обращения 10.03.2019).
2. Programming reference for Windows API. Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/desktop/api/index> (дата обращения 10.03.2019).
3. Node.js Modules. Режим доступа: <https://nodejs.org/api/modules.html/> (дата обращения 10.03.2019).

УДК 004.67

РАЗРАБОТКА АНЕМОМЕТРА НА БАЗЕ WEMOS ДЛЯ СЕТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ МФ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА

А.А. Старшинов, бакалавр

artstarshinov21@gmail.ru

И.В. Волков, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

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

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Космический»

Анемометр – прибор для измерения скорости движения газов. По принципу действия различают: механические анемометры, в которых движение газа приводит во вращение чашечное колесо или крыльчатку (подобие воздушного винта); тепловые – принцип действия которых основан на измерении снижения температуры нагретого тела, обычно накаливаемой проволоки, от движения газа; ультразвуковые – основаны на измерении скорости звука в газе в зависимости от его движения (навстречу ветру скорость звука ниже, чем в неподвижном воздухе, по ветру – выше).

С целью исследования был разработан анемометр чашечного типа на базе WeMos для сети экологических наблюдений МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана и создано прикладное программное обеспечение для обработки данных и их мониторинга.

В ходе работы был рассмотрен прототип компактного автоматизированного прибора, для измерения частоты вращения крыльчатки анемометра. Прототип создан на

базе доступных компонентов, предлагаемых интернет-магазином «VoltiQ». Устройство предназначено для применения в садовом и огородном хозяйствах, а также в образовательных организациях.

Создаваемая платформа в первую очередь может быть полезна как в садово-огородных хозяйствах, так и в образовательных целях. Данная платформа может обеспечить регулярное получение данных о скорости ветра, что полезно как для постановки и проведения образовательных экспериментов, так и для ведения садово-огородного хозяйства. Благодаря накоплению регулярных измерений во внешней базе данных, появляется возможность отслеживать динамику изменений скорости ветра.

Реализация устройства:

Корпус прибора распечатан на 3D принтере. Трение между корпусом и металлическим валом снижают подшипники, закрепленные на корпусе. Крыльчатка присоединена к валу, на котором закреплен энкодерный диск. При помощи него оптопара [2] производит подсчет импульсов, передача которых осуществляется на плату WeMos D1 mini [1]. Скетч на плате определяет среднюю, минимальную и максимальную частоту вращения крыльчатки анемометра [3] за период одного измерения. Передача данных с устройства реализована интерфейсами Wi-Fi и Serial (подключение к компьютеру через USB).

В результате проделанной работы имеется корректно работающий прибор, способный передавать минимальную, среднюю и максимальную частоту вращения крыльчатки анемометра через USB, а также через Wi-Fi на сервер сбора данных. В будущем есть возможности для производства аналогичных анемометров с целью использования в сети экологических наблюдений МФ МГТУ им. Н.Э.Баумана.

Список литературы

1. WeMos D1 mini. Voltiq. Available at: <https://voltiq.ru/shop/d1-mini-development-board/>, accessed 03.03.2019.
2. Датчик скорости вращения FC-03. Arduino-KIT. Режим доступа: <https://arduino-kit.ru/product/datchik-skorosti-vrascheniya> (дата обращения 2018-03-03).
3. Сенсоры. Амперка. Интернет-магазин. Режим доступа: <http://amperka.ru/collection/sensors> (дата обращения 03.03.2019).

УДК 533.275.08:681.2.08:004.312:004.4

РАЗРАБОТКА ПСИХРОМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА НА БАЗЕ WEMOS ДЛЯ СЕТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ МФ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА

А.М. Дмитрикова, бакалавр

dmitrakovaalina@yandex.ru,

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

В.И. Мясников, бакалавр

darkoptimist1999@gmail.com

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

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

С каждым годом растет потребность людей приобретать различные домашние метеостанции, приборы или самостоятельно их собирать. Речь пойдет о довольно простом, но полезном приборе – психрометре.

Необходимо сделать электронный датчик-психрометр, который упростит процесс измерения влажности. Также он должен быть прост в сборке. Датчик будет давать показания, которые сравниваются с психрометром ВИТ-1 по точности. Все расчеты

производятся автоматически, пользователь имеет лишь конечный результат в виде показаний температуры термометров и влажность. Психрометр будет передавать собранные показания на сервер базы данных измерений МФ МГТУ им. Баумана [1]. Основным методом для измерения влажности воздуха является психрометрический [2].

Психрометр предполагает наличие двух термометров. Один сухой, другой влажный. Сухой термометр показывает температуру воздуха. Влажный термометр обмотан фитилем из батиста или шифона и опущен в резервуар с жидкостью. С поверхности резервуара смоченного термометра происходит испарение, на которое затрачивается тепло. Для удобства определения влажности воздуха по разности показаний двух термометров составлены психрометрические таблицы. Таблицы рассчитываются по основной психрометрической формуле (1),

$$e = E' - A(t - t')P \quad (1)$$

где e – упругость (давление) водяного пара, содержащегося в воздухе; E' – максимальная упругость водяного пара при температуре испаряющей поверхности (табличная величина); A – постоянная психрометра, обычно принимается равной 0,0007947; P – атмосферное давление, принимается равным 1000 гПа; $(t - t')$ – разность показаний сухого и смоченного термометров.

Формула относительной влажности:

$$f = A(e/E') \cdot 100 \% \quad (2)$$

Подготовлен корпус с резервуаром для воды, закрытый и с отверстием для датчика уровня жидкости. Он предназначен для корректности показаний психрометра. Используется кипяченая вода, так как выбран компактный резистивный датчик, а дистиллированная вода не проводит ток. Термометры размещены так, чтобы они не соприкасались друг с другом и с любыми другими поверхностями. Влажный термометр обмотан фитилем, который опущен в резервуар с жидкостью. Для изготовления выбраны следующие комплектующие (закупка совершена в интернет-магазине Amperkot [3], где можно найти документацию на датчики): 1) герметичный датчик температуры DS18B20 (2шт.); 2) плата WeMos D1 R2 WiFi UNO (Arduino-совместимая) (1шт.); 3) датчик уровня воды (1шт.). Плата WeMos D1 R2 была выбрана из-за удобства работы, так как имеет встроенный модуль WiFi. Датчики температуры и датчик уровня воды выбраны из соображений цена-качество. Датчики подключены последовательно через подтягивающий резистор на 4,7 кОм.

После сборки датчика, подготовлена прошивка платы WeMos. По очереди, подключая термометры к плате, были определены их адреса для дальнейшего удобства работы. В прошивке использованы следующие библиотеки: 1) OneWire.h (управление термометрами, датчиком уровня воды); 2) math.h (математические функции, используем в формулах); 3) DallasTemperature.h (для работы с температурными датчиками Dallas); 4) ESP8266HTTPClient.h (для работы в режиме клиент); 5) ESP8266WiFiMulti.h (для подключения платы к WiFi). Прошивка содержит таблицу показателя E' в виде двумерного массива. Реализованы функции: 1) WIFInit() (для подключения платы к WiFi); 2) setup() (инициализированы порты, сервер ожидает входящих соединений, вызов функции WIFInit(), выводится IP-адрес WiFi-платы WeMos); 3) loop() (циклическое снятие показаний с сухого и влажного термометров, с датчика уровня воды. Также последний должен подавать сигнал об отсутствии воды при определенном ее недостатке в резервуаре). Термометры DS18B20 имеют заводскую погрешность, поэтому требуется их программно откалибровать, опираясь на прибор ВИТ-1, который располагается на кафедре. В программе для определения влажности использованы формулы (1,2). Психрометр работает в режиме клиента, создавая через определенный промежуток времени GET запрос, который передаёт на сервер измеренные данные в формате JSON.

Показания датчиков температуры отличаются от термометров ВИТ-1 на 0,2 градуса после калибровки. Протестировав собранный психрометрический датчик, получили показания влажности, на 4 % отличающиеся от показаний ВИТ-1, что находится в пределах заводской погрешности ВИТ-1 (7%).

Список литературы

1. Курмаев А.М. База данных МФ МГТУ им. Баумана для передачи показаний с приборов
Режим доступа: <http://188.35.161.31> (дата обращения 02.04.2019).
2. Познышев В. Психрометрический метод измерения влажности воздуха. Режим доступа: <http://www.meat-club.ru/forum/viewtopic.php?t=280> (дата обращения 02.04.2019).
4. Интернет-магазин Amperkot. Режим доступа: <https://amperkot.ru> (дата обращения 02.04.19).

УДК 004.658:004.62:004.42

БАЗА ДАННЫХ НАКОПЛЕНИЯ И ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ ОТ РАЗНОТИПНЫХ ИСТОЧНИКОВ

А.М. Курмаев, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

warrior-rinn@yandex.ru

Научный руководитель: О.Ю. Брюквина, старший преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Рассмотрена система накопления измерительных данных от разнотипных источников, включающая в себя два комплекса: 1) комплекс приёма и предоставления данных. 2) комплекс архивирования. В качестве первого комплекса выступает WEB-сервер, в качестве второго комплекса выступает база данных.

Создаваемая система востребована, в частности, для автоматизированных платформ, собирающих параметры окружающей среды, но также может использоваться для любых проектов, собирающих данные. Собранные данные требуют обработки для выявления закономерностей и отслеживания тенденций, из чего следует, что их требуется сохранять и иметь возможность предоставлять в удобном для обработки виде.

Система реализована на сервере, оснащённом комплексом серверного программного обеспечения LAMP (Linux, Apache[3], MariaDB[1], PHP[2]). Данные принимаются при прямом HTTP запросе методом POST с собирающих данные устройств на скриптовую страницу web-сервера, или же при помещении предварительно заполненного вручную excel файла в форму интерфейса приёма данных.

Данные предоставляются пользователям через Web-интерфейс в форматах CSV и JSON за выбранный интервал времени и/или для выбранного прибора.

На текущий момент используется MariaDB в качестве СУБД и MyISAM в качестве подсистемы хранения таблиц. Разработана структура базы данных, позволяющая принимать любые наборы данных и масштабировать базу данных.

Создан web-интерфейс, занимающийся приёмом данных и подготовкой их к записи в базу данных. Так же у пользователей есть возможность через интерфейс запросить данные или внести excel файл для сохранения данных из него. Созданы интерфейсы администрирования операторов приборов, списка приборов и объектов размещения приборов. Создан интерфейс прямых SQL запросов с получением результата. Создан интерфейс внесения калибровочных данных для параметров устройств. Реализована система API.

Все возможности полноценно функционируют и уже используются.

В ближайшее время будет реализовано улучшение возможностей предоставления данных: добавление построения графиков и вывод данных с учётом калибровочных параметров датчиков. Также планируется переход с MariaDB на PostgreSQL. В долгосрочные планы входит разработка пользовательского приложения для android.

Список литературы

1. MariaDB. MariaDB официальный сайт. Available at: <http://mariadb.com>, accessed 19.04.2019.
2. PHP. PHP официальный сайт. Режим доступа: <http://php.net/> (дата обращения 19.04.2019).
3. Apache. Apache официальный сайт. Режим доступа: <http://apache.org/> (дата обращения 2019-04-19).

УДК 608.2:004.416.3

УНИФИЦИРОВАННЫЙ СКЕТЧ ДЛЯ ПРОШИВКИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ.

А.А. Гир, бакалавр
giraleksey@gmail.com

А.А. Костылев, бакалавр
alexander-kostylev99@mail.ru

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

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

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Выполнялась разработка унифицированного скетча для прошивки микроконтроллеров образовательных измерительных приборов, имеющих различный набор датчиков из заранее определённого перечня и один или несколько способов передачи данных пользователям из технически реализуемых микроконтроллером.

Создаваемое семейство приборов, использующих в качестве прошивки данный скетч, будет полезно как в садово-огородных хозяйствах, так и в образовательных учреждениях. Приборы смогут обеспечить регулярное получение параметров состояния почвы и атмосферы, что должно обеспечить садоводам и огородникам возможность повышения эффективности ведения хозяйства, а образовательным учреждениям возможность организации проектной деятельности обучающихся в области экологических и естественнонаучных дисциплин. Благодаря накоплению регулярных измерений, получаемых от приборов, появляется возможность отслеживать динамику изменений значений параметров окружающей среды.

Данный скетч предусматривает возможность опроса стандартных датчиков из следующего перечня: температуры DS18B20 (цифровой, 1-Wire, до семи датчиков), атмосферного давления и относительной влажности BME280 (цифровой, I²C), освещённости BH1750 (цифровой, I²C), цветности TCS34725 (цифровой, I²C), а также до четырёх аналоговых датчиков (в частности, датчики влажности почвы) с помощью 16-разрядного АЦП ADS1115 (выход цифровой, I²C).

Скетч предусматривает следующие режимы выдачи данных потребителю:

1) При наличии постоянного соединения к сети Wi-Fi передача данных производится напрямую в базу данных заданного сервера. Пользователь может получить данные, отправив запрос к серверу базы данных.

2) При подключении локального компьютера к прибору по интерфейсу USB происходит передача данных через этот интерфейс на подключившийся компьютер.

3) При отсутствии подключения по интерфейсам USB и Wi-Fi плата создает собственную точку доступа Wi-Fi и сохраняет накопленные данные в оперативной памяти

прибора [1]. Пользователь может получить данные, отправив запрос HTTP по Wi-Fi на эту точку доступа [2] (скетч поддерживает два типа запроса: /alldata – выдача всех сохраненных данных в оперативной памяти устройства, /json – выдача последнего измерения).

4) Если модель прибора предусматривает наличие LCD-экрана [3], то при любом из вышеперечисленных способов подключения самые свежие измерительные данные выводятся на экран, откуда пользователь может их считать визуально.

На данный момент имеется корректно работающий скетч, способный работать во всех перечисленных выше режимах. На базе разработанной прошивки функционируют приборы «Роса-П», «Роса-К-1» (оба в школе МДЦ «Артек») и «Роса-К-2» (на кафедре К-3 МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана).

Возможно использование данной разработки в серии приборов предназначенных для проведения экологических наблюдений МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана и образовательных учреждениях-партнёрах.

Список литературы

1. Алгоритмы и структуры данных: связный список. Режим доступа: <https://tproger.ru/translations/linked-list-for-beginners/> (дата обращения 19.04.2019).
2. Wi-Fi WebServer на WeMos D1 R2. Available at: <https://arduinoplus.ru/wifi-webserver-wemos-d1-r2/>, accessed 19.04.2019.
3. Подключение I2C экрана к Arduino. Режим доступа: <https://geekelectronics.org/arduino/podklyuchenie-i2c-ekrana-k-arduino.html/> (Дата обращения 04.04.2019).

УДК [004.382.7:004.9]:628.8

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИБОРАМИ ТИПА «РОСА-К»

Ю.А.Тищенко, студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

tishenko.yulya@bk.ru

Научные руководители: А.В. Чернышов, к.т.н. доцент,

Виноградов Д.В., к.т.н., доцент,

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Рассмотрены результаты опытной эксплуатации компактных автоматизированных измерительных платформ типа «Роса-К», для измерения параметров атмосферы и почвы.

Поведено практическое исследование возможностей получения результатов измерений параметров окружающей среды от разработанных на кафедре образовательных приборов типа «Роса-К».

Основное назначение приборной платформы типа «Роса-К» – измерения параметров окружающей среды и почвы в отапливаемых помещениях, основной объект измерения – горшечные растения, рассада. Приборная платформа типа «Роса-К» реализована в виде базового блока и двух выносных блоков с датчиками.

В корпусе базового блока расположены: микроконтроллер WeMos D1 Mini, ЖК-дисплей, модуль АЦП, модуль преобразования логических уровней шины I2C и монтажная плата; разъёмы для подключения кабелей блоков датчиков «атмосфера» и «почва».

Питание платформы осуществляется от внешнего источника питания +5 В. через порт USB, (допускается питание от внешнего сетевого блока питания, от ноутбука или от устройства PowerBank).

Блок «атмосфера» несёт: комбинированный датчик атмосферного давления, относительной влажности воздуха и температуры воздуха BME280 [2], датчик цветности света TCS34725 [3].

Блок «почва» несёт: датчик освещённости BH1750 [1], датчик температуры почвы DS18B20 и датчик влажности почвы.

Микроконтроллер осуществляет периодический опрос всех подключённых датчиков, отображение результатов измерения на ЖК-дисплее, а также передачу результатов измерения по беспроводной локальной сети на компьютер, заданный при прошивке микроконтроллера, который должен обеспечить приём данных и их накопление для последующего анализа.

Данные доступны пользователям через Web-интерфейс, предоставляемый компьютером.

Были проведены систематические (в течение нескольких недель) измерения прибором «Роса-К-2» на кафедре К-3 МФ и прибором «Роса-К-1» в школе МДЦ «Артек». В результате анализа накопленного массива измерений было установлено, что в целом приборы способны успешно функционировать в течение длительного времени в заявленных условиях эксплуатации, а получаемые от них результаты измерений в целом адекватны реальным параметрам окружающей среды. Вместе с тем был выявлен ряд неточностей в показаниях датчиков.

Так оказалось, что стандартные библиотеки датчиков BH1750 FVI (GY-30) [1] и TCS34725 [3] не способны выполнять измерения в полном диапазоне возможностей датчиков, что приводит к переполнению показаний при ярком солнечном свете и, кроме того, не позволяет получить значения соответствующих параметров при низкой освещённости (возвращается 0). Предлагаемая в библиотеке датчика TCS34725 функция вычисления освещённости по значениям компонент R, G, B света возвращает существенно завышенную величину по сравнению с откалиброванным на заводе датчиком BH1750. Иными словами, требуется доработка библиотек этих датчиков. Возможно, что на блок «атмосфера» потребуются установка второго датчика освещённости BH1750.

Выяснилось также, что комплексный датчик BME280 [2] возвращает завышенное значение температуры воздуха. Анализ измерений показал, что это завышение не может быть учтено математически как систематическая погрешность датчика. Требуется доработка блока «атмосфера» – необходимо добавить отдельный датчик температуры воздуха (например, типа DS18B20).

Список литературы

1. BH1750FVI (GY-30). Режим доступа: <https://volti.ru/shop/digital-illumination-sensor-gy-30> (дата обращения 19.04.2019).
2. BME280. Вольтик. Интернет-магазин. Режим доступа: <https://volti.ru/shop/bme280-sensor> (дата обращения 19.04.2019).
3. TCS34725. Iarduino. Интернет-магазин. Режим доступа: <https://iarduino.ru/shop/Sensory-Datchiki/datchik-cveta-s-ik-filtrom-tcs34725.html> (дата обращения 19.04.2019).

УДК 336**ДЕНЕЖНО-КРЕДИТНАЯ ПОЛИТИКА: ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ**

А.С. Макухина, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

mnastasia98@mail.ru

Научный руководитель: М.Г. Пикалкина, к.э.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Денежно-кредитная политика – составная часть экономической политики государства, направленная на: обеспечение устойчивости национальной валюты и снижения темпов инфляции, в том числе стабильности покупательной способности и курса по отношению к иностранным валютам, на основе регулирования денежного предложения; укрепление банковской системы; поддержку экономического роста; Обеспечение эффективного надежного и безопасного функционирования платежной системы и хранения сбережений в банковской системе; увеличение уровня монетизации ВВП.

Основными видами денежно-кредитной политики являются: экспансионистская (стимулирование кредита) – в зависимости от экономической ситуации ЦБ осуществляет удорожание или удешевление кредитов для коммерческих банков, а соответственно, и для заемщиков. Если в экономике наблюдается спад производства, растет безработица, то он проводит политику «дешевых денег», которая делает кредиты дешевыми и доступными; рестрикционная (сдерживание) – при росте инфляции ЦБ проводит политику «дорогих денег», что ведет к подорожанию кредита и делает его труднодоступным. В этом случае происходит увеличение продажи государственных ценных бумаг на открытом рынке, рост резервной нормы и увеличение учетной ставки.

Одним из основных инструментов денежно-кредитной политики в РФ является система рефинансирования, где ЦБ предоставляет кредиты финансово устойчивым коммерческим банкам [1].

В 2013 г. ставка рефинансирования была равна 5,5 %. Самое наибольшее её значение было достигнуто в 2014 г. – 17 %. В стране произошел кризис, были введены санкции в отношении России. Так же используется ключевая ставка, где ЦБ предоставляет кредиты коммерческим банкам на срок в 1 неделю [1]. С 2019 г. ставка рефинансирования и ключевая ставка равны и составляют 7,75 %.

Ломбардные кредиты – одна из разновидностей краткосрочного займа, который предоставляется под залог имущества. С 2010 по 2015 гг. объем предоставленных ломбардных кредитов увеличился с 74,9 млрд. руб. до 238,6 млрд. руб., но к 2019 г. резко снизился до 1,7 млрд. руб.

Ставка однодневных рублевых кредитов RUONIA на условиях overnight, отражает стоимость необеспеченного рублевого заимствования стандартным заемщиком из числа российских банков с минимальным кредитным риском [2]. К концу 2018 г. ключевая ставка, которая равна 7,75 % превышает ставку RUONIA в 7%, а это значит, что денег у крупных банков для кредитования не хватает.

Еще одним инструментом является норма обязательных резервов. С 20 июля 2018 г в России норма обязательных резервов, установленная ЦБ РФ, составляет: по обязательствам перед юридическими лицами нерезидентами в рублях – 5 %; по обязательствам перед юридическими лицами нерезидентами в иностранной валюте – 8 %; по обязательствам перед физическими лицами в рублях – 5 %; по обязательствам перед физическими лицами в иностранной валюте – 7 %; по иным обязательствам кредитных

организаций в рублях – 5 %; по иным обязательствам кредитных организаций в иностранной валюте – 8 %.

Операции на открытом рынке (РЕПО) так же является инструментом денежно-кредитной политики и представляет собой сделку, состоящую из двух частей: продажи и последующей покупки ценных бумаг через определенный срок по заранее установленной цене. С 2014 г. объем предоставленных средств постоянного действия уменьшился с 38345,50 млн. руб. до 2733 млн. руб. в 2019 г. Но процентная ставка увеличилась с 8% до 8,75 %.

Под валютным регулированием подразумевается управление валютными потоками и внешними платежами. Основным закон валютного рынка, определяющего курс – закон спроса и предложения. Максимального значения курсы валют на Московской бирже достигали 16 декабря 2014 г. («черный вторник»). Котировка доллара поднялась до 80,1 руб., а евро стоил 100,74 руб. В настоящее время среднее значение за 1 доллар составляет 65,85 руб., а за 1 евро 72,92 руб.

Список литературы

1. Деньги. Кредит. Банки: учебн. для вузов / А.Ю. Казак, М.С. Марамыгин, Е.Н. Прокофьева, [др.]. М.: Экономистъ, 2017. 656 с.
2. Лаврушин О.И. Деньги. Кредит. Банки. М.: Финансы и статистика, 2016. 554 с.

УДК 339

СЕРТИФИКАЦИЯ ПРОДУКЦИИ БИОЭНЕРГЕТИКИ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ ВАЛЮТНЫХ РИСКОВ ЭКСПОРТА НА ЕВРОПЕЙСКИЙ РЫНОК

Ф.Д. Семенов, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

fed0r.sem@yandex.ru

Научный руководитель: Н.С. Горшенина, к.э.н., доцент

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Космический»

Древесная биомасса является возобновляемым и экологичным видом сырья. Использование древесных топливных гранул (пеллет) позволяет достичь «нулевого выброса CO₂» и данный вид топлива активно используется теми странам, которые в экономическом развитии ориентированы на достижении стандартов Парижского соглашения по изменению климата. Активно в данном направлении работает Европейский Союз.

В ходе выполнения работы, было проведено маркетинговое исследование рынка пеллет РФ и ЕС. Целью данного исследования, являлось изучение рисков экспорта продукции биоэнергетики и возможности их снижения с помощью сертификации продукции. Для достижения данной цели рассмотрены технология производства, упаковки и транспортировки пеллет. Исследованы основные тенденции рынков пеллет РФ и ЕС, а также проанализированы структуры рынков пеллет РФ и ЕС.

Результаты по исследованию: рынок пеллет в РФ в последние годы крайне динамичен. На рынке после долгой монополии одной компании появляется все больше игроков. Динамика производства в РФ имеет стабильную структуру роста. Экспорт пеллет остается стабильным и благодаря дополнительным действиям государства имеет все возможности для роста. Однако практически полное отсутствие внутреннего потребления сдерживает дополнительные возможности для роста рынка. Рынок пеллет в ЕС имеет стабильный рост. Государственные программы по развитию возобновляемой энергетики и биоэнергетики уже дают свои результаты. Использование пеллет в ЕС растет с каждым годом, при этом растет как бытовое, так и промышленное. Так же, как и потребление, производство пеллет стабильно показывает рост.

Как результат, для выхода на внешний рынок, особенно на рынок пеллет ЕС, производителю необходимо получить сертификаты на свою продукцию, так как наличие сертификатов означает, что продукция безопасна и добыта из легальных источников. В данном исследовании рассмотрены основные Европейские стандарты и виды сертификации на рынке древесных топливных гранул – EnPlus и SBP. Сертификация пеллет повышает конкурентоспособность продукции, позволяя получить более выгодные контракты с фиксированным курсом валюты и тем самым снизить валютные риски при экспорте продукции биоэнергетики. Для производителей биотоплива в России снижение валютных рисков является одной из первостепенных задач, так как на сегодняшний день российский рынок древесных топливных гранул является исключительно экспортоориентированным.

Список литературы

1. Ежегодный обзор рынка лесных товаров, 2016–2017 годы / Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций Рим, 2017. 172 с.
2. Statistical Report / Bioenergy Europe, 2018. 201 с.
3. Европа получит больше пеллет // Международная Биоэнергетика. 2018. № 3 (48).

УДК 338

ФОРМУЛА НЕМАТЕРИАЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ МОЛОДЫХ СОТРУДНИКОВ

Д. Темчук, бакалавр

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Космический»

dashks.ttt@mail.ru

Научный руководитель: М.Д. Джамалдинова, к.э.н., доцент

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Космический»

Актуальность темы обусловлена повышенным интересом бизнес-среды к методам и формам мотивации и повышения заинтересованности молодых сотрудников на разных уровнях и в разных сферах деятельности каждого бизнес-процесса и всей организации в целом.

Цель работы состоит в выявлении наиболее эффективных принципов и методов мотивации молодого персонала и определении ключевых направлений к решению данного вопроса.

Выделяют следующие два вида мотивации: 1) материальная – денежная; 2) нематериальная – комплекс социальных мероприятий.

Оба вида мотивации направлены на стимулирование и пробуждение желания человека к труду. Однако многие руководители отдают предпочтение только первому виду мотивации, считая, что деньги решают все. Но если бесконечно повышать оплату труда всем достойным сотрудникам, тогда у них возникнет своего рода привыкание к деньгам, а это приводит к потере ценности данного мотива, и тогда он перестанет работать. Нематериальная мотивация приносит на 90 % больше успеха достижения цели в работе организации, а также имеет значительный долгосрочный эффект [1].

Опираясь на проведенное исследование, к нематериальным приемам мотивации молодых сотрудников можно отнести следующие: выстраивание с подчиненными доверительных отношений; создание возможности карьерного роста; активное поощрение успехов и публичная благодарность; возможность свободного графика сотрудников.

Исходя из этого, возникает встречный вопрос о подборе и привлечении персонала в организацию: «Молодые кадры или сотрудники со стажем?». С одной стороны, молодые специалисты – это будущее компании! Молодым специалистам свойственно наличие энтузиазма, быстрая обучаемость, большая заинтересованность в работе, в то время как

далеко не все эти качества присущи специалистам с большим опытом работы. С другой стороны, компания вложила в молодых сотрудников часть своих средств, готовя их как специалистов, и если же они уйдут, компании придется повторно выделять деньги и время на обучение, адаптацию и поиск нового работника. Также, им свойственен высокий уровень мобильности, а уход сотрудника в конкурирующую компанию – большой риск.

В ходе опроса молодежи, был выявлен следующий факт: при ответе на вопрос: «Чем Вы руководствовались при выборе Вашего будущего места работы?» – никто не подтвердил, что заработная плата являлась определяющим фактором. Для большинства респондентов, а именно для 33 % опрошенных, решающим фактором была возможность получить хороший опыт, работая в команде профессионалов, и для 20 % – наличие гибкого графика. Кроме того, лишь 22 % опрошенных рассматривают работу исключительно как средство заработка, в то время как 25 % воспринимают работу главным образом как средство творческого развития [2]. Это подтверждает, что деньги (материальное поощрение) не являются единственным источником мотивации. Следует сделать вывод, что нематериальные методы мотивации являются не менее действенными и эффективными.

На основании проведенного опроса, можно сформировать следующие 4 основных принципа мотивации молодых специалистов в современных условиях:

1) есть цели, а есть зарплата – с одной стороны многими управляют деньги, а вот с другой стороны многими управляют именно цели. Деньги являются важным мотиватором, но также существует ценность собственного времени и рациональное распределение своих ресурсов. И в основном, между высокой оплатой труда и постоянной занятостью, многие молодые сотрудники выбирают гибкий график и не меньшие деньги;

2) нацеленность на развитие – если раньше большинство людей работало в компаниях несколько десятков лет и их карьерный рост был вполне прогнозируемый, то сейчас талантливые молодые люди нацелены именно на развитие, на профессиональный и карьерный рост;

3) отсутствие начальника/босса – сотрудники желают видеть в своем руководителе своего наставника, человека у которого можно чему-то научиться и позаимствовать знания и навыки для развития своей собственной карьеры;

4) концентрация на сильных сторонах – молодые специалисты концентрируются на своих сильных сторонах и абсолютно равнодушно относятся к слабым. При этом, они сводят свои слабые стороны к минимуму и максимизируют свои сильные стороны [3].

Резюмируя трудовую мотивацию молодых работников, можно сделать следующие выводы:

1) реализация мотивационной деятельности и стимулирования труда работников всегда требует больших затрат, но результат чаще всего оправдывается;

2) при заинтересованности работой, молодой специалист будет стремиться улучшать свои результаты, как качественно, так и количественно;

3) необходимо учитывать справедливость в вознаграждении и затраченных усилиях, чтобы избежать дисбаланса и пассивности в коллективе.

Анализируя полученные результаты в рамках проведенного исследования, можно заключить, что формула нематериальной мотивации молодых сотрудников – это новый подход к решению вопроса повышения эффективности работы персонала, их развитию и удержанию на рабочем месте, с учетом того, что люди, начинают ценить свое время, ценить свои навыки, учиться все лучше и лучше понимать себя.

Список литературы

1. Джамалдинова, М.Д., Курдюкова, Н.О. Конкурентно-интегрированный бенчмаркинг как инструмент повышения уровня конкурентоспособности предприятия //Вопросы региональной экономики. 2018. №2 (35). С. 32 – 39.

2. Простые правила мотивации молодых сотрудников. Режим доступа: <https://www.savkinks.ru/pravila-motivacii-molodyx-sotrudnikov.htm> (дата обращения: 08.04.2019).
3. Утенин, В. Ключевые показатели эффективности (KPI) и практическая система мотивации персонала. Режим доступа: www.elitarium.ru/2011/04/01/kljuchevye_pokazateli_jeffektivnosti.html (дата обращения: 09.04.2019).

УДК 336.713

ПРОЦЕСС СЛИЯНИЙ И ПОГЛОЩЕНИЙ В БАНКОВСКОМ БИЗНЕСЕ

К.В. Богатова, бакалавр

МФ МГТУ имени Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

rokristi@mail.ru

Научный руководитель: М.Г. Пикалкина, к.э.н., доцент

МФ МГТУ имени Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Банк «ФК Открытие» является крупнейшим коммерческим банком, осуществляющим свою деятельность с 1993 г. В июле 2017 г. у банка начались проблемы, аналитическое кредитное рейтинговое агентство установило банку рейтинг на уровне ВВВ-. Причинами снижения рейтинга стали активы из высоко рискованных отраслей и возможное участие банка в покупке группой «Открытие холдинг» новых активов. В связи с этим банк лишился возможности размещать на своих банковских депозитах средства федерального бюджета, а также пенсионные накопления негосударственных пенсионных фондов. Согласно данным отчетности банка, в июле 2017 г. отток корпоративных депозитов составил 105,8 млрд. руб., отток клиентских средств составил 360 млрд. руб. С 1 июня по 24 августа 2017 г. клиенты вывели из банка примерно 630 млрд. руб. Финансировать потери банку пришлось с помощью механизма РЕПО Банка России. На 1 августа задолженность банка по сделкам РЕПО составила 323,8 млрд. руб. В результате чего, Банк России взял «ФК Открытие» на санацию 29 августа. Представители Центрального Банка выделяют три причины кризиса банка «ФК Открытие». Основной причиной является несбалансированная стратегия, которой следовал банк, проводя санацию банка «Траст» и покупая страховую компанию «Росгосстрах». Поскольку, санируя банк «Траст» убытки «ФК Открытие» составили 72,5 млрд. руб., а финансовые проблемы страховой компании составили 33,3 млрд. руб.

Банк «Бинбанк» – бывший российский коммерческий банк, основанный в 1993 г. и просуществовавший до 1 января 2019 г. В 2017 г. руководство банка обратилось к Банку России с просьбой о санации. Причиной такого решения послужило значительное снижение показателей ликвидности учреждения, наблюдавшейся на протяжении последних нескольких месяцев. Согласно отчетности «Бинбанка» за август, счета физических лиц сократились на 19 млрд. руб., до 503 млрд. руб., депозиты юридических лиц снизились на 5 млрд. руб., до 131 млрд. руб. При этом задолженность по межбанковским кредитам на конец месяца сократилась на треть (почти 25 млрд. руб.), до 59 млрд. руб. [2]

Если бы каждый банк проходил финансовое оздоровление отдельно, то Банку России на банк «ФК Открытие» потребовалось бы примерно 450 млрд. руб., на «Бинбанк» около 370 млрд. руб. В начале 2018 г. Банк России принял окончательное решение об объединении двух банков.

Процесс объединения двух банков проходил в несколько этапов: 1) формирование структуры и органы коллегиальной системы принятия решений, делегирования

ответственности; 2) объединение балансов, клиентской базы и платформы обслуживания; 3) процесс оптимизации сети; 4) на ребрендинг и обновление дополнительных офисов потребовалось 500 млн. рублей.

В результате интеграции в 2019 г. произошло объединение двух банков, и на рынке появился новый надежный и современный банк, активная клиентская база которого составляет 200 тысяч юридических лиц и 4 миллиона физических лиц. Все отделения работают под брендом «ФК Открытие». Капитал объединенного банка составил 290 млрд. руб. Активы банка на 1 января 2019 г. составили 2,6 трлн. руб. Кроме того, банк планирует нарастить портфель розничного бизнеса на 64,4 %, до 355 млрд. рублей, корпоративный бизнес – на 58 %, до 963 млрд. руб., а портфель малого и среднего бизнеса – на 120 %, до 198 млрд. руб. Чистая прибыль должна вырасти до 68 млрд. руб. [1].

Данный пример дает повод предположить, что слияние банков является огромным преимуществом для экономики страны, поскольку улучшается работоспособность действующих банков.

Список литературы

1. Об объединении Бинбанка и банка «Открытие». Режим доступа: <https://www.open.ru/binbank> (дата обращения: 19.04.2019).
2. Публичное Акционерное Общество «БИНБАНК». Справочник по кредитным организациям: Центральный Банк Российской Федерации. Режим доступа: <https://www.cbr.ru/CREDIT/coinfo.asp?id=500000008> (дата обращения: 19.04.2019).

УДК 368

СТРАХОВОЙ РЫНОК РОССИИ

А.И. Спорыхина, бакалавр

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Космический»

asporykhina1998@yandex.ru

Научный руководитель: Е.И. Белякова, к.э.н., доцент

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Космический»

В финансовой и хозяйственной деятельности предприятий, системе жизнеобеспечения человека возникает множество причин, приводящих к потерям и убыткам. Различные субъекты экономики имеют свои снижения доходов, утраты и порчи имущества. Например, для строений характерны пожары, для физических лиц – всякого рода несчастные случаи, заболевания, приводящие к потере трудоспособности и снижению доходов и заработков [1]. Для возмещения этих потерь и предназначен страховой рынок. Страховой рынок выполняет ряд взаимосвязанных функций: рисковую, инвестиционную, предупредительную и компенсационную. Рисковая функция органически вытекает из сущности страхования, предметом непосредственной деятельности которого являются только случайные опасные события, имеющие определенную (коммерчески выгодную) вероятность. Инвестиционная функция реализуется через размещение временно свободных средств в недвижимость, депозиты банков и ценные бумаги. Предупредительная функция страхового рынка напрямую не связана с осуществлением страховой деятельности. Она работает на уменьшение ущерба и предупреждение страхового случая. Компенсационная функция страхового рынка состоит в обеспечении страховой защиты физических и юридических в форме возмещения ущерба при наступлении благоприятных событий, которые являются объектом страхования [2].

О развитии страхового рынка в России в 2017 г. можно судить по динамике объема поступлений страховой премии. Общая сумма страховых премий, собранная страховщиками в 2017 г. по всем видам страхования, составила 1278,84 млрд. рублей, что на 8,3 % больше результатов 2016 г. (1181 млрд. руб.). Таким образом, динамика

увеличения объема премий положительная. Лидером рейтинга по объему собранных страховых премий стала компания «СОГАЗ» (158 млрд. руб. собранных премий в 2017 г.). На втором и третьем местах по итогам 2017 г. расположились «Сбербанк страхование жизни» и «РЕСО-Гарантия», размер собранных премий которых составил 102 и 89 млрд. руб. соответственно. Четвертой и пятой компанией в рейтинге стали «ВТБ Страхование» (80 млрд. руб.) и «Ингосстрах» (79 млрд. руб.). Одним из важных показателей, характеризующих уровень развития страхования, является соотношение между размерами страховой премии и валового внутреннего продукта или доля страхования в ВВП, в 2017 г. этот показатель оказался на уровне 1,39 %, что по сравнению с предыдущим годом больше на 0,01 %. По сравнению с 2015 г. он уменьшился 0,14 %, а по сравнению с 2013 и 2014 гг. доля страхования в ВВП не изменилась (в 2014 г. – 1,39 %, в 2013 г. – 1,36 %). Показатель объема страховой премии, приходящейся на одного жителя РФ, в 2017 г. составил 8,7 тыс. руб., максимальный рост этого показателя произошел в страховании жизни и составил 2,3 тыс. руб. Организационную структуру рынка страхования характеризуют страховщики. На рынке страхования продолжилась тенденция уменьшения количества страховых компаний. Если в 2016 г. количество страховых компаний уменьшилось на 78, то в 2017 г. их стало на 30 меньше и на конец декабря 2017 г. на рынке осталось 222 страховые организации. Совокупный капитал страховщиков в 2017 г. достиг 605 млрд. рублей, что на 31 % больше по сравнению с предыдущим годом [3]. Наибольший рост продемонстрировали резервы по страхованию жизни, увеличение составило 64,9 %. Существенное увеличение показателей резервов связано, в том числе с новой методологией резервирования, введенной с 2017 г. Увеличились у страховых организаций и совокупные активы до 2429,7 млрд. руб. По итогам 2017 г. рентабельность активов страховщиков достигла значения 5,5 %, что меньше показателя 2016 г. на 0,8 %.

Вопрос о роли страхового рынка в рыночной экономике актуален всегда, и на сегодняшний день в частности. Она вытекает из функций страхования в современной рыночной экономике, основной из которых является рисковая, будучи функцией возмещения ущерба, наносимого случайными, имеющими вероятностный характер наступления событиями. Этого не могут обеспечить никакие другие сферы народного хозяйства и звенья финансово-кредитной системы. Роль страхования в экономике заключается в том, что оно обеспечивает непрерывность, бесперебойность и сбалансированность производственного процесса. Страхование способствует оптимизации макроэкономических пропорций общественного воспроизводства.

Список литературы

1. Сплетуков Ю.А., Дюжиков Е.Ф. Страхование: учебн. пособие. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. 357 с.
2. Бабурина Н.А., Мазаева М.В. Страхование. Страховой рынок России: учебн. пособие для вузов. М.: Издательство Юрайт, 2017. 128 с.
3. Официальный сайт Банка России. Электронный ресурс Обзор ключевых показателей деятельности страховщиков. Информационно-аналитические материалы, 2017. 41 с. Режим доступа: https://www.cbr.ru/StaticHtml/File/51277/review_insure_17Q4.pdf (дата обращения 05.03.2019)

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНЬЮНКТУРЫ РЫНКА ЛЕСОБУМАЖНОЙ ПРОДУКЦИИ РОССИИ И СТРАН ВОСТОЧНОЙ АЗИИ

В.А. Егоров, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Isla.de.muerto@mail.ru

Научный руководитель: Е.А. Тихомиров, к.э.н., доцент

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Космический»

Лесопромышленный комплекс (ЛПК) – крупная отрасль мирового хозяйства, хотя его доля имеет тенденцию к снижению, это сфера приложения труда миллионов людей, и по общему числу занятых ЛПК входит в лидирующую группу отраслей. Рынок продукции ЛПК принято называть рынком лесобумажной продукции. Основными товарными группами рынка лесобумажной продукции являются: круглый лес, пиломатериалы, древесно-листовые материалы, целлюлоза, бумага, картон.

Российская Федерация является вторым после США крупнейшим производителем круглого леса в мире. Объем заготовок круглого леса на конец 2016 г. составил 132 млн. м³. Экспорт круглого леса в сравнении с прошлым годом возрос на 6 %. Основными импортерами российского круглого леса являются Китай и Финляндия. Средневзвешенная цена на российские пиломатериалы хвойных пород в 2016 г. составляла на внутреннем рынке 5907 руб. за м³ и 11284 руб. за м³ на экспортных рынках [1]. Потребление пиломатериалов лиственных пород в Российской Федерации увеличилось на 7,2 %, до 1,06 млн. м³. Объем возрос на 6,7 %, до 2,51 млн. м³. В 2016 г. низкий курс рубля поспособствовал увеличению экспорта пиломатериалов лиственных пород Российской Федерации, он возрос на 6 %, до 1,46 млн. м³. Объем экспортных поставок в Китай возрос по сравнению с 2015 годом на 9% и составил 1,27 млн. м³. Также вырос экспорт в Казахстан, Латвию, Литву и Польшу [2]. Видимое потребление листовых древесных материалов в России незначительно сократилось и составило 17 млн. м³. Объем потребления фанеры уменьшился на 4,3 %, до 1,8 млн. м³, а древесностружечных плит – на 3,3 %, до 9 млн. м³. Потребление OSB возросло на 21,7 %, до 1,78 млн. м³, а древесноволокнистых плит сократилось на 0,4 %, до 4,4 млн. м³. Потребление листовых древесных материалов в России в 2016 г. снизилось на 3,3 %, до 10,8 млн. м³. Объем внутреннего потребления фанеры и древесностружечных плит сократился, а MDF возрос. Объем производства листовых древесных материалов в Российской Федерации возрос на 5,3 % до 15 млн. м³ благодаря целевым инвестициям частного сектора, в том числе иностранного капитала, объем производства товарной целлюлозы, бумаги и картона в Российской Федерации увеличился на 3,4 %, до 11,0 млн. т. Практически все предприятия российской целлюлозно-бумажной промышленности находятся в частной собственности, хотя леса в России по-прежнему принадлежат государству. Инвестиции призваны повысить эффективность, обеспечить поступательное наращивание мощностей и создание новых промышленных комплексов в целях снижения зависимости от дорогостоящего импорта.

Китай, как и большинство стран Восточной Азии, в основном импортируют лесобумажную продукцию. Как производитель и потребитель лесобумажной продукции, Китай является одним из основных игроков в мировой торговле. Китайский потребительский рынок лесобумажной продукции занимает второе место в мире, уступая только рынку США. Потребление древесины в Китае в 2016 г. составило 570 млн. м³. Доля импорта круглого леса крайне высока, так как в Китае действует запрет на вырубку природных лесов. В настоящее время Китай импортирует круглый лес более чем из 100 стран мира. Основными импортерами являются: Россия, Новая Зеландия, страны Юго-Восточной Азии, страны Африки, страны Скандинавии, Канада, США. Импорт пиломатериалов также растет. Основными импортерами пиломатериалов в Китай

являются: Россия, Канада, Страны Юго-Восточной Азии. Рынок древесно-лиственных материалов в Китае на данный момент является одним из наиболее быстроразвивающихся. С 2016 г. Китай практически не нуждается в импорте ДСП, ДВП, фанеры и OSB. Китай занимает первое место по мировому экспорту древесно-лиственных материалов. Восточная Азия и Китай являются крупнейшим в мире регионом по производству бумаги картона и целлюлозы, объем производства которых за 2016 г. составил 192,791 млн. т, что составляет 46,99 % от мирового производства бумаги и картона. Основным импортером китайской бумаги и картона является Европа, в особенности Германия. Экспорт достиг 69,642 млн. т, что на 7,97 % больше, чем в 2016 г.[3]. На данный момент в Китае наблюдается переизбыток мощностей в производстве бумаги.

Производство лесобумажной продукции является важной составляющей экономики России и стран Восточной Азии. Исследование показало, что Россия специализируется на экспорте круглого леса, пиломатериалов, фанеры и импорте древесно-лиственных материалов высокого качества и некоторых видов бумаги. Страны Восточной Азии, особенно Китай, специализируются на изготовлении, а также экспорте, высококачественной бумаги, картона, целлюлозы, древесно-лиственных материалов. В связи с запретами на вырубку естественных лесов, Китай нуждается в импорте круглого леса и пиломатериалов. Как показало исследование, Китай может быть наиболее перспективным партнером России на рынке лесобумажной продукции.

Список литературы

1. Российский статистический ежегодник. 2017. М.: Росстат, 2017. 686 с.
2. Global Trade Atlas. Режим доступа: <https://www.gtis.com/gta/> (дата обращения 13.04.2019).
3. Chinapaper. Available at: <http://www.chinapaper.net/>, accessed 13.04.2019

УДК 12

К ВОПРОСУ О СУЩЕСТВОВАНИИ ДУШИ У ЧЕЛОВЕКА

И.Р. Лаврентьева, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

irinalavrenteva1999@gmail.com

Научный руководитель: В.И. Фалько, к.ф.н., доцент,

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Вопрос о существовании человеческой души в науке и философии является дискуссионным, т. к. она объективно не наблюдаема. Убедиться для себя в существовании души можно через восприятие произведений искусства, в которых воплощена душа автора, убедить других в проявлениях душевности или бездушия, способности к выбору добра и к подвигу в поступках человека.

Вопрос о том, существует ли душа и что она собой представляет, является одним из самых древних и вечных, потому что никто не смог ответить на него со всей определённой. Хотя исследования истории культуры показывают, вера в существование бессмертной души у человека является самым древним верованием, однако научные поиски души в человеческой природе не обнаруживают её как объективно наблюдаемого феномена. Поэтому сегодня многие учёные считают понятие души имеющим лишь религиозный смысл или представляющим собой поэтическую метафору.

Цель настоящей работы – ответить на вопрос: имеются ли в философии, науке и культуре убедительные доказательства существования души у человека?

В диалоге Платона «Федон» [1] приводятся четыре доказательства бессмертия человеческой души, но ни одно из них не признано как доказывающее хотя бы само её существование. В трактате Аристотеля «О душе» [2] заложены основы психологии – науки о психе (душе), которая трактуется как энтелехия тела. Но душа принципиально не наблюдаема, и лишь на рубеже XX века психофизиология начала изучать её на основе исследования внешних проявлений. Сведя душу к её бездушным телесным носителям и внешним проявлениям, психология превратилась в науку об отсутствии души у человека.

Почему наука не может доказать существование души? Её поиски напоминают известный мысленный эксперимент «Кот Шредингера». Что, если душа заключена в такую же коробку на замке, как и этот кот? И, подобно тому, как невозможно ответить на вопрос, жив ли ещё кот, так и о душе невозможно ответить определённо, существует она или нет.

Обратимся к поэзии, в которой открывается душа. А.С.Пушкин писал: «Позволь моей душе открыться пред тобою...». В своём прекрасном стихотворении поэт тихо приотворяет дверцу его души, где читатель видит нечто интимное, одинокое и бесконечно загадочное. Видит, конечно, не глазами, а внутренним чувством, переживанием, то есть своей душой.

В поэзии, как и в искусстве вообще, мы выделяем два особых феномена: душевность и бездушие. Написать картину или стихотворение, обладая только богатым словарным запасом и умением водить кистью, не значит ещё создать истинное произведение искусства. Важным аспектом является воплощение автором собственной души в своём произведении. Читатель или зритель может понять, в каком произведении содержится лишь сообщение о чувствах или изображение его проявлений, а в каком заложены сами чувства, состояния души.

Душевные или бездушные произведения имеют абсолютно разные влияния на людей, убеждая в существовании души, укрепляет веру в это.

То же самое касается духовности и силы духа. Имеет ли смысл бойцу вступать в бой, если в нём нет того самого «огня», которым отличается душа воина? Наличие духа, олицетворением которого являются верность и мужество, или его отсутствие, душевность или бездушие не только субъективно свидетельствуют самому обладателю одухотворённой человеческой души о её существовании, но объективно доказывают в бою другим людям свою действенность и подлинность.

Но как убедиться в том, что так действует душа, а не телесная субстанция? С этим вопросом можем обратиться к религии и морали, в которых две «стороны» человеческой природы – телесная и душевная – выделяются иначе, чем в науке. Если одухотворённая душа не существует, то благодаря чему человек совершает выбор между телесными соблазнами и плотскими грехами, с одной стороны, и внутренней красотой и нравственной чистотой, с другой? Дух и душа, будучи воплощение добра, содержат в себе знание о добре и зле, бездушности и душевности, и направляют человека на совершение добрых поступков. А добро или зло проявляются в объективно наблюдаемых деяниях и их результатах, по которым и можно судить о душевности или бездушности того, кто их совершил.

Можно сделать вывод о том, что творения искусства, религия и мораль убеждают в существовании души у человека, а главным подтверждением этого являются поступки людей, их способность на добрые дела и подвиги.

Список литературы

1. Платон. Федон / Собр. соч. в 4 т. Т. 2. М.: Мысль, 1993. С. 7–80.
2. Аристотель. О душе / Соч. в 4 т. Т. 1. М.: Мысль, 1976. С. 369–448.

УДК 165**ЭМПИРИЗМ И ЕГО СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ**

Е.Е. Ульянова, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

imbbohan@mail.ru

Научный руководитель: В.И. Фалько, к.ф.н., доцент,

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Под эмпиризмом в теории познания традиционно понимается всякая теория познания, на первое место ставящая опыт, отказываясь, например, от врожденных идей Декарта и априорных форм Канта. Для эмпирика разум не является первичной, абсолютной данностью – он сам вытекает из опыта, как внешнего (ощущение), так и внутреннего (размышление), и в одно и то же время зависит от опыта и придает ему форму (в частности, посредством использования знаков) [1]. Сильная сторона эмпиризма состояла в ориентации на детальный анализ чувственного познания, на сенсуализм в теории познания. Вместе с тем для всех направлений эмпиризма характерно резкое принижение или даже игнорирование роли рационального познания [2].

Эмпирическое познание в доклассической науке характеризовалось непосредственной данностью объекта субъекту в чувственном восприятии. В классической науке Нового времени, активно использующей измерительные приборы и эксперимент, эмпирическое знание отображало взаимодействие объектов внешнего мира между собой. Тем самым объективный мир оказывался не только связанным с субъективным миром, но и отделённым от него техникой науки и ощущениями субъекта. Это обстоятельство обусловило появление эмпиризма и рационализма, в своём противоборстве пытавшихся преодолеть границу между объективным и субъективным мирами. Важную роль в разрешении этой проблемы сыграло осмысление эксперимента как вида практики.

Одна из главных проблем классического эмпиризма заключается в отсутствии общедоступности. Следовательно, такой эмпиризм никогда не сможет переступить порог ученой философии и приобрести какое-нибудь значительное влияние среди обыкновенных людей. Дело в том, что эмпиризм классической науки по своей сути – индивидуальное знание. И сколько бы не было общего между людьми, их жизненный опыт будет отличаться.

В неклассической науке XX века обнаруживается зависимость не только теории, но и эмпирического знания, его интерпретации от субъективного фактора. Характерной чертой эмпирического знания этого периода является взаимодействие коллективного субъекта познания с объективным миром и влияния на него общения внутри научного сообщества.

Существенный недостаток эмпиризма состоит в том, что, говоря о категориях и их эмпирическом происхождении, он имеет в виду исключительно опыт внешний, то есть чувственные впечатления и образованные от них представления. Но всем становится ясно, что из такого опыта нельзя объяснить происхождения категорических понятий.

Поэтому в современной науке всё более явно обнаруживается антропный принцип, в соответствии с которым объективный мир, природа рассматриваются как якобы субъекты. Поэтому прежние формы эмпирического знания, которые ограничивались внешним опытом чувственного восприятия и предметной практики, дополняются общением коллективного субъекта с исследуемым миром и опытом совершения поступков. Подобно тому, как современный научный рационализм оказывается открытым для своих альтернатив, так и эмпиризм нашего времени

приобретает расширенное толкование, включающее социальную практику, общение и внутренний духовный опыт, не сводящийся к размышлению.

Совсем же другое дело, если мы обратимся к внутреннему опыту, как сознанию наших собственных психологических состояний и самонаблюдений. По отношению к этому опыту мы действительно можем сказать, что его данные служат для нашего разума теми результатами, посредством наблюдения и анализа которых мы получаем первоначально определенные понятия о категориях.

Эмпиризм имеет свои социальные, культурно-мировоззренческие и когнитивные истоки. Он представляет собой новый культурный феномен, возникший в Новое время в связи с изменением ценностных и мировоззренческих ориентаций. И не стоит недооценивать эмпиризм. Ведь для каждого человека эмпиризм – это важная часть внутренних взглядов и мышления.

Список литературы

1. Конт-Спонвиль Андре. Философский словарь / пер. с французского Е.В. Головиной. М., 2012. 752 с.
2. Философский словарь / авт.-сост. С.Я. Подопригора, А.С. Подопригора. Изд. 2-е, стер. Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. 564 с.
3. Майкова В.П. Социальная философия в структуре философского знания: Учебно-методическое пособие для подготовки к семинарским занятиям. Сергиев Посад: Изд-во «Все для Вас», 2019. 60 с.

УДК 316.4

ЦЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЕЖИ

Л.С. Насифулина, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

nasifulleyla@mail.ru

Научный руководитель: П.Н. Тихвинский, старший преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Каждое поколение вносит что-то новое в развитие общества. Однако при этом все новое базируется на старых основах. Молодежь – это отражение направления развития общества. Глядя на молодых людей, можно понять, куда и с какой целью движется общество. Иногда пожилые люди ругают молодежь, считая, что они ведут себя не так, как следовало. Конечно, ценности современной молодежи отличаются от ценностей прошлых поколений. Но это вполне нормальное явление, которое показывает, что общество не стоит на месте. Единственная проблема в этом вопросе, которая может вызывать тревогу, – это если ценности меняются не в лучшую сторону.

Жизненные ориентации современной молодежи изменили свой вектор, уйдя от социальной (коллективистской) направленности к индивидуальной. Главным стремлением каждого человека стало личное материальное благосостояние. К сожалению, ценность оплаты труда стала цениться больше свободы или ценности интересной работы. Отсюда проистекает внимание молодежи к таким общественным проблемам, как рост цен, преступности, инфляция, коррупция, социальное разделение общества, проблемы экологии, пассивность граждан.

Гражданская позиция и общественные нужды ушли на последние позиции, уступив место проблемам материальной обеспеченности и здоровья.

По данным ВЦИОМ, в иерархии ценностей молодежи – в группе от 18 до 34 лет – первые три места занимают доход (15 %), порядок и стабильность (11 %), самореализация

(8 %). Для старшего поколения (35 лет и старше) важнее всего стабильность (18 %), а уже после они задумываются о доходе (13 %).

Социологи также отмечают, что для людей в возрасте от 35 лет патриотизм более значим, чем для более молодых (8 % против 4 % соответственно), самореализация же занимает одно из последних мест (3 %). Молодежь острее чувствует ценностный кризис: среди ее представителей выше доля людей, которые чувствуют, что в их отношении нарушены ценности, в особенности честность и уважение.

К нашей молодежи можно отнести условно-различные социальные типы. Чаще всего встречаются «предприимчивые», которые планируют добиться успехов в бизнесе и богатстве; «максималисты», которые уверены, что добьются успехов практически во всех сферах жизни; «труженики», которые рассчитывают на хорошую работу; «семейные», основное устремление которых – создание прочной семьи; «гедонисты», рассчитывающие на жизнь, полную удовольствий; «карьеристы», которые считают, что добьются всего, но только ценой таких усилий, которые не позволят им иметь много свободного времени. При этом на формирование этих моделей жизненных устремлений оказывают влияние характеристики социальной среды, в которой формируется молодежь.

Работая с социологическими данными, можно сделать вывод, что у современной молодежи есть отхождение от традиционных ценностей, таких как: семья, здоровье, забота, доверие, любовь, надежность. У многих молодых людей происходит некое отторжение образа жизни своих родителей и старшего поколения.

Мы можем преодолеть это с помощью старшего поколения. Ведь вся молодежь признает за ними авторитет, так как зрелые люди являются носителями мудрости и опыта. Молодежи следует быть более восприимчивой к опыту старшего поколения. Не должно быть разрыва между поколениями. Нужно находить, передавать хорошее другим и привносить это в нашу собственную жизнь, тогда многие вещи вернутся на свои места.

Список литературы

1. Ласточкина М.А. Социальная защищенность населения России: обзор исследований последних лет // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2013. № 2. С. 171–179.
2. Лисовский В.Т. Ценности жизни и культуры современной молодежи (социологическое исследование) // Тугариновские чтения. Материалы научной сессии. Сер. «Мыслители». 2000. № 1. С. 40–44.
3. Материалы интернет ресурса. Учительская газета. Режим доступа: <http://www.ug.ru/news/21850> (дата обращения 10.04.2019).

УДК 008

МЕТОД КЛАСТЕРИЗАЦИИ В ИСТОРИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ИСТОРИИ КОСМОНАВТИКИ СССР

А.Е. Аверкиев, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

aae_pl@mail.ru

Научный руководитель: Т.Ю. Черемухина, к.и.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

Современное состояние исторической науки характеризуется значительным расширением проблематики, связанным с необходимостью, с одной стороны, обобщить накопленный опыт и выйти на уровень фундаментальных работ, носящих теоретико-концептуальный характер.

Исторической науке требуется анализ большого количества данных, накопленных в период новой и новейшей истории. Подобное исследование требует обработки огромного объема источников, разных по характеру и формам выражения. Из-за этого история нуждается в повышении объективности своих выводов и наблюдений, а так же в повышении точности. В этом определенную помощь историку могут оказать математические методы [1]. Советские учёные одними из первых стали применять математические методы в изучении истории. К их числу можно отнести доктора исторических наук, профессора Наталью Борисовну Селунскую. Многие работы Н.Б. Селунской посвящены изучению методов математического анализа в историческом исследовании.

Методы кластерного анализа можно применять в различных ситуациях, встречающихся в исследованиях как научных, так и чисто прикладного характера. Задача кластерного анализа заключается в том, чтобы на основании данных, содержащихся в множестве X , разбить множество объектов I на m кластеров (подмножеств) $a_1, a_2, a_3, \dots, a_m$ так, чтобы каждый объект I_i принадлежал одному и только одному подмножеству разбиения и чтобы объекты, принадлежащие одному и тому же кластеру, были сходными, в то время как объекты, принадлежащие разным кластерам, были разнородными (имели существенные отличия) [2].

Метод К-средних –метод кластерного анализа, цель которого является разделение m наблюдений (из пространства R^n) на k кластеров, при этом каждое наблюдение относится к тому кластеру, к центру (центроиду) к которому оно ближе всего. В качестве меры близости между наблюдениями будем использовать Евклидово расстояние

$$\rho(x, y) = \|x - y\| = \sqrt{\sum_{p=1}^n (x_p - y_p)^2}, \text{ где } x, y \in R^n.$$

Итак, рассмотрим ряд наблюдений $(x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(m)}), x^{(j)} \in R^n$. Метод k -средних разделяет m наблюдений на k групп (или кластеров) ($k \leq m$) $S = (S_1, S_2, \dots, S_k)$ так, чтобы минимизировать суммарное квадратичное отклонение точек кластеров от центроидов этих кластеров: $\min \left[\sum_{i=1}^k \sum_{x^{(j)} \in S_i} \|x^{(j)} - \mu_i\|^2 \right]$, где $x^{(j)} \in R^n, \mu_i \in R^n$. μ_i – центроид для кластера S_i . Сам метод К-средних можно разделить на два шага: обновление кластеров и обновление центроидов. На первом шаге нужно отнести наблюдения к тем кластерам, чей центр (центроид) к ним ближе всего. На втором шаге обновление центроидов каждого i -го кластера центроид переисчисляется по следующему правилу: $\mu_i = \frac{1}{S_j} \sum_{x^{(j)} \in S_i} x^{(j)}$. Выполнение алгоритма прекращается, когда значения μ_i не меняются: $\mu_i^{\text{шаг } t} = \mu_i^{\text{шаг } t+1}$ [3].

Краткое исследование космонавтики СССР с помощью метода кластеризации.

Если с помощью метода кластеризации обработать данные запусков ракетносителей СССР (1957-1991 гг.), то на основе полученных кластеров можно будет решить задачу классификации, дополнения данных, разработки и опровержения теорий.

Кластеризацию удобно проводить для исследования большого количества данных, с её помощью можно решать задачи классификации, а на основе обработанных данных легко разрабатывать и опровергать гипотезы. Все вычисления были произведены на языке python с использованием библиотек: numpy, pandas, scikit-learn.

Список литературы

1. Федорова Н.А. Математические методы в историческом исследовании. Казань: Изд-во «Научная библиотека КГУ», 1996. 110 с.
2. Дюран Б., Оделл П. Кластерный Анализ. М: «Статистика», 1977. 128 с.
3. Миркин Б.Г. Методы кластер-анализа для поддержки принятия решений: обзор: препринт WP7/2011/03/. М: Издательский дом Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», 2011. 88 с.

УДК 929

РОЛЬ В.Н. ЧЕЛОМЕЯ В СОВЕТСКОМ РАКЕТОСТРОЕНИИ

И.В. Лохтуров, бакалавр

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Космический»

lohturov@yandex.ru

Научный руководитель: Т.Ю. Черёмухина, к.и.н., доцент

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Космический»

Прошло много лет с момента окончания космической гонки между СССР и США. Все, от мала до велика знают С.П Королева и Ю.А. Гагарина. Но многие имена тех, кто был связан с космонавтикой, померкли со временем. Об одном из них, о В.Н. Челомее, пойдёт речь в данной работе.

Будущий генеральный конструктор родился 30 июня 1914 в городке Седлец в семье учителей. Позже семья переехала в Киев, где Владимир Николаевич окончил Киевский Авиационный Институт. За время учёбы с 1933–1937гг. он опубликовал более 20 научных работ, а его дипломная работа «Колебания в авиационных двигателях» была блестяще защищена и признана Учёным советом выдающейся. В 1939 была защищена кандидатская диссертация на тему «Динамическая устойчивость элементов авиационных конструкций». Во время прохождения практики на заводе № 29 ему пришла в голову идея об использовании пульсирующих воздушно-реактивных двигателей.

В 1940 г. он вошёл в список 50 выдающихся молодых учёных СССР, которых принимают в специальную докторантуру при академии наук. В.Н. Челомей должен был завершить и защитить докторскую диссертацию не позднее 1 июня 1941 г. Он справился с этим, но из-за начала войны работа не была утверждена Высшей Аттестационной Комиссией. Новая защита состоялась лишь в 1951 г. в МВТУ им. Баумана. В 1952 г. Владимиру Николаевичу было присвоено звание профессора.

В 1941 г. Челомея назначили начальником группы реактивных двигателей в Центральном институте авиационного моторостроения имени Баранова, где в 1942 г. им был создан первый в СССР ПуВРД. Аналогичные двигатели использовались в немецких самолётах-снарядах ФАУ-1, и Челомея назначили главным конструктором и директором завода № 51, с целью создать нечто аналогичное. Созданный к началу 1945 г. советский самолёт-снаряд (впоследствии их стали называть крылатыми ракетами), получил индекс 10Х, но применения так и не нашёл.

Позже Особое Конструкторское Бюро 51 было передано в ОКБ 155 под руководством Микояна и Гуревича, и на некоторое время Челомей отошёл от ракетной тематики, но в 1954 г. его разработками заинтересовалось командование флота. В июне 1954 г. на заводе № 500 в Тушино была создана специальная конструкторская группа-10 (СКГ-10) по проектированию крылатой ракеты второго поколения, а в 1955 г. Челомей назначается главным конструктором ОКБ-52, прямого наследника СКГ-10. В принятой на вооружение противокорабельной крылатой ракете П-5 были реализованы революционные идеи: ракета помещалась в транспортно-пусковом контейнере, закрытом герметичной крышкой, что позволяло в том числе размещать снаряды на подлодках; для вывода ракеты из контейнера использовался пороховой ускоритель; крылья ракеты в контейнере находились в сложенном состоянии и раскрывались после старта [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Хрущёвская эпоха стала временем расцвета ОКБ-52. Под руководством В.Н. Челомея была разработана линейка универсальных ракет. Межконтинентальная баллистическая ракета УР-100 составила основу ядерного щита СССР на долгие годы, так как имела изначально хорошие ТТХ, не самую высокую цену и потенциал для модернизации. Так же, впервые в отечественном ракетостроении, снаряд на боевом

дежурстве изолировался от внешней среды. Контроль состояния, предстартовая подготовка и пуск были автоматизированы. Ракета-носитель УР-500 «Протон» в двухступенчатом варианте стал одним из первых носителей среднетяжёлого класса, а трёхступенчатый «Протон-К» – тяжёлого. Решение о прекращении эксплуатации «Протона» было принято лишь в 2018 г. Там же были разработаны первые в мире маневрирующие космические аппараты «Полёт» [1].

В 1964 г. Челомей предложил концепцию орбитальной пилотируемой станции для решения различных задач, в том числе оборонных. Орбитальный комплекс включал в себя базовый блок, спускаемый аппарат и транспортный корабль снабжения (ТКС). 3 апреля 1973 г. была запущена станция «Алмаз» (ОПС-1) под названием «Салют-2». В последующие годы было запущено ещё несколько ОПС. ТКС запускался четырежды под названием «Космос». Корабль показал высокую надёжность и технологичность, но впоследствии от него отказались, и программа ТКС была закрыта.

С 1979 г. Челомей и его ОКБ стали подвергаться всё большему давлению и ограничению деятельности со стороны руководства ВПК [1]. 8 декабря 1984 г. В.Н. Челомей не стало.

Разработки В.Н. Челомей внесли в ракетостроение многие революционные идеи, многие из которых используются и по сей день. Он по праву занимает своё место в зале славы пионеров освоения космоса.

Список литературы

1. Наука и техника. «Владимир Челомей: противоречивый гений» Режим доступа: <https://naukatehnika.com/vladimir-chelomej-protivorec> (дата обращения 10.04.2019)

УДК 631.53.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ЛИСТВЕННОСТИ АМЕРИКАНСКОЙ В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ

Е.А. Павлова, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научный руководитель: М.А. Лавренов, старший преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

lavrenov@mgul.ac.ru

Лиственница американская (*Larix laricina* (Du Roi) K. Koch) произрастает на территории Канады и США.

В условиях интродукции в России исследования данной породы приведены, например, в работах Мельника П.Г. и Ирошникова А.И. [1]. При этом авторами учитывались особенности роста и продуктивности.

Цель данной работы – исследование изменчивости морфологических признаков шишек, семенных чешуй, семян и хвои лиственницы американской, произрастающей в условиях интродукции.

Наши исследования актуальны, так как при интродукции и селекции хозяйственно-ценных древесных пород, таких как лиственница американская, необходима оценка изменчивости ее вегетативных и генеративных органов. Также морфологические признаки шишек имеет большое значение в систематике видов рода *Larix* Mill [2].

Объектом исследования является лиственница американская в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина (г. Москва). 59 экземпляров выращены из семян, присланных из Канады и США в 1956 г.. Дерево в 23 года высотой 18,6 м, диаметр ствола 29,0 – 38,0 см. Пылит с 7 лет, ежегодно, иногда обильно [3].

Главный ботанический сад РАН находится на севере Москвы. Дендрологическая коллекция занимает 75 га центральной части сада, представляющей собой восточный склон моренного плато, сложенного красно-бурыми валунными суглинками. Почвы дерново-среднеподзолистые, суглинистые [3].

Оценка коэффициента вариации проводилась по шкале изменчивости признаков С.А. Мамаева.

В результате исследования индивидуальной изменчивости вегетативных и генеративных органов лиственницы американской был представлен объем генеральной выборки (N), наибольшее и наименьшее значение признака ($X_{\max}$ и $X_{\min}$ соответственно), средняя арифметическая величина признака ($X_{\text{ср}}$), ошибка средней арифметической величины признака (S_x), коэффициент вариации (V), показатель точности опыта (P).

Нами учитывалось по 100 экземпляров шишек и хвои и 200 экземпляров семенных чешуй. По результатам исследования установлено, что средняя длина хвои составляет $14,8 \pm 0,49$ мм, средняя длина шишек – $14,0 \pm 0,25$ мм, средняя ширина шишек – $13,7 \pm 0,22$ мм, среднее число чешуй в шишках – $14,9 \pm 0,33$ шт., средняя длина семенных чешуй – $6,5 \pm 0,14$ мм, средняя ширина семенных чешуй – $5,5 \pm 0,13$ мм, средняя длина семян – $3,9 \pm 0,07$ мм, средняя ширина семян – $2,3 \pm 0,05$ мм.

Наибольшую вариацию показали признаки длина хвои (33,2 %), ширина семенных чешуй (32,3 %) и длина семенных чешуй (30,4 %).

Наименьшая вариация у длины шишек (17,7 %), ширины шишек (16,4 %), длины семян (17,0 %), которые варьируют на среднем уровне.

При этом показатель точности опыта во всех случаях не превышал 5 %, что позволяло судить о достаточной точности проведенных исследований.

Список литературы

1. Мельник П.Г., Карасев Н.Н. Географическая изменчивость лиственницы в фазе приспевания // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2012. № 1. С. 60-73.
2. Лавренов М.А., Васильев С.Б., Борисов В.А. Изменчивость морфологических признаков лиственницы сибирской, интродуцированной на нарушенные земли Егорьевского месторождения фосфоритов // Resources and Technology, 2018. № 15 (1). С. 11–22.
3. Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН: 60 лет интродукции / отв. ред. А.С. Демидов. М.: Наука, 2005. 586 с.

УДК 631.412

ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ ЛЕСНЫХ ВОДООХРАННЫХ ПОЛОС УЧИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

И.А. Савельев, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

sab7298@list.ru

И.В. Зенкова, аспирант

ВНИИЛМ, myrtic@mail.ru

Научные руководители: О.В. Кормилицина, к.с.-х.н., доцент,

Бондаренко В.В., к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Функционирование лесных биоценозов на постагrogenных дерново-подзолистых почвах отражается на морфологических и физико-химических свойствах почв.

Исследуемые почвы формируются под искусственно созданными лесными фитоценозами водоохранных полос Учинского водохранилища Московской области. В целом постагрогенные почвы под лесными культурами, как с преобладанием ели обыкновенной, так и с преобладанием лиственных пород характеризуются постепенным восстановлением природных параметров почв.

Учинское водохранилище расположено в Московской области, которое, согласно лесорастительному районированию, относится к зоне южной тайги, подзоне хвойно-широколиственных лесов. Преобладающие (зональные) почвы в этой зоне дерново-подзолистые, характеризующиеся промывным водным режимом.

Объекты исследований – постагрогенные дерново-подзолистые почвы, формирующиеся на суглинистой морене, подстилаемые флювиогляциальными отложениями, под искусственно созданными лесными фитоценозами с разной долей участия в составе хвойных и лиственных пород. Были заложены две пробные площади: ПП1 – с преобладанием в составе насаждения лиственных (липы и берёзы) и ПП2 – с преобладанием ели европейской. Для контроля были заложены ещё 2-е пробные площади: в естественном лесу – ельнике разнотравном, возраста 80-100 лет и на 5-и летней залежи. Все пробные площади расположены недалеко от водохранилища и находятся в одинаковых геоморфологических условиях.

Лесные культуры по берегам водохранилища были созданы в 1939-1940 гг. под руководством проф. Н.Н. Степанова и представляли собой хвойно-лиственные насаждения с порядковым смешением хвойных (сосна, ель, лиственница), лиственных (берёза, липа, тополь) и кустарниковых пород [1]. Всего было применено 14 схем смешения культур. Лесные культуры были созданы на агрогенных почвах с предварительно проведённой тракторной вспашкой с дискованием.

Для характеристики исследуемых почв было выполнено подробное морфологическое описание почвенных профилей и проведены следующие виды анализов: агрегатный анализ (методом сухого просеивания по Н.И. Саввинову); водопрочность почвенных агрегатов по методу П.И. Андрианова в модификации Н.А. Качинского) в 3-х кратной повторности; плотность почвы – методом буриков Качинского; pH (водной и солевой суспензии) – потенциометрически; обменная кислотность и подвижный алюминий (по А.В. Соколову); гидролитическая кислотность почвы (по Каппену); сумму обменных оснований (по Каппену-Гильковицу); определение подвижного фосфора (по Кирсанову), определение подвижного калия – на пламенном фотометре; содержание углерода органических соединений (по И.В. Тюрину).

На основании проведённых исследований можно сделать следующие выводы:

- под влиянием лесной растительности бывший пахотный горизонт постагрогенных почв дифференцируется на гумусовый и элювиальный горизонты;

- агрегатный анализ показал, что для всех почв под лесными культурами, как с преобладанием ели обыкновенной, так и с преобладанием лиственных пород характерно более равномерное распределение фракций агрегатов по размерам, без преобладания крупных и мелких фракций;

- анализ почв на плотность показал, что под влиянием лесной растительности (лесных культур) почвы имеют тенденцию к разуплотнению верхних почвенных горизонтов;

- существенное влияние на изменения свойств постагрогенных почв оказывает породный состав насаждений: анализ химических свойств показал, что в почвах с преобладанием лиственных пород (ПП1) отмечается высокое и повышенное содержание подвижных форм калия и фосфора, невысокая обменная и гидролитическая кислотность, повышенное содержание гумуса, а в почвах под лесными насаждениями с преобладанием ели обыкновенной (ПП2) реакция среды – слабокислая, более низкое, чем на ПП1 содержание подвижных соединений калия и фосфора, содержание гумуса – среднее [2];

– результаты проведённых исследований свидетельствуют о том, что через 80 лет старопахотные почвы под лесными культурами, хотя и не проявляют ещё характерных для зональных почв свойств, но имеют тенденцию к их восстановлению.

Список литературы

1. Степанов Н.Н. Типы лесных культур // В защиту леса. 1937. № 2. С.7-17; № 4. С. 9-20.
2. Писаренко А.И. Наставление по системам применения удобрений в лесном хозяйстве на европейской территории СССР. Госкомитет по лесу, 1991.

УДК 631.53.01

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВИДОВ РОДА *ABIES* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В ЕВРОПЕЙСКУЮ ЧАСТЬ РОССИИ

А.А. Кислая, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

anzhela.kislaya.95@mail.ru

Научный руководитель: В.А. Брынцев, д.с.-х.н. профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

bryntsev@mail.ru

Перспективным путём повышения продуктивности лесов, обогащения биоразнообразия, а также увеличения эстетической ценности является интродукция древесных пород. Актуальность темы обосновывается также необходимостью рационального использования возможности разносторонних природных свойств интродуцентов, которые, по мнению ряда ученых-лесоводов, способны в условиях интродукции образовывать высокопродуктивные насаждения [1].

Европейская часть России в наибольшей степени экономически развита. Есть возможность плантационного выращивания автохтонов и интродуцентов, а так же возможность глубокой переработки полученной древесной продукции. Однако центральная часть европейской России обеднена видами.

Род пихта *Abies* Mill – один из наиболее обширных родов хвойных, который включает в себя 50 видов, произрастающих в лесах северного полушария. Пихты требовательны к влажности воздуха, имеют плохую переносимость высоких и низких температур, а так же избегают местообитания с застойным увлажнением. Основными центрами разнообразия пихт являются запад Северной Америки и Центральная Америка – 14 видов, Восточная Азия – 23 вида и Средиземноморье – 9 видов, Сибирь и Центральная Азия – 2 вида и восток Северной Америки – 2 вида.

Пихта имеет значимость для лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной и химической промышленности. Она является ценной породой и может быть интродуцирована в Европейскую часть России для решения ряда хозяйственных задач.

Цель исследования состоит в оценке межвидовой и внутривидовой изменчивости видов рода *Abies* L. как интродукционного и селекционного потенциала при интродукции в европейскую часть России.

Объектом исследования является коллекция видов рода *Abies* L. в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина в г. Москва.

Было проведено исследование с целью изучения роста, состояния, а также выявления наиболее ценных и перспективных для интродукции видов пихт в коллекциях ГБС РАН. Полевое исследование включало в себя измерение высоты и диаметра каждого

дерева, а также определения состояния по шкале категорий состояния хвойных деревьев [3].

Представители рода *Abies*, представленные в ГБС имеют разный возраст (от 31 до 71 года). Общее число исследованных биогрупп – 40. Для оценки коэффициента вариации, проводившейся по шкале изменчивости признаков С.А. Мамаева [2], были взяты 2 вида – пихта сибирская и пихта бальзамическая.

Большая часть видов относится к категориям состояния – без признаков ослабления или ослабленные. Состояние пихты кавказской отнесено к категории состояния сильно-ослабленная, с 2017 г. наблюдается обмерзание прироста, в последующие годы прирост не восстановлен. На некоторых деревьях отмечено раздвоение ствола. В сильно-ослабленную категорию состояния входят деревья вида пихта белая. Ослабленное состояние отмечено почти у всех экземпляров пихты одноцветной. Пихта корейская, представленная в ботаническом саду 10 экземплярами, сильно обмерзала в молодом возрасте, в последующие годы так же наблюдается обмерзание верхушек крон. Почти все деревья пихты сибирской и бальзамической имеют I категорию состояния.

В результате исследования параметров и состояния пихт сибирской и бальзамической показаны средняя арифметическая величина признака (M), ошибка средней арифметической величины признака (m) и коэффициент вариации (V).

По нашим данным, пихта сибирская (средний диаметр – 24,4 см, средняя высота – 21,4 м) и пихта бальзамическая (средний диаметр – 26,2 см, средняя высота – 22,3 м) не имеют значимых различий между двумя выборками, следовательно, выборки можно считать однородными.

Исходя из данных, собранных во время исследований видов рода *Abies* L. в ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН, пришли к заключению, что лучше адаптируется и имеет хороший рост, а также состояние пихта сибирская, бальзамическая, Вича, цельнолистная и белокорая. Очень медленный рост и частое повреждение заморозками в молодом возрасте отмечен у пихты белой, пихты корейской, пихты субальпийской.

Несколько видов пихт имеют наибольшую устойчивость и декоративную ценность: пихта сибирская, бальзамическая, цельнолистная, Вича, Фразера, белокорая. Данные виды могут быть рекомендованы в качестве озеленения городов и других населенных пунктов в центре европейской части России.

Список литературы

1. Брынцев В.А., Храмова М.И. Индивидуальная и семейственная изменчивость сеянцев сосны кедровой сибирской, выращенных из семян интродукционной популяции // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2011. № 5. С. 4–10.
2. Погиба С.П., Курносков Г.А., Казанцева Е.В. Методы количественной генетики в лесной селекции. М.: МГУЛ, 1999. 31 с.
3. Санитарные правила в лесах Российской Федерации: ред. от 20.01.95, утв. Приказом Рослесхоза от 18.05.92 № 90.

УДК 631.53.01

**ОПЫТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА
РЕКУЛЬТИВИРУЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ЕГОРЬЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ФОСФОРИТОВ**

Е.А. Спиряева, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научный руководитель: С.Б. Васильев, к.с.-х.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет ЛХ, ЛТ и СПС

svasilyev@mgul.ac.ru

Целью работы являлось исследование и оценка успешности влияния бактериальных препаратов на рост хвойных пород в условиях техногенных ландшафтов Подмосковья.

Наши исследования актуальны, так как интродуцированные древесные насаждения сосны обыкновенной, ели европейской, лиственницы сибирской широко используются в лесных культурах, а также при помощи данных хвойных пород создаются рекреационные леса, сады и парки.

Объектом исследования являются сосна обыкновенная, ель европейская, лиственница сибирская на нарушенных землях. Место исследования находится на юго-востоке Московской области на территории Воскресенского, Егорьевского, Коломенского и Орехово-Зуевского районов. Почвы отличаются низким плодородием [1].

В данной исследовательской работе, посадочный материал брался с открытой корневой системой, корни обрабатывались путём обмакивания в торфо-глиняную болтушку с добавлением рабочего препарата.

В производственных условиях бактериальные препараты следует применять для обработки корневых систем растений при пересадке. Водный раствор препарата готовился из расчета 50 мл препарата на 10 л воды. При использовании смеси препаратов (А+Ф) следует приготовить рабочий раствор из расчета 50 мл каждого препарата на 10 л воды [3].

В ходе проведения исследования использовалось четыре ряда посадок каждой породы: 1 ряд – контроль, без использования бактериальных препаратов, 2 ряд – с использованием азотовита, 3 ряд – с использованием фосфатовита и 4 ряд – с использованием азотовита и фосфатовита вместе.

Подсчёт биометрических показателей проводился по методике Н.Н. Свалова [2].

В результате подсчёта биометрических показателей найдены значения: средняя арифметическая величина (M), ошибка средней арифметической величины (m), коэффициент изменчивости (V), показатель точности опыта (P).

На основании проведенных исследований установлено, что для сосны обыкновенной, произрастающей на нарушенных землях Егорьевского месторождения фосфоритов, наиболее эффективными для роста микробиологическими удобрениями являются азотовит и фосфатовит.

В результате проведенных исследований, также было установлено, что для ели европейской, наиболее перспективными препаратами являются азотовит и фосфатовит.

Таким образом, для лиственницы сибирской, произрастающей на рекультивируемых землях, наиболее эффективными для роста микробиологическими удобрениями являются фосфатовит и азотовит + фосфатовит.

Список литературы

1. Васильев С.Б. Типы лесных культур на промышленных отвалах Подмосковья (на примере Егорьевского месторождения фосфоритов): дис. канд. с.-х. наук. М., 2000. 118 с.
2. Свалов Н.Н., Вариационная статистика. Пособие для студентов лесохозяйственного факультета. М.: МЛТИ, 1983. 79 с.
3. Мартыненко О.В. Методика закладки опытно-производственных посадок хвойных пород с использованием бактериальных препаратов на рекультивируемых землях. М., 2014. 2 с.

УДК 631.43**СОЗДАНИЕ ПРОЧНЫХ И ВОДОУСТОЙЧИВЫХ ПОЧВЕННЫХ
АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ**

Р.С. Решетов, А.А. Лентина, Д.А. Погожев, М.М. Кошелькова, бакалавры

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научные руководители: О.В. Кормилицына, к.с.-х.н., доцент,

makarova@mgul.ac.ru

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

В.В. Бондаренко, к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Цель исследования – установить пригодность почвенного материала для изготовления относительно прочных, экологически чистых архитектурных форм, используемых в благоустройстве. В результате исследований были поставлены следующие задачи: установить размер фракций почво-грунтов для их более прочного склеивания; определить наиболее подходящее клеящее вещество по прочностным и экологическим признакам, а также оптимальное соотношение смеси; выполнить экспериментальную проверку готовых изделий на прочность и водостойчивость.

Для исследований использовались образцы почво-грунтов с наиболее низким содержанием органического вещества (менее 0,2 % углерода по Тюрину), содержание физической глины составляло 40 %, содержание обменного Ca^{2+} 15...20 ммоль(-)/100 г почвы [1].

Карбамидоформальдегидные смолы (КФС) широко используются в строительстве, деревообработке. По водостойкости и прочности полиэфирным и эпоксидным материалам такие смолы несколько уступают, но их изготовление обходится намного дешевле.

Получают КФС смолы путём поликонденсации формальдегида с карбамидом, представляют собой негорючую водную суспензию, степень вязкости которой и цвет могут различаться в зависимости от марки. Для экспериментов была подобрана смола КФ-МТ – наименее токсичная, используемая для производства ДВП и ДСП. При смешивании компонентов объем смолы составлял 20 % от объема сухой массы, в качестве отвердителя был взят сульфат аммония, процентное содержание которого было равно 20 % от объема смолы.

Жидкое стекло представляет собой соли кремниевой кислоты, в основном это силикаты натрия ($\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$) или калия ($\text{K}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$). Жидкое стекло также широко известно под названием "силикатный клей". Жидкое стекло принято подразделять по виду щелочного катиона на натриевые, калиевые, литиевые. Силикатный клей выпускают в пределах значений силикатного модуля до 3,4; а собственно жидкое стекло имеет

силикатный модуль в пределах значений до 3,0 (ГОСТ 13078). Для исследований взят силикатный клей с силикатным модулем 2,7 [2], калиевого щелочного катиона. При смешивании пропорции клея и почвогрунта составляли: 1/2, 1/3, 1/4. В качестве отвердителя был взят ферохромовый шлак, концентрация которого составляла так же 1/2.

Не менее важную роль в процессе изготовления играет сушка изделий. Результат проведенных экспериментов показал, что наиболее прочные и водостойкие образцы были высушены при большей температуре (около 200°C) не менее чем за час.

Таким образом, исследования показали, что при изготовлении материала из почвогрунтов, обогащенных Ca_2^+ с размером фракций 0,01 мм при смешивании с карбомидоформальдегидной смолой, либо силикатным клеем в указанных пропорциях, а также высушиванием до постоянного веса при температуре не менее 200 °C в сушильном шкафу отличались высокой прочностью, водостойкостью, экологичностью, быстротой и простотой изготовления почвогрунтовых архитектурных форм. Например, декоративных плит, контейнеров и конструкций разных форм, используемых в садово-парковом строительстве с ограниченным сроком службы.

Список литературы

1. Кудрявцев П.Г., Фиговский О.Л. Наноструктурированные материалы, получение и применение в строительстве // Нанотехнологии в строительстве. 2014. № 6. Т.6. С. 27-45
2. Кудрявцев П.Г., Фиговский О.Л. Жидкое стекло и водные растворы силикатов, как перспективная основа технологических процессов получения новых наноконпозиционных материалов // Инженерный вестник Дона. 2014. № 2 (29). С. 117.

УДК 631.43

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ

М.С. Загоруйко, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

А.О. Лян, бакалавр

alexa-lan@mail.ru

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научные руководители: О.В. Кормилицина, к.с.-х.н., доцент,

makarova@mgul.ac.ru

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

В.В. Бондаренко, к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Цель исследований – изучение влияния силикатного клея (жидкое стекло) в качестве структурообразующего вещества (структура) на образование водопрочных макроагрегатов дерново-подзолистой почвы.

Объектом исследований выбраны фракции агрегатов гумусового горизонта дерново-подзолистой почвы зоны хвойно-широколиственных лесов Московской области.

Методы исследований. Были определены следующие размеры агрегатов: более 10; 10...7; 7...5; 5...3; 3...1; 1...0,5; 0,5...0,25 и менее 0,25 (методом сухого просеивания по

Н.И. Саввинову). В выделенных фракциях определяли водопрочность почвенных агрегатов по методу П.И. Андрианова в модификации Н.А. Качинского [1]. Повторность 3-кратная. Содержание гумуса по И.В.Тюнину. Актуальная кислотность определена по международному стандарту ISO 10390 (потенциометрический метод); обменная кислотность потенциометрическим методом. В качестве структурообразующего вещества для исследований был выбран силикатный клей [2, 3]. В качестве контроля использовали агрегаты гумусовый горизонт дерново-подзолистой почвы.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что силикатный клей обладает хорошей клеящей способностью. При небольших концентрациях (1,0; 0,5 и 0,25 % раствора) силикатный клей образовал водопрочные макроагрегаты.

Особенностью структуры гумусовых горизонтов дерново-подзолистой почвы является ее распыленность, т.е. высокое содержание мелких агрегатов размером менее мм. Почвы кислые, содержат небольшое количество гумуса. Дерново-подзолистые почвы в большинстве случаев обладают слабо выраженной, непрочной структурой, вследствие чего они способны легко распыляться, заплывать при увлажнении, образовывать корку при высыхании и уплотняться.

По результатам работы можно сделать вывод, что силикатный клей с концентрацией раствора 0,25 % обладает меньшей клеящей способностью. Больше половины (64,23 %) составляют агрегаты, размером менее 1 мм. Растворы большей концентрации (0,5 % и 1,0 %) хорошо склеивают почвенные структурные отдельности, больше половины из которых, составляют агрегаты, размером более 1 мм.

Большое значение для характеристики почвы имеет водопрочность ее структуры – количество прочных, не размываемых водой почвенных отдельностей.

Полученные данные позволили определить, что наиболее водостойкими являются агрегаты, полученные с применением силикатного клея наибольшей концентрации.

Список литературы

1. Милановский Е.Ю., Шеин Е.В. Структура почв // Природа. № 3. 2003. С. 13–14.
2. Медведев В.В. Структура почвы (методы, генезис, классификация, эволюция, география, мониторинг, охрана). 2008. Харьков. С. 27–81.
3. Абросимова Л.Н. Влияние структурообразователей на агрегатный состав почвы. Бюллетень научно-технической информации по агрономической физике. 1962. № 11–12.

УДК 502.4

ОХРАНА РЫЖИХ ЛЕСНЫХ МУРАВЬЁВ В УСЛОВИЯХ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

И.Н. Шматков, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

t.n.97@mail.ru

Научный руководитель: О.В. Беднова, к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Несмотря на то, что виды группы рыжих лесных муравьёв (*Formica s.str.*) имеют огромные ареалы и широко распространены в лесной зоне, размеры и состояние их поселений сильно различаются в пределах зоны обитания. Также в последние годы наблюдается быстрое снижение численности их популяций. По-видимому, основную роль здесь играет всё усиливающееся антропогенное давление: сплошные рубки, лесные пожары, техногенное загрязнение, рекреационная нагрузка. Эти факторы негативно

влияют на муравьев, главным образом, опосредованно – через нарушение лесных экосистем. Структура ассоциаций лесных муравьёв зависит от хода сукцессий лесных биогеоценозов. Виды из группы *Formica s.str.* населяют леса с максимально сохранной структурой лесных биогеоценологических связей [1]. Это значит, что состояние локальных популяций рыжих лесных муравьёв может свидетельствовать о состоянии связанных с ними лесных экосистем.

Очевидной становится необходимость не только охраны муравьёв как уникальных насекомых, но и мониторинг состояния мирмекофауны в целях сохранения ценных лесов. Этим целям наиболее качественно мог бы служить системный мониторинг поселений муравьёв, проводящийся с некоторой периодичностью на всех территориях, покрытых лесом. Целесообразно создание доступных постоянных пунктов мониторинга состояния популяций муравьёв для контроля численности их популяций и экологической обстановки.

Для этого требуются объекты с длительным сроком существования, обладающие в равной степени устойчивостью и способностью к динамическому изменению своей внутренней структуры. Всем этим требованиям соответствуют крупные поселения рыжих лесных муравьёв со значительной плотностью и мощностью гнёзд, развитой надсемейной социальной структурой, часто соседствующие на одной территории с другими видами муравьёв, а иногда даже существующие в условиях лесных участков с разной структурой насаждений [2]. Такие объекты представляют собой и объекты высокой природоохранной ценности.

Можно выделить четыре уровня охраны лесных муравьёв: 1 – комплексные особо охраняемые природные территории (ООПТ); 2 – профильные ООПТ (мирмекологические заказники), 3 – особо защитные участки лесов (ОЗУ), 4 – неэксплуатационные площади (НЭП).

Целью проведённой работы стал сбор документальной информации о текущем состоянии системы охраны мирмекофауны во Владимирской области: количестве крупных поселений, количестве гнёзд в поселениях и плотности их расположения, среднем объёме и мощности гнезда.

В регионе существует сеть из 135 особо охраняемых природных территорий, различных по значению, категории и статусу, из них 117 расположены на землях лесного фонда [3]. Более двух десятков из них довольно значительны по площади. Режим охраны в комплексных ООПТ строгий, что, разумеется, обеспечивает лучшую сохранность ассоциаций муравьёв. Однако, зачастую, в связи с широтой профиля крупных ООПТ, специфических мероприятий по охране и мониторингу состояния комплексов муравейников не предусматривают. Вероятнее всего, в границах этих ООПТ существуют поселения муравьёв, однако достоверно известно лишь об одном – реорганизованном мирмекологическом заказнике «Селивановский-1», присоединённом к комплексному природному заказнику «Колпь».

Более доступна информация о характеристиках мирмекологических заказников Владимирской области. На территории региона размещено 6 таких ООПТ. Данные об их состоянии зафиксированы в регламентах ООПТ и постановлениях органов власти региона. Кроме того, в лесохозяйственных регламентах лесничеств содержатся данные о площади и режиме охраны заказников. Однако, несмотря на проведение реорганизации заказников в 2016 г., установление их точных границ и постановку на кадастровый учёт, данные о текущих количественных и качественных показателях поселений муравьёв недоступны. Данные, собранные при организации заказников в 1983, 1986 и 1988 гг., заведомо устарели и, по всей видимости, изначально недостоверны: при сопоставимом количестве гнёзд их совокупный объём на порядок превышает таковой для обследованного нами в 2017 г. поселения муравьёв в Головинском участковом

лесничестве [4] при явно небольших различиях в условиях обитания. Отмечено изменение площадей заказников (как уменьшение, так и увеличение). Кроме того, вызывают вопросы расхождения площадей и границ заказников по данным лесохозяйственных регламентов и постановления администрации Владимирской области № 569 от 01.07.2016 г. «О реорганизации мирмекологических заказников регионального значения». В лесном плане Владимирской области и лесохозяйственных регламентах лесничеств данные о выделении ОЗУ не приводятся. О выделении НЭП при проведении рубок леса в регионе неизвестно.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости проведения натурных обследований известных поселений муравьев во Владимирской области для получения сведений об их текущем состоянии. Эти исследования позволят создать систему мирмекологического мониторинга экологической обстановки в регионе и наладить сбор информации о состоянии региональных популяций лесных муравьев.

Список литературы

1. Захаров А.А. Муравьи лесных сообществ, их жизнь и роль в лесу. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2015. 404 с.
2. Голосова М.А. Муравьи в лесных экосистемах. Морфология, экология видов, инвентаризация и картирование комплексов. Организация мирмекологического мониторинга: учеб. пособие. М.: Изд-во ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. 65 с.
3. Шматков И.Н. Инвентаризация и оценка состояния поселения муравьев в Головинском участковом лесничестве Владимирской области // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2018. Вып. 53. С. 114 – 118.

УДК 630*232.411.5:631.811.98

ВОЗДЕЙСТВИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА САЖЕНЦЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ

Н.С. Цуканова, студент

РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, факультет «Почвоведение, агрохимия и экология»
tsukanovanina1996@mail.ru

Научные руководители: С.Н. Волков, к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Кузнецова Н.Е., к.с.-х.н., научный сотрудник

УНКЦ ЛОД РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Целью работы является изучение влияния стимуляторов роста и удобрений на саженцы ели европейской и сосны обыкновенной как возможности усовершенствования технологии выращивания посадочного материала этих пород [1, 3].

В ходе работы были поставлены следующие задачи:

1. Определение влияния обработки стимуляторами «Экопин», «Эпин-экстра» и подкормки удобрениями «Азотовит», «Фосфатовит» на рост саженцев сосны обыкновенной;

2. Изучение влияния обработки указанными выше стимуляторами и удобрениями на восстановление после пересадки саженцев ели европейской;

3. Определение влияния стимуляторов и удобрений на укореняемость черенков ели европейской.

Объектами исследований служили: 3-х летние саженцы ели европейской посадки 2018 г.; 4-х летние саженцы сосны обыкновенной посадки 2017 г.; полуодревесневшие черенки ели европейской, нарезанные с маточного дерева 20 лет, произрастающего на Лесной опытной даче.

В начале лета 2018 г. были проведены исходные замеры высот саженцев ели и сосны, затем обработка стимуляторами роста и удобрениями в 5 вариантах в 4-х кратной повторности по 10 растений в каждой [2] по следующим вариантам: 1 – обработка водой – контроль; 2 – Экопин (0,1 %); 3 – Эпин-экстра (0,02 %); 4-Фосфатовит (0,5 %); 5 – Азотовит (0,5 %).

В ходе опытов были сделаны замеры летних приростов саженцев обеих пород.

Статистическая обработка экспериментальных данных производилась путем дисперсионного анализа [2].

Перед статистическим анализом была проведена проверка данных на нормальность. Во всех случаях распределения были близки к нормальному.

Результаты дисперсионного анализа верхушечного прироста ели европейской и двухвыборочного t-теста с разными дисперсиями позволили сделать вывод об отсутствии значимых различий между контрольной группой и вариантами опыта. Р-значение $> 0,05$, что не позволяет делать вывод о наличии значимых различий между группами. Результаты двухвыборочного t-теста для каждой пары также не позволяют говорить о значимых отличиях каждого из вариантов от контрольной группы.

Таким образом, вне зависимости от обработки, значимых различий между вариантами по верхушечному приросту ели не наблюдалось. Аналогичные результаты дисперсионный анализ дал и для показателей бокового прироста и высоты ели. Подобные результаты наблюдаются и у сосны по всем анализируемым показателям.

Вывод: в результате опыта получены данные, которые демонстрируют отсутствие влияния однократной обработки стимуляторами «Экопин» и «Эпин-экстра» и микробиологическими удобрениями «Азотовит» и «Фосфатовит» на рост 3-х летних саженцев ели европейской и 4-х летних саженцев сосны обыкновенной.

3-й опыт заключался в изучении влияния стимуляторов «Эпин-экстра» и «Циркон» и микробиологических удобрений «Азотовит» и «Фосфатовит», и на укореняемость черенков ели обыкновенной. В опыте использовали по 30 черенков (прирост этого года боковых побегов) для каждого варианта. Свеженарезанные черенки были замочены по вариантам опыта: 1 – контроль – в воде; 2 – Азотовит 1/1 – на 30 минут; 3 – Фосфатовит 1/1 – на 30 минут; 4 – Эпин-экстра 0,25 мл/л – на сутки; 5 – Циркон 1мл/л – на сутки.

После замачивания черенки были высажены в ящики в субстрат из полуперепревших опилок, полуразложившегося елового опада и полностью разложившихся опилок, установленные на зеркало воды.

До конца сезона черенки не укоренились, калюс не появился.

Вывод: замачивание полуодревесневших черенков ели европейской в стимуляторах роста «Эпин-экстра» и «Циркон» и микробиологических удобрений «Азотовит» и «Фосфатовит» не привело к укореняемости в 1-й год.

Список литературы

1. Андреева Е.М. Влияние стимуляторов роста природного происхождения на проростки хвойных пород // Лесотехнический журнал. 2016. № 5. С. 35–38.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по Требованию, 2012. 352 с.
3. Устинова Т.С., Плотникова Г.П. Применение стимуляторов при выращивании хвойных пород // Актуальные проблемы лесного хозяйства. 2016. № 13. С. 249–250.

УДК 630*181

ВОЗМОЖНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ЕЛЬНИКА ИЗ ПОДРОСТА ПОСЛЕ РАСПАДА ДРЕВОСТОЯ В ГУБИНСКОМ УЧАСТКОВОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Акопян Г.А., бакалавр

akopyangeorgii@mail.ru

Беседина А.В., бакалавр

besedinastasya@mail.ru

Гаврилов И.С., бакалавр

gavgalina@yandex.ru

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научный руководитель: Коротков С.А., к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Длительное время в Московской области ельники находятся в неудовлетворительном санитарном состоянии.

Считается, что основной причиной больших масштабов усыхания еловых насаждений стали недостатки нормативной базы порядка назначения и проведения санитарно-оздоровительных мероприятий (СОМ)[1].

Площади погибших насаждений после пожаров в 2010 г. резко увеличились. Сильные засухи и повреждения лесов ветром вызвали массовое развитие стволового вредителя, особенно короеда-типографа, что привело к отпаду большей части ельников старше 60 лет. Ослабленные двухлетней засухой деревья и наличие кормовой базы – спелых и перестойных ельников стали основными причинами вспышки типографа. В 2012 г. комитетом лесного хозяйства было зафиксировано повышение численности стволового вредителя по всей Московской области.

Стволовые вредители также поражают и особо охраняемые природные территории. Основной сети особо охраняемых территорий в Московской области является небольшие территории регионального значения. Как правило, это государственные природные заказники. В качестве объекта для данного исследования был выбран государственный природный заказник «Участок леса в Губинском лесничестве» (включая полностью кварталы 8 и 9 Орехово-Зуевского лесничества Московской области). Лесные массивы представлены типичными для данной части региона сосняками черничниками, сосняками с участием дуба, а также спелыми ельниками. Заказник имеет областное, научное (ботаническое, гидрогеологическое) и рекреационное значение.

В июне 2014 г. с использованием методов временных пробных площадей, силами школьного лесничества были проведены исследования состояния нижних ярусов леса. Закладывалась пробная площадь (ПП) 20×20 метров (0,04 га). Состав древесного яруса на пробной площади был определен как 6Е2С2Б+Ос при этом все экземпляры ели первого яруса представлены погибшими деревьями. Также проводились исследования подроста и подлеска, в том числе растений древесного яруса текущего года. Исследование показало, что в результате увеличения освещенности поверхности земли, под пологом насаждения появились всходы светолюбивых пород, таких как береза повислая, что можно рассматривать как первую стадию процесса смены пород.

Нами в 2018 г. было проведено повторное обследование участка погибшего насаждения для оценки восстановительных процессов на территории природного заказника. На момент обследования насаждение было повреждено ветровалом и буреломом, с выпадением, преимущественно, погибших деревьев ели. Состав древесного яруса составил 6С4Б+Ос. Учет подроста производился на двух соседних участках –

повреждённых ветровалом и без ветровала. В каждом из участков заложено 5 пробных площадей 5×5 м.

Общее количество подроста на первом участке в пересчете на крупный составил 2608 штук на гектар, при средней высоте яруса 2 м. На второй временной пробной площади отмечена гибель елового подроста предположительно из-за резкого изменения условий среды. Общее количество жизнеспособного подроста в пересчете на крупные, составила 2048 штук на гектар. На тех же пробных площадях проведен учет подлесочных пород. Подлесок представлен рябиной, а также черемухой. Общая густота подлесочного яруса составляет 3120 штук на гектар при средней высоте 2,5 м.

Таким образом, несмотря на полную гибель преобладающей части верхнего яруса древостоя, можно сделать ряд выводов о динамике лесообразовательного процесса.

1. Куртины елового подроста, приуроченные к участкам с меньшим затенением, в течение нескольких лет адаптируются к изменившимся экологическим условиям и в перспективе сформируют древесный ярус.

2. Изменение условий освещения способствует увеличению доли светолюбивых пород, которые уже отмечены как в подросте, подлеске, так и в составе яруса всходов-самосева. Такие виды, как берёза, осина, рябина в ближайшие десятилетия будут оказывать серьёзное влияние на состав и развитие различных древесных пород.

3. Особо охраняемые природные территории, на которых ограничены и не проводятся санитарно-оздоровительные мероприятия, могут служить моделями развития лесных экосистем после катастрофических изменений, вызванных вспышками численности вредных организмов, а проходящие в них процессы и явления требуют более пристального исследования.

Список литературы

1. Маслов А.Д. Короед-типограф и усыхание еловых лесов. Пушкино: ВНИИЛМ, 2010. 138 с.
2. Малахова Е.Г. Совершенствование лесоводственных мероприятий и государственного лесопатологического мониторинга в еловых лесах Московской области. М.: 2015. 18 с.

УДК 630*24

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РУБОК УХОДА В МОЛОДНЯКАХ

Л.Е. Барсуков, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

151loin@mail.ru

Научный руководитель: П.Г. Мельник, к.с.-х.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Из работ классиков русского лесоводства известно, что с помощью рубок ухода лесовод создает экологический режим, благоприятный для ускорения роста и формирования древостоя и других компонентов леса, осуществляет элементарную массовую селекцию, получает древесину и другие продукты, а также обеспечивает защитные функции леса [1]. В настоящее время после принятия Лесного кодекса (2006), при реструктуризации лесхозов, алгоритм работ в лесном хозяйстве сильно изменился. Особенно негативно это отразилось на проведении всех видов ухода в молодняках, что связано в первую очередь с сокращением объемов инвестиций на их проведение. В

большинстве лесохозяйственных предприятий проведение рубок ухода в молодняках является убыточным.

Целью нашей работы является поиск возможных путей повышения экономической эффективности проведения рубок ухода в молодняках I класса возраста в условиях простой свежей субори (В₂). В качестве объекта проведения экспериментальных работ была выбрана Никольская лесная дача. Этот лесной массив, расположенный в Щёлковском учебно-опытном лесхозе Московской области, представляет собой уникальнейший лесоводственный объект, ценный в историческом, природном и лесохозяйственном аспектах и является классическим объектом в области лесоустройства и лесоводственного мониторинга [2]. В Никольской лесной даче успешно применялся принцип непрерывного пользования лесом с целью получения древесины из растущих насаждений, без ущерба для лесной среды. Для обеспечения равномерного дохода от рубок ухода М.К. Турский назначил умеренное разреживание с повторением его через 8 лет по каждому кварталу [2].

В настоящее время такие интенсивные рубки ухода нигде в России не проводятся, отстает в этом и широко рекламируемая ныне шведская модель интенсивного лесопользования, согласно которой рубки ухода на выделе должны проводиться только раз в 10 лет. Ситуацию при проведении рубок ухода усложняет сложившееся мнение, что примесь мягколиственных пород положительно сказывается на устойчивости молодняков, однако такой подход может негативно сказаться на выращивании и формировании хозяйственно ценных пород, если вовремя не провести рубки ухода. Последствия сильного снегопада прошедшего в Подмоскowie 29-31 января 2018 г. показали, что оставление берёзы в качестве сопутствующей породы, приводит к гибели и повреждению таких хозяйственно ценных пород как сосна, ель и лиственница. В связи с этим основное внимание в нашей работе уделялось получению экономического эффекта от реализации древесины берёзы и других продуктов, получаемых при рубках ухода в молодняках I класса возраста.

Динамика породного состава на опытных объектах в Никольской лесной даче свидетельствует, что даже после проведения первых приёмов лесоводственных уходов количество деревьев берёзы в 13-летнем смешанном насаждении остаётся довольно высоким – 7,5 тыс. шт./га [3]. При приведении рубок ухода и реализации полученной продукции можно получить с 1 га до 47500 рублей за берёзовые дрова, 217500 рублей за берёзовые веники и медицинское сырьё (берёзовые почки) на сумму 93700 рублей. При этом общая прибыль может составить 358700 рублей с 1 га, при затратах на проведение рубок ухода 29186 рублей (по данным Комитета лесного хозяйства Московской области).

Таким образом, проведение рубок ухода в молодняках может быть экономически выгодным и привлекательным при поиске и налаживании рынка сбыта полученной продукции.

Список литературы

1. Мелехов И.С. Лесоводство. М.: Агропромиздат, 1989. 302 с.
2. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Никольская лесная дача Щёлковского учебно-опытного лесхоза МГУЛ // Примеры отечественного опыта устойчивого лесопользования и лесопользования: сборник статей: под общ. ред. Н. Шматкова: Всемирный фонд дикой природы (WWF). М.: WWF России, 2013. С. 151-176.
3. Мельник Л.П. Динамика породного состава в условиях простой свежей субори Никольской лесной дачи // Леса Евразии – Леса Поволжья: Материалы XVII Международной конференции молодых учёных, посвящённой 150-летию со дня рождения профессора Г.Ф. Морозова, 95-летию Казанского государственного аграрного университета и Году экологии в России. М.: ООО ИПЦ «Маска», 2017. С. 79–81.

УДК 630*232

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ НАСАЖДЕНИЙ ЛИСТВЕННИЦЫ

Т.Н. Гапонова, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

tatiana_gaponova97@mail.ru

Научный руководитель: П.Г. Мельник, к.с.-х.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

На территории г. Москвы, как и на территории любого крупного города, различные древесные породы испытывают высокую степень воздействия негативных факторов, присущих любой городской среде. Перед специалистами стоит сложная задача выбора оптимальных пород и видов древесных растений, способных противостоять им, при этом сохраняя высокую продуктивность и хороший эстетический вид.

Одними из таких видов являются представители род лиственница (*Larix*). Лиственница имеет ряд очень ценных для городских условий свойств: ежегодное обновление хвои делает ее устойчивой против копоти, промышленной пыли и газов, быстрый рост и нетребовательность к почвам, хорошо развитая корневая система, ажурная крона легко поглощает воздушные массы и ослабляет ветер. Вместе с этим лиственница очень декоративна, а пирамидальные и устремленные вверх кроны оказывают на человека стимулирующее эстетическое действие. На территории г. Москвы встречаются как аллеи посадки лиственницы («Лиственничная аллея» на территории МСХА), так и посадки группами во многих лесопарках.

С целью определения влияния антропогенной нагрузки на рост и продуктивность лиственницы европейской в Измайловском лесопарке были проведены повторные исследования на двух постоянных пробных площадях, результаты исследований которых были опубликованы ранее [1, 2].

Лесные культуры лиственницы европейской (*Larix decidua*) созданы во второй половине XIX века. Результаты обследования свидетельствуют о хорошем росте и высоких таксационных показателях лиственничных насаждений.

Самым продуктивным является насаждение лиственницы на постоянной пробной площади (ППП) МП-2. Посадка выполнена в 1885 г., размещение посадочных мест рядовое. В настоящее время это высокополнотное насаждение с прекрасными результатами роста и хорошим санитарным состоянием. Первый ярус сформирован лиственницей, средняя высота 35,4 м, диаметр – 50,7 см, насаждение растет по Ia классу бонитета, запас составляет 1053 м³/га, полнота 1,29. Второй ярус естественного происхождения и сформирован липой и клёном остролистным, берёза участвует единично. Запас второго яруса 63 м³/га, общая продуктивность – 1116 м³/га.

Более старое по возрасту насаждение лиственницы на постоянной пробной площади МК-2 создано в 1865 г. Первый ярус представлен лиственницей, средняя высота 35,1 м, диаметр – 62,6 см, Ia класс бонитета, запас – 696 м³/га, полнота 0,89. Второй ярус также естественного происхождения и состоит из клёна остролистного, берёзы и липы. Запас второго яруса 138 м³/га, общая продуктивность 834 м³/га.

Не смотря на очень сильное антропогенное влияние (практически вся площадь опытных объектов изрешечена пешеходными тропами), насаждения имеют хороший внешний вид, сложную структуру, высокий бонитет и полноту (0,9-1,3 в 1 ярусе). Второй ярус насаждений представлен в основном липой мелколистной и клёном остролистным,

встречается также береза. В связи с этим хочется обратить внимание на результаты исследований посадок лиственницы европейской полученные ранее на территории Щёлковского учебно-опытного лесхоза МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана [3]. В схожих лесорастительных условиях и в том же возрасте, но испытывая умеренное воздействие антропогенных факторов, второй ярус насаждения сформирован практически одной породой – елью европейской. На ППП 46 лиственница европейская показывает практически одинаковые таксационные характеристики, её продуктивность незначительно превышает запасы стволовой древесины на ППП МП-2 в Измайловском лесопарке и составляет довольно внушительную величину – 1117 м³/га. Столь высокий показатель свидетельствует о прекрасной потенциальной продуктивности этого вида, даже в условиях высокой рекреационной нагрузки и является основанием для рекомендации его при лесовосстановлении, как потенциально способного повысить продуктивность лесов.

Список литературы

1. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Лесоводственная экскурсия в Измайловский лес. М.: МГУЛ, 2001. 43 с.
2. Перевалова Е.А., Мерзленко М.Д. Влияние рекреации на производительность и качество древесины лиственницы в северо-восточном Подмоскowie // Леса Евразии – Большой Алтай: Материалы XV Международной конференции молодых учёных, посвящённой 150-летию со дня рождения профессора Г.Н. Высоцкого. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2015. С. 78-81.
3. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Опыт лесоводственного мониторинга в Никольской лесной даче. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2015. 112 с.

УДК 595.7

ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЁМНО-ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

У.С. Шипинская, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

ylanashipinska@mail.ru

Научный руководитель: Н.Б.Денисова, к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Сибирский коконопряд (*Dendrolimus sibiricus* Tschetw) – один из самых опасных вредителей леса, относится к отряду чешуекрылых (*Lepidoptera*), семейству коконопряды (*Lasiocampidae*). Сибирский коконопряд развивается на всех хвойных породах, встречающихся в пределах его ареала [1]. Основной кормовой породой на территории проведения работ была сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour).

В 2018 г. Федеральное бюджетное учреждение «Российский центр защиты леса» провело инвентаризацию очагов Сибирского коконопряда в Васюганском лесничестве, которое располагается в юго-западной части Томской области, на территории Каргасокского муниципального района.

Исследование очагов сибирского коконопряда было проведено в тёмно-хвойных насаждениях с участием кедра, приуроченных к участкам с наличием повреждений древесного полога. По результатам полевых работ было выявлено 29 очагов, из которых 9 очагов (общая площадь очагов 115,7 тыс. га) требуют назначения мероприятий по ликвидации очагов. Полевые работы проводились на пунктах учета, расположенных на маршрутных ходах. Учет гусениц молодого поколения производился методом околоты модельных деревьев на учётные полог. Для модели выбиралось дерево со средним

диаметром для данного насаждения, входящее в верхний полог [2]. На пункте учета выбиралось три модельных дерева, на которых производился околот. Упавшие на полог особи анализировались на жизнеспособность, и определялся их возраст по размерам головной капсулы. Всего было учтено 312 деревьев, средний диаметр которых составил 17 см, средний возраст 72 года, среднее количество гусениц двухлетней генерации до первой зимовки 236 шт., среднее количество гусениц двухлетней генерации до второй зимовки 20 шт. Средняя угроза объедания породы в очаге на площади 115,7 тыс. га составила 98,9 %.

Для исследования куколок проводилась обрубка ветвей срубленных модельных деревьев, затем осуществлялся их осмотр и учет. Все куколки разделялись на больных, здоровых и паразитированных. Заражённость паразитами куколок невысокая, в основном это виды двукрылых из семейств *Tachinidae* и *Sarcophagidae*. В очагах коконопряда заражённость этими паразитами варьирует от 3 % до 10 %.

По всей зоне проведения работ отмечался высокий паразитизм яиц коконопряда комплексом специализированных паразитов, из которых наиболее распространены *Telenomus gracilis* Mayer, а также яйцееды рода *Trichogramma*. Из энтомофагов, паразитирующих на гусеницах встречались наездники-бракониды *Apanteles liparidis* и *Rhogas dendrolimi*. На большей части территории заражённость яйцеедами превышает 90 %. Высокая заражённость яйцеедами явилась основным фактором начала затухания вспышки массового размножения сибирского коконопряда, но на отдельных территориях остаётся повышенная численность коконопряда.

По результатам полевых работ можно сделать вывод о том, что данное насаждение в течение 2019 г. будет подвержено угрозе объедания, учитывая, что средний процент угрозы объедания насаждений достаточно высокий – 98,9 %. Также необходимо принять во внимание, что в 2019 г. продолжится ослабление древостоя, особенно пострадают пихтовые насаждения, в которых при сильном однократном объедании крон, происходит усыхание части древостоя и начинается заселение стволовыми вредителями.

Список литературы

1. Рожков А. С. Сибирский шелкопряд. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 175 с.
2. Жохов П. И., Гречкин В. П., Коломиец Н.Г. и др. Сибирский шелкопряд и меры борьбы с ним. М.: Гослесбумиздат, 1961.

УДК 630*561.24

ПРИНЦИПЫ ПОДБОРА ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

А.П. Макаров, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

ant_makarov@mail.ru

Научный руководитель: Д.Е. Румянцев, д.б.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства»

Древесина издавна используется для изготовления музыкальных инструментов. В XXI веке для изготовления музыкальных инструментов стали широко использовать карбоновые соединения. Однако они не являются полноценной заменой древесине, ведь при их использовании исчезает уникальность звучания каждого инструмента. Выход из этого допускается в варианте комбинирования углепластика и древесины при

изготовлении инструментов. Следует считать, что древесина в обозримом будущем всегда будет востребована в данной сфере.

Древесина разных древесных пород может быть по-разному востребована при изготовлении разных музыкальных инструментов. Дуб служит для изготовления силовых каркасов (у множества инструментов в основе лежит не железная рама, а обыкновенные дубовые рамы, которые принимают на себя натяжения струн). Данный метод используется в изготовлении клавесинов, спинетов и клавикордов. Зачастую для оформления музыкальных инструментов, таких как духовые органы, используют резьбу по дубу.

Бук и березу используется в качестве плотной древесины для изготовления ряда деталей, таких как кабестаны у роялей и иных деталей механики инструментов.

Экзотические породы древесины используются для изготовления черных клавиш клавиров, роялей и пианино.

Клен и тисс используются как древесина, которая наилучшим образом сочетается с древесиной ели. Древесина же ели наиболее важна с точки зрения изготовления музыкальных инструментов. Она используется для изготовления дек, которые принимают на себя колебания струны.

Резонансная древесина применяется не только в музыкальных инструментах, но и в акустических панелях для внутренней обшивки концертных залов. Качество древесины ели для этих целей определяется особенностями анатомической структуры годичных колец и изменчивостью этих показателей от года к году.

Методам отбора древесины ели с высокими резонансными свойствами посвящен значительный объем литературы, частично обобщенный в работе В.И. Федюкова [1]. Он отмечает, что национальными стандартами многих стран установлены почти единые требования к макроструктуре резонансной древесины: ширина годичных слоев (ШГС) – в пределах 1...4 мм, содержание в них поздней древесины (ПД) – не более 30 %. При этом резонансная древесина должна быть равнослойной, то есть изменчивость ШГС от года к году должна быть минимальной.

В настоящее время дендрохронологическая информация находит все большее применение в лесной науке и практике [2]. Существуют примеры использования данного метода для выявления резонансной древесины ели [3]. Нам представляется перспективным усиление интенсивности научных исследований в данном направлении.

Список литературы

1. Федюков В.И. Состояние и перспективы отбора, целевого использования и выращивания резонансной древесины в лесах России // Известия вузов – Лесной журнал, № 5 (353), 2016. с. 141-156
2. Румянцев, Д.Е. Потенциал использования дендрохронологической информации в лесной науке и практике: автореф. ... дисс. д.б.н. М.: МГУЛ, 2011. 36 с.
3. Колесникова А.А. Исследование свойств древесины по кернам. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. 178 с.

УДК 630*561.24

**ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РОСТ СОСНЫ
ОБЫКНОВЕННОЙ НА ГЛАУКОНИТОВЫХ ПЕСКАХ**

Пузикова А.А., бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Солдатова И.С., бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

inna.solodovnikova@mail.ru

Научный руководитель: Румянцев Д.Е., д.б.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Глауконит, кварц и фосфаты в Московской области сосредоточены на Егорьевском месторождении фосфоритов (ЕМФ). На территории бывших карьеров была проведена рекультивация нарушенных земель, посадка лесных культур различных пород. В 1988 г. кафедрой лесных культур Московского лесотехнического института был заложен эксперимент. На выровненных техногенных отвалах песчаного гранулометрического состава бывших карьеров Егорьевского карьера были нанесены слои глауконитового песка различной мощности и созданы лесные культуры различных пород. В настоящее время лесным культурам уже 30 лет. Поэтому у исследователей не ослабевает интерес к применению глауконитовых песков в качестве мелиоранта для повышения плодородия нарушенных земель и изучению влияния на него климатических факторов.

Объектом наших исследований были 30-и летние культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), созданные в 1988 г. на выровненных техногенных отвалах песчаного гранулометрического состава ЕМФ с нанесением на них глауконитового песка мощностью 30 см. Контролем являлись посадки, созданные на этих же техногенных отвалах, но без нанесения глауконитового песка [1, 2].

Для исследований нами был использован дендрохронологический метод, эффективный для решения многих задач лесной науки и практики [3]. Керны отбирались буравом Пресслера по одному с каждого учетного дерева.

Измерения ширины годичного кольца велись с помощью микроскопа МБС-10 с точностью 0,05 мм. Были проанализированы данные по 13 учетным деревьям, временные ряды радиального прироста составлялись в интервале 1992 – 2018 гг.

Сопоставляя временные ряды радиального прироста в опыте и на контроле, было установлено, что в период с 1992 по 1999 гг. опытные значения прироста превышают значения на контроле. В 2000 г значения средней ширины годичного кольца в двух группах равны (6 мм), а затем ситуация меняется и значения в опыте ниже показателей в контроле. Это свидетельствует об ухудшении условий роста культур сосны обыкновенной на глауконитовых песках в возрасте более 10...13 лет.

Методом климаграмм была проанализирована погодная обстановка в 2000 г, послужившим переломным моментом для изменения условий роста на рассматриваемых пробных площадях. В этом году наблюдались значительно более высокие температуры января и февраля по сравнению со среднемноголетними данными и очень сильное превышение осадков в июне, июле и августе. Сумма за три месяца составила 366 мм против среднемноголетней нормы 240 мм. Можно предполагать, что в почве наблюдалось избыточное застойное увлажнение, повлекшее изменение химизма почвы. Эти события инициировали изменение рангов продуктивности в опыте и на контроле.

Снижение ширины годичного кольца в опыте сопровождалось увеличением доли поздней древесины в годичном кольце и таким образом улучшением ее качественных характеристик.

Список литературы

1. Васильев С.Б. Культуры хвойных пород на рекультивируемых землях Егорьевского месторождения фосфоритов // Научн. тр. МГУЛ, Вып. 297, 1999. С. 95–99.
2. Васильев С.Б. Лесные культуры на насыпных глауконитовых песках Егорьевского месторождения фосфоритов // Лесной вестник, № 3, 2006. С. 94–95.
2. Румянцев Д.Е. Потенциал использования дендрохронологической информации в лесной науке и практике: автореф. ... дисс. д.б.н. М.: МГУЛ, 2011. 36с.

УДК 595.7

КСИЛОФИЛЬНЫЕ ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ, ВЫЯВЛЕННЫЕ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-ОСЕТИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ.

М.Х. Кареева, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Т.С. Хаджаева, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Jiucehok76@mail.ru

Научный руководитель: Н.Б. Денисова к.б.н., доцент,

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Северо-Осетинский государственный природный заповедник относится к особо охраняемым природным территориям РСО-Алания и имеет особое природоохранное значение. Площадь заповедника составляет 29990 га. Здесь представлены почти все растительные пояса от широколиственных лесов до нивального пояса ледников.

Работа по изучению состояния буковых насаждений проводилась на территории Северо-Осетинского государственного природного заповедника в селении Верхний Цей, на Северном склоне хребта. В нем представлены почти все природные сообщества высотного профиля от широколиственных лесов Пастбищного и Скалистого хребтов до скально-осыпной растительности, ледников Бокового и Главного Кавказского хребтов.

Изучение лесной энтомофауны показало, что изменение характера фауны в высотном аспекте происходит по двум направлениям: изменение количества таксонов и изменение численности видов. Количество видов, содержащихся в отдельных классах численности, с повышением высоты над уровнем моря снижается. Изменение количества таксонов, особенно надвидовых, по сравнению с изменением количества видов, выражено значительно слабее. Наибольшее же количество видов, независимо от класса численности, встречается приблизительно в пределах высот 800–1600 м над ур. м, это связано с большим количеством встречающихся здесь заселяемых древесных пород и истории формирования фауны региона. До верхней границы леса доходят 15 видов короедов и 13 видов дровосеков.

В процессе лесопатологического обследования был проведен сплошной пересчет всех имеющихся деревьев на пробных площадях, размером 50×50 м, общей площадью 9152 га на территории заповедника в сосновых, буковых, грабовых, березовых насаждениях. Бук восточный, главная лесобразующая порода среди широколиственных

лесов, он занимает 58 %, затем идет сосна Коха – 9 %, береза – 8 %, граб – 5 %, дуб – 4,5%, прочие породы – 15,1 % (ольха, липа, ясень, ильмовые и др.)

Как показали исследования, в буковых насаждениях преобладают деревья первой категории состояния (без признаков ослабления), что составило 87 % от общего числа деревьев.

В результате проведенного исследования были выявлены 62 вида жесткокрылых – ксилобионтов из 7 семейств, которых можно считать индикаторами стадий разложения древесины в Северо-Осетинском государственном природном заповеднике. Наибольшее количество ксилофагов, связано с сосной – 25 видов, с грабом – 18, с буком – 16, с кленом – 11, с ольхой – 10 видов.

Результаты исследования могут быть использованы в уточнении видового состава энтомофауны и организации мероприятий по повышению устойчивости насаждений.

Список литературы

1. Арнольди Л.В. Точильщики // Определитель насекомых Европейской части СССР. М.Л., 1965. Т. 2. С. 244–257.
2. Бибин А.Р. Исследования по фауне жесткокрылых-ксилобионтов Северо-Западного Кавказа // Северо-Кавказ. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспектива-99»: тез. док. Нальчик, 1999. С. 256–258.

УДК 630*232.32+630*811.1

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ И ЕЛИ В ПРАВДИНСКОМ ПИТОМНИКЕ

Д.А. Черничко, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

axenov.pa@mail.ru

Научный руководитель: П.А. Аксенов, к.с.-х.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Цель исследования заключалась в определении оптимальных норм высева семян, режима и дозы подкормок минеральными удобрениями, способы и сроки подрезки корней, обеспечивающие выращивание сеянцев ели и сосны, обладающих повышенной жизнеспособностью после посадки в лесные культуры. В соответствии с поставленной целью в задачу исследований входили: анализ применяемых в настоящее время технологий и средств механизации при выращивании сеянцев ели и сосны на окультуренных суглинистых почвах; установление и научное обоснование оптимальной густоты выращивания сеянцев ели и сосны; опытным путем определения режима подкормок растений водными растворами минеральных удобрений; технология выращивания сеянцев, обеспечивающая получение более качественного стандартного посадочного материала с использованием подрезки корней.

Объектом исследования служит учебно-производственный лесной питомник, расположенный в лесном фонде в квартале 79, выделе 2 Правдинского учебно-опытного лесничества. Методика исследования по изучению сеянцев хвойных пород проводилась по физиологическим показателям растений и определялось в конце вегетационного периода по образцам хвои и корней не менее чем с 20 растений в одном варианте. По данным перечета на пробных участках получены исходные данные, позволяющие составить расчетно-технологические карты для выращивания сеянцев и саженцев на базе полной механизации.

В результате проведения научно-практической исследовательской работы были сделаны выводы.

1. Для создания у сеянцев компактной, хорошо развитой корневой системы в технологический процесс их выращивания должна входить подрезка корней. На супесчаных почвах – вертикальная, на суглинистых – вертикальная и горизонтальная или только горизонтальная на глубину 12...15 см и на расстоянии 10...12 см от рядка. При четырехлетнем сроке выращивания укрупненных сеянцев подрезку корней целесообразно проводить на третьем году в середине вегетации, после окончания прироста в высоту. В этом случае отношение массы тонких корней к массе хвои у четырехлетних сеянцев составляет 1:3, тогда как без подрезки – 1:7.

2. Подкормка выращиваемых укрупненных сеянцев без перепокоивания улучшает их состояние и вызывает более интенсивный рост. Жидкие подкормки дают несколько больший эффект при их внесении малыми дозами до десяти раз за сезон.

3. Получение укрупненных сеянцев с параметрами надземной части, соответствующими первому сорту саженцев, возможно при равномерно-разреженном их размещении в количестве 20...25 шт. на метре посевной строчки.

4. Укрупненные сеянцы по своим параметрам практически не уступают саженцам, по биологической активности превосходят их. Срок выращивания стандартных сеянцев сокращается на один год.

5. Получение высококачественного и эффективного посадочного материала сеянцев возможно на основе комплексного решения проблемы, включающих равномерно изреженные посевы и подкормки растворами минеральных удобрений.

В дальнейшем перспективным направлением будущих исследований представляется внедрение в технологию элементов воздействия низкочастотного электромагнитного поля [1].

Список литературы

1. Смирнов А.И., Орлов Ф.С., Беляев В.В., Аксенов П.А. Влияние низкочастотного электромагнитного поля на биометрические характеристики сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Лесн. журн. 2019. № 2. С. 78–85.

УДК 630*561.24

РОСТ ТУИ ЗАПАДНОЙ В ДЕНДРАРИИ МФ МГТУ ИМ. БАУМАНА

П.С. Александров, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

pavel_aleksandrov_95@mail.ru

Научный руководитель: Д.Е. Румянцев, д.б.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

В естественных условиях туя западная (*Thuja occidentalis* L.) произрастает на обширной территории в восточной части Северной Америки от 50°–51° с.ш. на юг до штатов Виргиния и Северная Каролина. Разводится в Европе с 1536 г., успешно растет от Санкт-Петербурга до южных регионов России. Хорошо известно, что анализ изменчивости характеристик годичных колец позволяет выявлять климатические факторы, оказывающие существенное влияние на рост древесных пород в условиях интродукции [1, 2]. Подобного рода исследования выполнялись и в дендрарии МФ МГТУ [3]. Дендрологический сад на этой территории был заложен в начале 60-х гг. XX в. В настоящее время его коллекция насчитывает около 200 видов и внутривидовых форм древесных растений. Исследованная посадка туи имеет возраст около 40 лет.

В ходе работ с каждого учетного дерева отбирались керны древесины (цилиндрики). Отбор производился с помощью бурава Пресслера на высоте 1,3 м. Всего было отобрано 10 кернов с 10 учетных деревьев. Керны помещались в бумажные пакетики и далее были доставлены в лабораторию дендрохронологии МФ МГТУ. Там с использованием микроскопа бинокулярного стереоскопического МБС-10 велось измерение ширины годовых колец, а также измерение ширины слоя ранней и поздней древесины. Для удаления возрастного тренда ширина годового кольца делилась на среднюю ширину годового кольца за последние пять лет. Для выявления влияния климатических факторов на прирост использовалась процедура корреляционного анализа временных рядов индексов радиального прироста и временных рядов метеопараметров.

Подводя итоги, следует отметить, что для формирования годового кольца туи оказался, значим только один параметр текущего года – это осадки мая. Увеличение их количества положительно сказывается на величине радиального прироста. Исходя из данного результата для улучшения состояния деревьев в посадке, может быть порекомендован полив в мае. Остальные достоверные коэффициенты корреляции с метеопараметрами касаются метеопараметров прошлого года. В основном они влияют на индекс радиального прироста. Для индекса прироста по поздней древесине был обнаружен только один значимый метеопараметр – это температура июня прошлого года. Чем выше температура, тем ниже на следующий год прирост поздней древесины в годовом кольце.

Список литературы

1. Румянцев, Д.Е. Потенциал использования дендрохронологической информации в лесной науке и практике. Автореф. ... дисс. д.б.н. М.: МГУЛ, 2011. 36 с.
2. Засухи Восточно-Европейской равнины по гидрометеорологическим и дендрохронологическим данным: под ред. О.Н. Соломиной. СПб.: Нестор-пресс, 2017. 360 с.
3. Румянцев Д.Е., Черакшев А.В. Дендроклиматическая диагностика состояния сосен секции STROBI в условиях дендрологического сада МГУЛ // Вестник МГУЛеса – Лесной вестник. 2013. № 7. С.121–127.

УДК 630*524.4

ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЛАНДШАФТНОЙ ТАКСАЦИИ

Л.М. Васильева, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

lidi.1996@yandex.ru

Научный руководитель: В.В. Киселева, к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Любая территория имеет свои пределы нагрузки, и своевременное создание рекреационной инфраструктуры поможет лесу устоять против антропогенного воздействия. Для этого необходимо провести оценку рекреационного потенциала насаждения, т.е. проанализировать комплекс всех его природных свойств с целью выяснения возможности выполнения лесом его рекреационных функций [2].

Разработкой разных подходов оценки рекреационной потенциала занимались многие авторы в России: Тюльпанов Н.М. (1975), Чижова В.П. (1977), Курамшин В.Я.

(1988), Исаченко А.Г. (1980), Хайретдинов А.Ф. (1994), Рысин С.Л., Кобяков А.В. (2014), Зиганшин И.И. (2016) и др.

Авторы используют сходные показатели (эстетика территории, оценка ландшафта, устойчивость насаждения, его комфортность, пригодность для посещения) и применяют балльную оценку. Однако существование множества подходов не приводит нас к единой оценке территории, поскольку все предложения разнятся в ряде вопросов и многие критерии этих предложенных шкал субъективны и сложны для применения.

Можно прийти к мнению, что при оценке рекреационных свойств лучше придерживаться тех показателей, которые более объективны и могли бы извлекаться из базы лесной таксации. В основе ландшафтной таксации лежит метод лесной таксации в дополнении с эстетическими признаками [1].

Для ландшафтно-рекреационной характеристики лесного участка в соответствии с Лесоустроительной инструкцией, утвержденной приказом МПР России от 29.03.18 г., определяются показатели, характеризующие ландшафтный облик каждого выдела, а именно: тип пространственной структуры (ТПС), эстетическая оценка, оценка устойчивости насаждения, оценка проходимости и просматриваемости участка, оценка стадии рекреационной дигрессии.

Раскладывая эти показатели на критерии, мы столкнулись с тем, что при использовании базы данных, не все показатели можно извлечь в таком виде, в каком они нужны. Из 6 показателей ландшафтной таксации при автоматизированной процедуре можно точно определить 3 – ТПС, проходимость и просматриваемость, с ограничениями – балл эстетической оценки и класс устойчивости и невозможно – стадию рекреационной дигрессии, которая является ключевым показателем для оценки рекреационной ситуации на лесном участке.

Таким образом, автоматизированная процедура определения показателей ландшафтной таксации позволяет в сжатые сроки обработать большой объем материала. Однако для разработки полноценного проекта освоения лесов невозможно обойтись только данными таксации, поскольку электронная форма не включает некоторые традиционно определяемые показатели, например: рост насаждений и характер повреждений. Также, дополнительно используя картографические материалы, можно будет извлечь некоторые данные путем визуального анализа территории (расстояние до ближайших пунктов, ограниченность участка, наличие дорожной сети).

Список литературы

1. Моисеев В.С., Тюльпанов Н.М., Яновский Л.Н. Ландшафтная таксация и формирование насаждений пригородных зон. Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1977. 224 с.
2. Рысин С.Л. Рекреационный потенциал лесопарковых ландшафтов и методика его изучения // Лесохозяйственная информация. М.: ВНИИЛМ, 2003. № 1. С. 17–27.

УДК 630*31:630*6

МЕТОДИКА РАСЧЁТА ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ ЛЕСОСЕК

В.А. Ланцева, магистрант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

nice.lantseva95@mail.ru

Научный руководитель: С.И. Чумаченко, д.б.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Территориальная доступность, учитывающая удаленность от потребителя, используемые виды транспорта и состояние транспортной инфраструктуры, называется транспортной доступностью [2].

Стоимость древесины зависит от транспортной доступности, рассматриваемой как расстояние вывозки и транспортировки древесины лесозаготовителем. Под вывозкой подразумевается расстояние от лесосеки до нижнего склада, а под транспортировкой – расстояние по дорогам общего пользования до лесоперерабатывающих предприятий. Разделение на вывозку и транспортировку связано с разной стоимостью затрат за 1 м³ древесины.

Транспортная доступность лесосырьевой базы определяется возможностью использования лесного участка при существующей транспортной системе [1].

Методика расчёта расстояний от лесосек до потребителя включает 4 этапа.

На первом этапе определяем расчетное расстояние вывозки древесины от лесосек до нижнего склада (расчетный показатель № 1). Расчётный показатель (№1) рассчитывается на базе ГИС-технологий с учетом региональной специфики дорожной инфраструктуры: тип дорожного покрытия, вид транспортных коммуникаций, состояние дорог (в том числе лесовозных) [1].

На втором этапе необходимо рассчитать цену вывозки 1 м³ круглых лесоматериалов по лесовозным дорогам до нижнего склада (расчетный показатель № 2) как произведение расчетного показателя № 1 и исходных данных по нормативным затратам на транспортировку 1 м³ круглых лесоматериалов (обозначенный 1 м³) по лесовозным дорогам до нижнего склада.

На третьем этапе на базе ГИС-технологий определяем кратчайшие расстояния от нижнего склада по дорогам общего пользования до лесоперерабатывающих предприятий в радиусе до 250 км с учетом дорожной инфраструктуры (тип дорожного покрытия, вид транспортных коммуникаций, размещение, состояние дорог) – показатель № 3.

На четвертом этапе, рассчитываем цену транспортировки 1 м³ древесины по дорогам от нижнего склада до потребителей (расчетный показатель № 4) как произведение расчетного показателя № 3 и исходных данных по нормативным затратам на транспортировку 1 м³ круглых лесоматериалов (обозначенный 1 м³) по дорогам общего пользования от нижнего склада до потребителей.

Суммируя значения расчетных показателей № 2 и № 4, определяем средние транспортные расходы на доставку 1 м³ древесины от лесосеки до лесоперерабатывающих предприятий [1].

Резюмируя изложенное, необходимо отметить, что методика с использованием ГИС позволяет:

1) в автоматизированном режиме, при наличии дорожной сети в виде ГИС-слоя, получить информацию о дорогах для вывозки и транспортировки древесины;

2) в автоматизированном режиме получить оптимальное решение по вывозке древесины с учётом расстояний вывозки по лесным дорогам и расстояний её транспортировки от нижнего склада до потребителя.

Список литературы

1. Каракчиева И.В., Чумаченко С.И. Совершенствование методики определения транспортной составляющей в системе оценки экономической доходности древесных ресурсов // Лесохоз. информ.: электрон, сетевой журн. 2018. № 3. С. 72-80.
2. Романов Е.С. Структуризация понятия доступности лесных ресурсов // Лесн. журн. 2006. №3. С. 121-126.

УДК 630.32

ВНЕДРЕНИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ МАШИН НА ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТАХ

А.У. Абгарян, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

arten.abgaryan@mail.ru

Научный руководитель: А.А. Шадрин, д.т.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Лесозаготовительная отрасль занимает 2-е место по опасности и чрезвычайным ситуациям после горнодобывающей промышленности [1]. 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 разработкой роботизированных машин для лесозаготовок [2].

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 [2].

Подобными разработками занимаются в США, Канаде, Швеции, а также в «Центре космических технологий научно-исследовательского института компьютерных технологий и телекоммуникаций» [2].

Одним из примеров роботизированной машины для валки леса является машина компании Gremo, Besten 106 RH, где на основе данной техники можно внедрить роботизированную машину через управление GPS и ГЛОНАСС [3]. Учеными Петрозаводского государственного университета (ПетрГУ) под руководством профессора И.Р. Шегельмана разработана новая технология заготовки древесины («Способ выполнения лесосечных работ агрегатной машиной», патент № 2426303). Технология основывается на использовании валочно-трелевочно-процессорной машины (ВТПМ). Общая схема компоновки ВТПМ заключается в том, что на самоходное шасси устанавливается зажимной коник и манипулятор с харвестерной головкой. При помощи манипулятора и харвестерной головки осуществляется валка деревьев, погрузка их в

коник, обрезка сучьев и раскряжевка на погрузочной площадке. Кроме этого, манипулятор с харвестерной головкой используется для сортировки и штабелевки готовых сортиментов. Зажимной коник позволяет удерживать пачку деревьев на машине. Таким образом, принципиальное отличие компоновки ВТПМ от ВТМ заключается в установке вместо захватно-срезающего устройства харвестерной головки. Валочно-трелевочно-процессорная машина предназначена для срезания дерева, трелевки набранной пачки деревьев, обрезки сучьев и раскряжевки на сортименты. Работа такой машины имеет определенные сходства с работой ВТМ. Машина движется задним ходом вглубь лесосеки до очередного дерева, находящегося на пути следования. Управление лесозаготовительной машиной происходит удаленно на станции управления, откуда к машине посылаются команды для совершения определенных действий. Во встроенный системный блок роботизированной машины, предварительно загружаются все геоинформационные данные о месте проводимых работ, включая размерные характеристики обрабатываемой площади, а также погодные условия, включая скорость ветра, влажность и т.д.

Список литературы

1. История машинной валки леса: учеб. пособие / А.Н. Заикин, В.В.Быков, А.А.Шадрин. Брянск: ФГБОУ ВО БГИТУ, 2015. 140 с.
2. Казаков Н.В. Обоснование технологии лесосечных работ на основе автоматизации операций и локального управления машинами: дис. ... д-ра техн. наук. Хабаровск 2016. 310 с
3. Рябухин П.Б. Технология лесосечных работ: методические указания. Хабаровск, 2003. 39 с.

УДК 630.83

ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН, СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Т.А. Гнатовская, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

gmatovskaya.tania@yandex.ru

М.В. Коваленко, магистрант

vova.kovalenko2012@yandex.ru

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научный руководитель: И.В. Гнатовская, к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

i-gmatovskaya@yandex.ru

Республика Башкортостан располагается в южной части Уральских гор и входит в Приволжский федеральный округ. Лесной фонд республики Башкортостан составляет 56,3 млн. га, покрытая лесом площадь – 4898 тыс. га. Общий запас древесины – 708 млн. м³, доля вырубок от общей площади лесов – 1,92 %. Общий запас древесины – 675 млн. м³. Леса республики Башкортостан размещены неравномерно, лесистость колеблется от 10 до 90 %. Одна треть территории в Башкирии занимает липа. В настоящее время насаждения липы быстро разрастаются, что приводит к уменьшению хвойных деревьев. По возрастному составу наблюдается тенденция к старению лесов. Из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что в республике Башкортостан имеется

значительный объём лиственных спелых и перестойных насаждений, а так же объём древесины низкого качества, которую, как известно, лесозаготовители не жалуют.

Лесопромышленный комплекс Республики Башкортостан представлен более чем одной тысячей организаций, в том числе лесозаготовительными и деревообрабатывающими. Лесозаготовительные, лесоперерабатывающие предприятия республики Башкирия объединены в холдинг «Башкирская лесопромышленная компания» и включают в себя: ООО «Уфимский фанерно-плитный комбинат»; ООО «Амзинский лесокOMBинат»; ООО «ЛЗК Башлеспром».

В настоящее время на ООО «ЛЗК «Башлеспром» имеется значительный объём лесосырьевых ресурсов, сохраненный производственный, технический и кадровый состав, является самым крупным лесозаготовительным объединением республики. Расчетная годовая лесосека составляет более 500 тыс.м³. На лесопромышленных предприятиях республики Башкортостан в больших объёмах производится берёзовая фанера. В результате производства фанеры остаются различные отходы, составляющие примерно 60%. Так, к примеру, от лущёного шпона круглого леса остаются стержни «карандаши» диаметром 80–100 мм и длиной около 2,7 м. Также имеются значительные объёмы срезков от лущёного шпона [1].

При выборе вида переработки древесных отходов следует учитывать следующие факторы. Теплотворная способность пеллет и брикет практически одинаковая и лежит в диапазоне 4300 – 4560 кКал. При выборе пеллет необходимо учитывать, что в котельных потребуются специальные топочные котлы, оснащённые конвейерами для подачи топлива. Что приведёт к дополнительным расходам. При использовании брикет всего этого не надо [2]. В технологическую линию по производству топливных брикетов, как правило, входит стандартный набор оборудования: рубильная машина, сушильный комплекс, пресс и система транспортеров.

Кроме того, нельзя сбрасывать со счетов запасы низкокачественной лиственной древесины. Чаще всего такая древесина не используется из-за низкой товарной ценности и остаётся на лесосеке или сжигается. Разработаны различные технологические процессы, которые подразумевают переработку низкокачественного сырья в общих технологических потоках, что позволяет получить дополнительную прибыль и улучшить экологию леса [3]. Это так называемые гибкие технологические потоки.

Анализ показал, что в республике Башкортостан имеются значительные запасы лиственной древесины, в том числе берёзы, есть действующие предприятия по производству фанеры и пиломатериалов, на которых скапливается большое количество отходов, пригодных для производства топливных брикетов. Из чего можно заключить, что производство брикет является для Башкирии перспективным направлением переработки древесных отходов. Топливные брикеты будут пользоваться спросом не только на внутреннем рынке, но и на зарубежном.

Список литературы

1. Варсан А.А., Захарюта В.В., Инжутов И.С. Использование крупномерных отходов фанерного производства // Молодежь и наука: сборник материалов IX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 385-летию со дня основания г. Красноярска. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. Режим доступа: <http://www.elib.sfu-kras.ru/handle/2311/11647> (дата обращения 15.04.2019).
2. Матросов А.В., Щербаков Е.Н., Быковский М.А., Лаптев А.В., Карпачёв С.П. Технологические процессы и оборудование производства древесного биотоплива. М.: Изд-во ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2015. 296 с.
3. Карпачёв С.П., Щербаков Е.Н., Приоров Г.Е. Проблемы развития биоэнергетики на основе древесного сырья в России // Лесопромышленник 2017. № 1. http://www.lesopromyshlennik.ru/bioenergia/bio_0509.html (дата обращения 15.04.2019).

УДК 630*421

**ОСВОЕНИЕ ВЕТРОВАЛЬНО-БУРЕЛОМНЫХ ЛЕСОСЕК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КАНАТНЫХ ТРЕЛЕВОЧНЫХ СИСТЕМ**

И.А. Кальчу, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

200595ir@mail.ru

Научный руководитель: А.В. Лаптев, старший преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

laptev@mgul.ac.ru

Часто мы можем наблюдать, какова сила мощных потоков воздуха, валящих деревья с корнями (ветровалы) и ломающих поперек стволы (буреломы).

Ветровалам в большей степени подвержены деревья с неглубокой корневой системой, такие как ель и береза. Ветровал деревьев происходит в том случае, когда изгиб создаваемый ветром, превосходит силу сцепления корней с почвой. Ему подвержены, в первую очередь, деревья со слабо развитой поверхностной корневой системой, а также деревья, пораженные корневыми и комлевыми гнилями.

Буреломными же считаются породы с рыхлой древесиной (осина, береза) или глубокой стержневой корневой системой (сосна, пихта). Бурелом деревьев происходит в том случае, когда они прочно связаны с почвой. Дерево при этом ломается, обычно в нижней части. Чаще страдают деревья с рыхлой древесиной, а также пораженные стволовыми гнилями и раковыми болезнями. Излом ствола при сильных потоках ветра, как правило, происходит в месте максимального развития ядровой гнили, либо какого-то механического повреждения.

В природных лесных сообществах в результате буреломов образуются окна (поляны), открытые лучам солнца. На них интенсивнее идет возобновление, быстрее развивается молодой подрост.

Сильные бури, ураганы, при которых скорость ветра превышает 60 км/ч, причиняют лесным насаждениям большой вред в виде массового бурелома и ветровала. Наиболее сильно страдают от ветра участки леса, расположенные на ветроударных склонах. Бурелому и ветровалу чаще подвержены деревья, имеющие большую высоту при небольшом диаметре ствола в нижней его части.

Насаждения, пострадавшие от бурелома и ветровала, являются потенциальными очагами массового размножения стволовых вредителей, а также представляют большую опасность в пожарном отношении. Несвоевременная разделка поврежденных деревьев и вывозка заготовленных лесоматериалов часто приводит к обесцениванию древесины, а так же бурелом и ветровал портит эстетический вид леса.

Для работ на таких лесосеках применяется бензомоторная пила, как легкий, мобильный инструмент. При помощи бензомоторной пилы выполняются 3 основные операции: валка, обрезка сучьев и раскряжевка. А вот использование для трелевки традиционных трелевочных тракторов часто затруднено по разным причинам (слабые грунты, запрет на использование тяжелой техники, и др.)

Лебедки используются для трелевки, погрузки и штабелевки древесины, а так же для выполнения различного рода подготовительно-вспомогательных операций (снятие зависших деревьев, монтаж тросовых установок и др.). Канатная трелевка лесоматериалов позволяет: улучшить экологическое состояние лесов; расширить технологические возможности предприятий в освоении лесфонда с учетом имеющейся дорожной сети; применять выборочные технологии рубок с возможностью выполнения подтрелевки;

сократить затраты на строительство лесовозных усов; при использовании канатных дорог не повреждается лесная почва, как в случае перемещения колесной (тракторной) техники для трелевки.

Трелевочная лебедка Larix Kombi H – универсальная трелевочная установка, длиной трелевки до 200 м и возможностью установки на заднюю часть трактора мощностью до 70 кВт. Это оборудование работает как трелевочная установка с несущим канатом. Трелевка осуществляется в наземном положении. Однако древесина, волочащаяся по земле, приводит к проблемам с её обработкой, что является значительным минусом данной лебедки.

Трелевочную лебедку LARIX 3T с тяговым усилием до 3 т устанавливается как на заднюю часть трактора, так и на любое другое транспортное средство с подходящей для функционирования лебедки механической системой. Трелевка осуществляется в полуподвешном состоянии.

Самая инновационная лебедка Larix Hydro A – в качестве базы используется автомобиль. В состав устройства входит манипулятор с харвестерной головкой для обрезки сучьев. Подходит для лесозаготовок в больших объемах. Трелевка осуществляется в подвешном состоянии.

Проанализировав возможности данных лебедок, можно сделать вывод, что использование канатных трелевочных систем наиболее подходящие для ветровально-буреломных лесосек.

Данная техника широко используется как в России, так и за рубежом, она позволяет максимально сохранять окружающую среду.

Список литературы

1. Мерзликина, М. Живой лес. Жизнь на ветру. Как она влияет на деревья. Режим доступа: <http://givoyles.ru/articles/sreda-proizrastaniya/zhizn-na-vetru>
2. «Кодекс Республики Беларусь» № 211/39 от 30.12.2008. Об утверждении Межотраслевых правил по охране труда в лесной, деревообрабатывающей промышленности и в лесном хозяйстве.
3. <http://www.slpkrtiny.cz/ru/eieel-lner-al-nleuiinnu/elni-l-errci/elni-l-erric>

УДК 630*624.4

ПРОБЛЕМА РУБОК УХОДА В ЛЕСАХ ЗАЩИТНОЙ КАТЕГОРИИ

О.Н. Баурчулу, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

olya.baurciulu@mail.ru

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

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

matrosov@bmstu.ru

Лесной кодекс РФ, принятый в 2006 г., внёс новую редакцию в деление лесов по целевому назначению и для каждого целевого вида лесов закреплён правовой режим их освоения [1]. При этом режим для большинства категорий защитных лесов был значительно усилен. Защитные леса подлежат освоению в целях сохранения средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов с одновременным использованием лесов при условии, если это использование совместимо с целевым назначением защитных лесов и выполняемыми ими полезными функциями [1]. Использование защитных лесов в целях, которые не отвечают их целевому назначению и полезным функциям, было запрещено

(ст.102 ЛК РФ).

В настоящее время рубки лесных насаждений осуществляются в форме выборочных и сплошных рубок (ст.17 ЛК РФ) [1]. Значительная часть лесов России (около 23,3 % от общей площади земель лесного фонда) отнесена к категории защитных лесов, где для большинства категорий защитных лесов были запрещены не только сплошные рубки, но и для ряда категорий были также запрещены и рубки ухода. В защитных лесах сплошные рубки осуществляются в случаях, предусмотренных ч. 5.1 статьи 21 Лесного Кодекса РФ, и в случаях, если выборочные рубки не обеспечивают замену лесных насаждений, утрачивающих свои средообразующие, водоохранные, санитарно-гигиенические, оздоровительные и иные полезные функции, на лесные насаждения, обеспечивающие сохранение целевого назначения защитных лесов и выполняемых ими полезных функций [1].

В таких условиях роль защитных лесов обуславливает потребность к применению соответствующих систем рубок ухода. Данная система не должна отрицательно влиять на качество выполнения целевых функций леса. Рубки ухода в защитных лесах должны подготавливать насаждение к постепенной замене спелой части древостоя молодым поколением.

Введенные в Правилах ухода за лесом рубки сохранения лесных насаждений, проводимые в спелых и перестойных древостоях в целях сохранения, поддержания их в состоянии эффективного выполнения целевых функций, накопления качественной древесины, увеличения плодоношения [2], приведут к тому, что будет производиться вырубка самых крупных здоровых деревьев, оставляя слабые и больные деревья, снижая значение целевых функции защитных лесов.

Однако еще одной проблемой является то, что рубки ухода в силу своей не большой коммерческой выгоды прекращены практически полностью, в том числе в регионах, нуждающихся в защите почв от эрозии. Многие защитные лесные насаждения на больших площадях оказались просто бесхозными.

Нарушения при проведении рубок ухода можно разделить на три уровня:

1. Изменения материалов лесоустройства на этапе составления проектной документации, в том числе: рубки, назначенные в особо коммерчески привлекательных лесах; преувеличение площади лесов, в которых могут быть назначены рубки ухода.

2. Нарушения при отводе лесосек: завышение площади лесосек; превышение процента выборки; занижение доли ценных пород и деловой древесины в насаждениях, назначаемых в рубку.

3. Нарушения при разработке лесосек: перерубы; рубка на лесосеках «наилучших» деревьев и оставление «нежелательных» [3]; клеймение деревьев после рубки.

Данные несоблюдения являются следствием недостаточного контроля со стороны органов исполнительной власти в области лесных отношений и их филиалов.

В настоящее время государство разработала систему, с помощью которой можно исключить нелегальное и малоцелесообразное лесопользование. Так, например, Федеральный закон № 415, направленный на борьбу с незаконным оборотом древесины, предполагает введение информационной системы «ЕГАИС-учета древесины и сделок с ней». Система основана на данных о накоплении и сравнении информации о заготовленной и разрешенной к заготовке древесине, ее количественных и качественных характеристиках, полученных из разных источников данных.

Рекомендации по оптимизации режима использования лесов защитной категории должны соответствовать их целевым функциям. Основная идея в том, что лесопользование в защитных лесах должно принципиально отличаться от подхода к использованию эксплуатационных лесов.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Ввиду того, что исключение рубок ухода отрицательно действует на целевые функции и может привести к накоплению старовозрастных насаждений, теряющих защитные функции, нельзя допускать полного отказа от проведения данного вида рубок.

2. Запретить не только сплошные, но и выборочные рубки с целью промышленной заготовки древесины во всех категориях защитных лесов.

3. Исключить предоставление в аренду земли с целью заготовки древесины некоторых категорий защитных лесов.

4. Для наиболее эффективного выполнения целевых функций в естественном состоянии, следует ограничить возраст рубок лесных насаждений, в которых будут производиться рубки ухода.

Список литературы

1. «Лесной кодекс Российской Федерации» от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 03.08.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2019).
2. Приказ Минприроды России от 22.11.2017 № 626 «Об утверждении Правил ухода за лесом».
3. Практика рубок ухода и санитарных рубок на Дальнем Востоке России: законное прикрытие незаконных рубок: обзор / А.Г. Кабанец, Е.В. Чувасов, А.В. Сычиков, Д.В. Сычиков, Б.Д. Милаковский. Владивосток: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2016. 32 с.

УДК 630.372

ОРГАНИЗАЦИЯ ЛЕСОСПЛАВА НА РЕКАХ РАЗНЫХ КАТЕГОРИЙ

Д.А. Жуков, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

К.А. Жиделев, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

karpachevs@mail.ru

Научный руководитель: С.П. Карпачев, д.т.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Водный транспорт леса традиционный и самый дешевый вид транспорта леса в РФ. Объемы этого вида транспорта в России превышают 20 млн. м³ в год. Водный транспорт леса проводился по рекам разных категорий: от малых (несудоходных) до больших (судоходных). По рекам до 2000 г. проводился лесосплав разных видов: от молевого до плотового.

В настоящее время в РФ молевой лесосплав запрещен. Разрешен только лесосплав в потоках.

По малым рекам возможен лесосплав в плотках малой осадки, например, в однорядных плотках плоской сплотки [1]. Однако традиционные плоты плоской сплотки не решают проблему транспорта всей древесины, включая дровяную древесину и кусковые отходы раскряжевки, объемы которой достигают 30% от вывезенной для лесосплава к реке древесины [2].

В работе предложена схема технологического процесса формирования плотов малой осадки для лесосплава всей древесины, как по малым, так и по большим рекам. Конструкция плота разработана и запатентована на кафедре «Технология и оборудование лесопромышленного производства» МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана [3].

Плот состоит как из деловых круглых лесоматериалов, так и дровяной древесины и кусковых отходов. Древесные отходы предварительно измельчают на топливную щепу для нужд биоэнергетики и загружают в мягкие контейнеры, входящие в состав конструкции плота.

Контейнеры со щепой являются не только емкостью для древесины, но и средством стабилизации осадки плота.

Проведенные экономические расчеты для участка берегового склада по производству топливной щепы и формированию плотов малой осадки оказались следующими: цена товарной продукция (щепа) – 7875000,00 руб.; себестоимость продукции – 4451005,79 руб.; прибыль – 3423994,21 руб.; инвестиции – 6 087 270,00 руб.; срок окупаемости – 1,78 лет.

Таким образом, переработка низкокачественной древесины и кусковых отходов на топливную щепу с дальнейшей транспортировкой по малым рекам всей древесины с береговых складов в плоты конструкции МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, не только технически возможна, но и экономически выгодна.

Список литературы

1. Митрофанов А.А. Лесосплав. Новые технологии, научное и техническое обеспечение. Монография. Архангельск, АГТУ, 2007. 492 с.
2. Водный транспорт леса: учебн. для вузов / А.А. Камусин, Ю.Я. Дмитриев, А.Н. Минаев [и др.]; под ред. В.И. Пяткина. М.: МГУЛ. 2000. 432 с.
3. Плот: пат. 179461 Рос. Федерация: (51)МПК В65G 69/20, В65В 36/62/ Карпачев С.П., Карпачева И.П.; патентообладатель МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2017146807; заявл. 28.12.2017; опубл. 15.05.2018, Бюл. № 14.

УДК 630.372

ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ МАЛЫХ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОТОПЛИВА

В.А. Ивашов, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

karpachevs@mail.ru

Научный руководитель: С.П. Карпачев, д.т.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Анализ лесопильных предприятий показывает, что основной объем пиломатериалов производят крупные предприятия, а основные объемы древесных отходов скапливаются на малых лесопильных предприятиях.

Отходы лесопиления (кора, опилки, рейки, щепа, обрезки досок после торцовки и пр.) составляют 40–50 % от поступающих на переработку круглых лесоматериалов.

Отходы лесопиления – это ценное вторичное древесное сырье, которое на малых предприятиях почти не используется и идет в отвал. В результате захламляется территория предприятий и повышается их пожароопасность. Расчет объемов отходов малого лесопильного предприятия с объемом переработки 10 тыс. м³ показывает, что за год только опилок на предприятии скапливается не менее 1000 м³.

Анализ продукции и оборудования для переработки отходов лесопиления показал, что для малых лесопильных предприятий можно рекомендовать переработку отходов на биотопливо: кусковые отходы на топливную щепу; опилки на топливные пеллеты.

В настоящей статье рассматривается только переработка опилок. До недавнего времени переработка опилок на пеллеты вызывала определенные трудности при выборе оборудования. Зарубежное оборудование было либо дорогим, либо низкого качества. В настоящее время появилось отечественное оборудование, которое по соотношению цена-качество может конкурировать с зарубежными аналогами. Для организации переработки опилок на пеллеты нами была выбрана отечественная линия гранулирования производства Курского завода грануляторов.

Главное оборудование такой линии – минигранулятор. Подбор гранулятора в работе проводился на основе анализа потоков поступающих опилок, образующихся при распиловке круглых лесоматериалов.

Экономические расчеты, выполненные для малого лесопильного предприятия с годовым объемом поступления древесного сырья 10 тыс. м³, приведены ниже.

Себестоимость производства пеллет – 1546298,06 руб.; прибыль – 3353701,94 руб.; инвестиции – 569 490,00 руб.; срок окупаемости – 0,17 лет.

Короткий срок окупаемости инвестиций объясняется относительно высокой ценой пеллет и низкой ценой отечественного оборудования.

Список литературы

1. Технологические процессы и оборудование производства древесного биотоплива: учебное пособие / А.В. Матросов, М.А. Быковский, А.В. Лаптев, Е.Н. Щербаков, С.П. Карпачев. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ.

УДК 625.8

СТРОИТЕЛЬСТВО ЛЕСОВОЗНОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОТЕКСТИЛЯ

К.С. Атрошко, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

konstantin.7.up@gmail.com

Научный руководитель: Д.М. Левушкин, к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

При строительстве дорог используются различные материалы, которые способствуют улучшению свойств дороги. Одним из таких материалов является геотекстиль. Данный материал является одним из видов геосинтетиков и может быть представлен тканым или нетканым полотном, которое изготавливают термоскрепленным или иглопробивным способами из полипропиленовых и полиэфирных синтетических нитей. Цель использования материала – строительство слоев и прослоек всевозможного вида, в том числе при сооружении автомобильных дорог.

Геотекстиль используется при строительстве дорог как разделитель между слоями покрытия дорожной одежды и грунтовым основанием. Геотекстиль рекомендуется применять при устройстве дорог на слабых грунтах. Целесообразность применения особенно актуальна в период межсезонной распутицы и в летний период, если земляное полотно остается в увлажненном состоянии. В условиях слабых грунтов геотекстиль способствует усилению свойств дорожной конструкции, что в свою очередь оптимизирует уплотнение слоев покрытия во время строительства [1].

Одним из свойств геотекстиля считается его способность дренирования и изоляции дороги от влаги. Дренирование – метод удаления влаги из перенасыщенного грунта для предотвращения нежелательных воздействий на земляное полотно. Способность изоляции

необходима для предотвращения попадания грунтовых вод в основание насыпи, если они находятся на малой глубине, и не происходило ее переувлажнение.

Лесовозные дороги эксплуатируются в основном для вывозки по ним древесины в виде хлыстов или сортиментов на грузовых автомобилях, что является для дороги большой нагрузкой. Геотекстиль в данной ситуации служит материалом в земляном полотне, который равномерно распределяет нагрузки. Это способствует увеличению срока службы дорожного покрытия и дороги в целом.

Использование новых материалов и технологий в строительстве лесных дорог имеет смысл. Отечественная практика отстаёт в этом направлении довольно существенно. Нормативная база, хотя бы в рамках отдельного свода правил по использованию геосинтетических материалов для дорожного строительства, в настоящее время отсутствует. Поэтому в ближайшее время встанет вопрос о принятии европейских норм (Еврокод) с учётом особенностей грунтовых и климатических условий России [2]. С другой стороны, подобное решение неизбежно потянет за собой гармонизацию норм для других материалов и, прежде всего, для грунтов.

Список литературы

1. Герасимов Ю., Катаров В. Лесные дороги // Научно-исследовательский институт леса Финляндии Йёнссу. 2009. 57 с.
2. Бурмистрова О.Н., Воронина М.А. Применение геосинтетических и геопластиковых материалов в дорожном строительстве. Ухта: УГТУ, 2012. 118 с.

УДК 625.8

ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛЕСОВОЗНОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

М.А. Нерсесян, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

nerse1997gmail.com

Научный руководитель: Д.М. Левушкин, к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Свыше 60 % расходов на строительство автодорог – это стоимость материала. Именно его качество влияет на то, будет ли сооружение долговечным, движение – безопасным, а транспорт – экономически эффективным.

В работе рассмотрены дорожно-строительные материалы, применяемые для строительства лесовозной автомобильной дороги, а также способы укладки материала.

Цель работы заключается в обосновании способов приготовления дорожно-строительных материалов для строительства лесовозных автомобильных дорог.

Черный щебень представляет собой раздробленный камень, обработанный дегтевой или битумной эмульсией с соблюдением особой технологии. Получая новые свойства (сцепление, износостойкость), он может применяться также для устройства оснований, производства асфальтобетонных смесей [1].

Процесс изготовления, требования к составу черного щебня и конечные характеристики продукта устанавливаются ГОСТ 8267-93 и 3344-83, испытания проводятся на соответствие характеристикам Межгосударственного стандарта ГОСТ 30491-2012.

Органоминеральная смесь представляет собой искусственную смесь, получаемую смешением на дороге или в смесительных установках щебня (гравия), песка или их

смесей, а также минерального порошка (в том числе порошковых отходов производства) с органическими вяжущими и активными добавками и без них [2].

Чёрный щебень может укладываться в *горячем, тёплом и холодном* состоянии. При *горячей технологии* основной материал получают путем перемешивания в специальном оборудовании – смесителе, в него добавляют битумы и деготь в соотношении 3 % от массы щебня, температура на выходе 170 °С; при *теплой технологии* на щебень наносятся нефтяные битумы или деготь при разогреве до 80–120 °С и при *холодной технологии материал* приготавливается в установках, а также прямо на дорогах при использовании жидких дегтей и битумов.

Рассмотрены варианты и особенности строительства дорожной одежды с покрытием из щебня, обработанного органическим вяжущим – черный щебень, полученный по способу пропитки, перемешиванием непосредственно на дороге и приготовленный в специальных установках.

Наилучшими транспортно-эксплуатационными качествами обладает дорожное покрытие из черного щебня, полученного в специальных установках.

Список литературы

1. ВСН 123-77. Инструкция по устройству покрытий и оснований из щебеночных, гравийных и песчаных материалов, обработанных органическими вяжущими. Взамен ВСН 123-65; введ. 1978–03–01. М.: Минтрансстрой СССР, 1978. 77 с.
2. ГОСТ 30491-2012. Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия. Введ. 2013-11-01. М.: Стандартинформ, 2013. 20 с.

УДК 621+658.562

НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ТИПА ЯМЗ-239

М.С. Беляков, студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

maks.belyakoff@yandex.ru

П.А. Большаков, студент.

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

kmt3bol@gmail.com

Научный руководитель: В.В. Быков, д.т.н. профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Коробка передач (КП) ЯМЗ-239 – механическая девяти ступенчатая, состоящая из основной пяти ступенчатой КП и двух диапазонного демультипликатора, соединенных в одном агрегате. Демультипликатор – механический, состоит из планетарной зубчатой передачи со встроенным синхронизатором для включения высшего и низшего диапазона. Базовая модель КП ЯМЗ-239 предназначена для работы с двигателями типа ЯМЗ-7511 на лесовозных автомобилях МАЗ [1].

Входной крутящий момент, передаваемый с двигателя на первичный вал, принимаем 667 Н·м (рабочий диапазон напряжений, в которых может работать КП от 600 до 1350 Нм).

Конструкторская подготовка производства включает в себя следующее: разработка чертежа в соответствии с ГОСТ 2.109-73; составление базовой спецификации (ГОСТ 2.106-96); нормирование точности узла; разработка рабочих чертежей деталей;

нормирование точности детали (точность геометрических размеров, погрешности формы, взаимного расположения поверхностей, шероховатость поверхности).

Нормирование точности КП проводилось в последовательности:

– на основании требований, предъявляемых к соединениям, определили характер соединения деталей;

– назначили посадки стандартных, наиболее ответственных и точных соединений – подшипники качения, шлицы и др. Посадки подшипников качения в соответствии с ГОСТ 3325-85. Подшипники качения 6 класса точности по ГОСТ 520-2001 установлены на валу по посадке с основным отклонением и квалитетом $k6$, так как внутренне кольцо подшипника испытывает циркуляционное нагружение; наружное кольцо испытывает местное нагружение – посадка $Js7$.

– неподвижные посадки шестерен на вал промежуточный, имеющий перепады диаметров $0,3...0,7$ мм, назначили в соответствии с расчетом посадок с натягом по вращающему моменту двигателя $T=667$ Н·м [2]. Допуск посадки равен $TN=N_{max}-N_{min}=TD+Td$. Приняв допуск вала промежуточного на один квалитет точнее допуска зубчатых колес привода промежуточного вала 5, 3 и 2 передач $TD=2,6Td$ выбираем посадки $\varnothing 75$ H7/p6; $\varnothing 75,3$ H7/p6; $\varnothing 75,5$ H7/p6; $\varnothing 78,1$ H7/p6.

Список литературы

1. Справочное пособие по техническому обслуживанию и ремонту семейства девятиступенчатых коробок передач типа ЯМЗ 239. Ярославль: ОАО «Автодизель», 2007. 135 с.
2. Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.Н. Допуски и посадки. Справочник. 9-е изд., перераб. и доп. СПб.: Политехника, 2009. 530 с.
2. Двигатели и запчасти ЯМЗ, ТМЗ, ЯЗДА. Режим доступа: <http://dizel-direct.ru/download/Справочное-пособие-по-ТО-и-ремонту-КП-ЯМЗ-239.pdf> (дата обращения 19.04.2019).

УДК 062

АНАЛИЗ ПРОГРАММ REMAN ЗАРУБЕЖНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ДЕТАЛЕЙ

Н.А. Данилушкин, студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

ndanilushkin@bk.ru

Научный руководитель: И.Г. Голубев, д.т.н. профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Износ детали – изменение первоначальных геометрических и габаритных размеров, формы, массы или состояние поверхности детали вследствие разрушения (изнашивания) поверхностного слоя изделия при трении [1].

Восстановление детали – возобновление изношенного поверхностного слоя детали, до исходного состояния, приведение её в рабочее состояние, сравнимое с новой деталью.

Reman –зарубежная система по восстановлению изношенных деталей, созданная и производимая производителем изделия, которому требуется восстановление. Программа включает полную разборку узла до отдельных компонентов и полное восстановление в соответствии со спецификацией и полным циклом заводских испытаний – original equipment manufacturer (OEM).

Для продуктивного восстановления изношенной детали необходимо, чтобы стоимость восстановления не превышала 60 %, ресурс составлял не менее 80 % от ресурса новой детали [1].

Программа Reman имеет свою систему сбора ремфонда. На восстановление принимаются детали и сборочные единицы

Достижение высокой точности происходит за счет финишной обработки, которая производится на тех же станках, где обрабатываются новые детали.

Преимущества применения системы Reman. Система восстановления исключает металлургический процесс подготовки заготовок на новую деталь, от этого снижается загрязнение окружающей среды в 5-10 раз, помимо этого будет происходить экономия ресурсов и как следствие повышение эффективности технического сервиса машин и снижение эксплуатационных затрат. По сравнению с производством новых деталей восстановление использует на 90 % меньше материала и на 90 % меньше энергии. На любую восстановленную деталь производитель дает гарантию как на новый продукт [2, 3].

Список литературы

1. Ачкасов А.К. Прогрессивные способы ремонта сельскохозяйственной техники. М.: Колос, 1984. – 271 с.
2. Восстановленные запасные части, компоненты и детали Reman. Режим доступа: <https://www.deere.ru/ru/запасные-части-и-сервисное-обслуживание/запасные-части-и-компоненты-reman> (дата обращения 19.04.2019).
3. Восстановленные запасные части. Режим доступа: https://www.zeppelin.ru/upload/Cat_Reman_peremeshenie_grunta.pdf (дата обращения 19.04.2019).

УДК 068

ПЕРСПЕКТИВЫ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Р.Ю. Астафьев, студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

r.astafev@mail.ru

Научный руководитель: И.Г. Голубев д.т.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Аддитивные технологии (Additive Manufacturing) – от слова аддитивность – прибавляемый) – это послойное наращивание и синтез объекта с помощью компьютерных 3D-технологий.

Новые возможности появились после разработки и внедрения 3D-оборудования и в машиностроительной отрасли. Пока еще не везде, но в целом ряде направлений аддитивные технологии начали быстро вытеснять традиционные методы производства. В машиностроении 3D-печать создает условия, позволяющие решать самые разные задачи эффективно, быстро и качественно.

Круг задач, которые можно решать с помощью современных систем 3D-печати, с каждым днем все больше расширяется. Продукцию теперь можно получать намного быстрее и на более высоком уровне качества. Прежде всего, новые технологии расширяют возможности для инженеров и конструкторов машиностроительной отрасли. С помощью нового оборудования можно проще решать проблемы во время создания концептуальных образцов, а также производства готовых изделий [1].

При ремонте машин возможно использование аддитивных технологий для изготовления деталей с целью замены изношенных, восстановления изношенных деталей,

что позволяет минимизировать применение ручного труда, повысить производительность и качество ремонта.

Сканирование поврежденных комплектующих сборочных единиц с помощью 3D-сканера (реинжиниринг) с последующей компьютерной обработкой и печатью открывает перспективы создания универсальных многофункциональных производственно-ремонтных комплексов. Сканирование существенно увеличивает скорость и точность производства детали, снижает расходы на измерительный инструмент. 3D-сканер уже применяется при проведении контроля качества изготовленных деталей на передовых предприятиях. Основными проблемами, сдерживающими внедрение аддитивных технологий в производство, являются узкий выбор используемых материалов и их высокая стоимость, ограниченность габаритных размеров создаваемых изделий и невысокая производительность оборудования. Но с учетом динамики развития аддитивных технологий решение этих проблем в ближайшее время вполне реально [2].

Список литературы

1. Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н.. Аддитивные технологии в машиностроении: учеб. пособие для вузов по направлению подготовки магистрантов «Технологические машины и оборудование». СПб.: СПбПУ, 2013. 183 с.
2. Голубев И.Г., Федоренко В.Ф. Перспективы применения аддитивных технологий при производстве и техническом сервисе сельскохозяйственной техники. Научно-аналитический обзор. Москва: Росинформагротех, 2018. 143 с.

УДК 66

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРИБОСОСТАВОВ В ДИЗЕЛЯХ

С.В. Малюшин, студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

adinosy@yandex.ru

Научный руководитель: И.Г. Голубев, д.т.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Трибосостав используется для снижения износа двигателя, трансмиссии и восстановления его ресурса. Состав попадает в места трения и, не смешиваясь с маслом, создает защитный слой, компенсируя износ материала.

После создания первого двигателя внутреннего сгорания (ДВС), люди начали задумываться и уменьшать силу трения всех элементов. Придумывают масла с различными присадками, которые помогают задерживаться в местах трения. Так же сейчас распространены различные присадки, являющиеся дополнением к маслам.

Разрабатывается и испытывается много новых ремонтно-восстановительных составов. В таких странах, как Россия, США, Германия, Япония, Финляндия, где разрабатываются масла и считаются лучшими, есть свои разработки трибопрепаратов. По заявлениям они уменьшают трения в разы и это подтверждено исследованиями.

Профилактическими трибопрепаратами, не образующими покрытия, но модифицирующими поверхности любых деталей на глубину 40 – 70 Å или образующими органический ворс с высочайшей адгезией относят отечественный фтор-ПАВ ООО «Автоконтинвест», уникальную фторкарбонатную смолу Micro X3 из США, французскую Энергию 3000, немецкие составы Wagner.

Имеется множество аналогов указанных составов и других препаратов: металлоплакирующие (могут образовывать гальванопару мягкий металл-железо и пленка

сорвется из-за коррозии железа); на основе ПТФЭ (откладываются на всех поверхностях деталей, могут засорять маслосистемы, при их сгорании образуется некоторое количество фосгена, могут вызывать электроэрозионный износ); галогенированные углеводороды (могут образовывать кислоты и коррозию металла); разнообразные смеси с включением графита, минералов, нанодiamondов, порошков и растворов органических солей металлов [1].

Обработка эффективна более всего для дизелей в судах, тракторах и транспорте. Трибопрепараты не смешиваются с маслом, что очень важно и отличает их от присадок.

Список литературы

1. Балабанов В.И. и др. Безразборный сервис автомобиля. Обкатка, профилактика, очистка, тюнинг, восстановление. М., Известия, 2007.
2. И.Ф. Пустовой. 14-летний опыт Питерской РВС-технологии / Труды ГОСНИТИ. Т. 107 2011.

УДК 676.064.1

ЛАТЕКСЫ НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ В ДЕКОРАТИВНО-ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЯХ ДЛЯ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Д.О. Сашина, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

daryasashina@yandex.ru

Научный руководитель: А.Н. Зарубина, к.т.н., зав. кафедрой

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Одним из направлений современных исследований в области отделки древесины и древесных материалов является изучение возможности использования водных дисперсий различных синтетических полимеров – латексов или каучуков. Преимуществом таких покрытий является их эластичность, а также использование в качестве дисперсионной среды воды, которая отличается от органических растворителей своей экологичностью и является экономически более выгодным продуктом.

Ранее проводились исследования по применению синтетических латексов различной природы для пропитки декоративных бумаг [1]. Отмечалось, что высокая эластичность таких пленочных покрытий позволяет получать рулонные материалы, которые могут быть использованы для отделки древесных плит и пластиков. Средний диаметр глобул полимера в синтетических латексах составляет 10-100 нм. Исследовав структуру используемых для пропитки специальных видов бумаг с помощью электронного сканирующего микроскопа, было установлено, что размеры пор бумаги варьируются в интервале от 20 до 40 нм. Это позволило предположить проникновение частиц латекса по толщине бумаги при ее пропитке.

Опираясь на результаты исследований по получению декоративно-защитных бумажных материалов с использованием термопластичных связующих [1], рассматривалась возможность введения в составы для пропитки синтетических бутадиен-стирольных латексов, которые хорошо совмещались с карбамидомеламинаформальдегидными олигомерами, используемыми для этих целей. Количество добавляемого латекса составляло от 5 до 15 % по сухому остатку. При этом наблюдалось не только снижение содержания свободного формальдегида, но и уменьшение хрупкости получаемых пленок, которая характерна при использовании не модифицированных составов.

Известно, что полиуретановые покрытия отличаются высокой устойчивостью к истиранию, хорошей адгезией к различным материалам, водостойкостью, прозрачностью и другими ценными свойствами. Определение разрушающего усилия при растяжении и сопротивления раздиранию пленок, полученных с использованием полиуретановых латексов, показало, что повышение содержания сухого вещества латекса в пропиточных составах для бумаг более 10 % не приводит к повышению механической прочности материалов [2].

В связи с тем, что в производстве рулонных облицовочных материалов применяются также акриловые эмульсии [3], дальнейшие исследования проводились с использованием полиакрилатов. Акрилаты являются достаточно дорогими продуктами, поэтому их частично заменяют стиролом. Кроме того, использование неполярного мономера стирола взамен метилметакрилата приводит к улучшению водо- и щелочестойкости получаемых сополимеров, увеличению сродства к пигментам и повышению блеска покрытий. Установлено, что использование акрилового и стирол-акрилового латекса в пропиточной композиции в соотношении 20 к 80 % позволяет обеспечить равномерный нанос полимера даже при 50%-м содержании сухого вещества в пропиточном составе.

Латексы, содержащие карбоксилированные сополимеры, обеспечивали равномерность поверхностной проклейки бумаги, что было доказано с помощью экспресс-метода – так называемого «теста липкой лентой». Полученные пленки отличались высокой прочностью при растяжении. Это объясняется химической структурой используемого полимера, обеспечивающей возможность межмолекулярного взаимодействия с целлюлозными волокнами.

Сравнительный анализ результатов проведенных исследований по применению синтетических латексов различной природы для пропитки декоративных бумаг показал, что получаемые покрытия отличаются прочностью при высокой эластичности, а также особым блеском. Это позволяет предположить использование подобных составов и для отделки древесных поверхностей. Поэтому дальнейшие исследования будут направлены на изучение возможности замены лаков на органических растворителях на экологически более безопасные синтетические латексы на водной основе – акриловые сополимеры и дисперсии полиуретанового типа.

Список литературы

1. Формирование нанокристаллических структур в декоративно-защитных покрытиях/ В.И. Азаров, В.А. Винославский, А.Н. Зарубина, А.В. Кондратьев // Лесной вестник. М.: 2012. №7 (90). С. 95-97.
2. Винославский В.А, Азаров В.И., Зарубина А.Н. Декоративно-защитные покрытия на основе полиуретановых латексов // Лесной вестник. М.: 2012. № 3 (86). С. 137–140.
3. Сусская Н.Н. Применение акриловых эмульсий в производстве облицовочных материалов // Деревообр. пром-ть. 1985. № 10. С. 23–24.

УДК 674.093**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕССОННЫХ ПОТОЛКОВ ИЗ МДФ**

С.Н. Судько, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

sarxip@yandex.ru

Научный руководитель: Е.Г. Владимирова, к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

egvl@mail.ru

Кессоны (фр. caisson «ящик» от итал. cassetta «ящичек») – углубления прямоугольной или другой формы в своде, куполе, потолочном перекрытии или на внутренней поверхности арки. Кессон – это многоугольное углубление состоит из балок и ячеек.

Кессонный потолок впервые был придуман древними греками в качестве надежного перекрытия. Греция Афинский Акрополь храм Эрехтейон. В момент создания кессонных потолков, перед архитекторами ставилась задача по облегчению конструкции и снижению нагрузки на потолочные балки. С развитием художественных функций в архитектуре углубления между балками стали декорировать. В Древнем Египте их закрывали плитками из терракоты. Греки использовали плитки из терракоты или мрамора. Позже кессоны стали украшать лепниной, росписью. Этот вид оформления потолочной поверхности использовали в замках, дворцах, и в богатых домах. Поэтому, они являются весьма старинным вариантом оформления (экстерьера и интерьера). В нашу эру расцвет кессонных деревянных потолков пришелся на эпоху Ренессанса [1].

Сегодня, кессонные потолки можно назвать элементом современного интерьера в классическом стиле. Потолки подобного строения входят в категорию декоративных потолков. Этим объясняется желание объединить красоту, уют и качество в интерьерах частных домов, загородных дач и городских квартир. Украшенные золочением или ажурной резьбой, они становятся предметом роскошного декора.

В настоящее время доступным материалом для изготовления кессонных потолков является древесина, однако, из-за дороговизны, её не всегда может позволить себе массовый потребитель. Более бюджетным аналогом массивной древесины является МДФ, облицованная шпоном. Однако технология производства кессонных потолков из МДФ больше распространена на малых производствах для выполнения штучных заказов. В данной работе была поставлена задача спроектировать кессонный потолок из МДФ и разработать технологию его поточного производства.

Технология производства кессонных потолков выглядит следующим образом: раскрой МДФ по карте раскроя на горизонтальном форматно-раскроечном центре; присадка деталей на сверлильно-присадочном станке; фрезеровка детали, четвертей, профилей на фрезерном станке; торцовка по длине под 45°, засверловка под шканты, детали на угловом сверлильно-резальном станке; шлифовка всех деталей на калибровально-шлифовальном станке; сборка, деталей в раму, установка шкантов, нанесение клея на торцы, запрессовка в ваймах; подготовка к малярным работам, удаление подтекшего клея, шпаклёвка, шлифовка губкой М120; малярные работы; цеховая сборка кессонов.

Одной из трудоемких задач является проектирование кессонных потолков под конкретные площади потолка заказчика. Для решения этой задачи был разработан типовой кессонный потолок в программе AutoCAD, а в программе Microsoft Excel разработан шаблон по расчету кессонных потолков типовой модели.

Разработанный шаблон дает следующие возможности: 1) при обращении заказчика и предоставлении размеров потолка, произвести моментальный расчет стоимости потолка, и просчет себестоимости для его производства; 2) при изменении размера потолка, автоматически пересчитать размер деталей; 3) выбрать материал, лакокрасочные материалы (ЛКМ), фурнитуру; 4) произвести расчет веса кессонного потолка; 5) произвести расчет времени изготовления изделия, и монтажных работ; 6) автоматически получить спецификацию на закупку материала и фурнитуры, ЛКМ; 7) вести живой диалог с заказчиком, изменять пропорции потолка; 8) принять решение по подбору материала и автоматический пересчет цены; 9) предложить заказчику оптимальное решение по подбору высоты потолка с глубиной кессона, с привязкой размеров и количества декоративных элементов (консолей, резного погонажа, точеных элементов; 10) помочь заказчику найти баланс между желанием и возможностью; 11) при умелом управлении предприятием, правильно распределять человеческие ресурсы; 12) свести ошибки к минимуму.

Список литературы

1. Кессон (архитектура) // Википедия. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/?oldid=95368865> (дата обращения: 01.10.2018).

УДК 674.093

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ПОКРЫТИЙ «ВЮФА» НА ТЕРМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЕ

Д.В. Усов, магистрант

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

usov.d.v@mail.ru

М.С. Голуб, магистрант

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

golubms2010@yandex.ru

Научный руководитель: Е.Г. Владимирова, к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

egvl@mail.ru

Основной причиной разрушения лакокрасочных покрытий являются физические и химические процессы, происходящие под действием света, тепла, воды, кислорода и т.д. Наибольшее воздействие на лакокрасочное покрытие оказывает солнечная радиация, т.е. ультрафиолетовая (УФ) область солнечного излучения с длиной волны от 10 до 400 нм. Чем короче длина УФ-излучения, тем разрушительнее эффект. Под действием УФ-излучения происходит деструкция лакокрасочного покрытия, т.е. изменение внешнего вида (блеска, цвета покрытия и т.д.) и адгезии к подложке, что приводит к потере защитно-декоративных свойств. Пигментированные покрытия более устойчивы к УФ-радиации, чем непигментированные, за счет поглощения и отражения УФ-излучения пигментами [1]. Вода (дождь или конденсат), присутствующая на поверхности лакокрасочного покрытия, усиливает действие УФ-излучения. Помимо того, что УФ-излучение разрушает лакокрасочное покрытие, оно также разрушает субстрат (окрашиваемую поверхность), что также приводит к потере внешнего вида, особенно если произведена окраска непигментированным материалом. Древесина под действием УФ-

излучения достаточно быстро деструктурирует, т.е. становится со временем серой и рыхлой, разрушается ее внешняя и внутренняя структура, портится внешний вид.

При внешней отделке зданий используют как натуральную древесину, так и модифицированную, например, ТМД. ТМД – это модифицированная древесина, прошедшая термическую обработку паром под воздействием высоких температур (150-240 °С). В процессе изготовления ТМД из исходного сырья улетучиваются смолы, фенолы и жиры, что делает древесину прочным и стойким материалом к большинству неблагоприятных воздействий. Однако в процессе наружной эксплуатации ТМД изменяет свой цвет на серый, что не всегда соответствует требованиям к декоративной составляющей фасада, террасы или садовой мебели.

По инициативе МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, совместно с Биофа Россия и компанией производителем BIOFA Naturprodukte W. Hahn GmbH были проведены испытания влияния атмосферных воздействий на ТМД, окрашенную различными маслами и лазурями BIOFA. В процессе эксперимента искусственное старение покрытий проводилось с использованием люминесцентных УФ-ламп и воды в соответствии с ISO 11507:2007 [2].

Испытания проводили на везерометре QUV. Камера для ускоренных климатических испытаний QUV воспроизводит такие атмосферные воздействия как солнечный свет, дождь и роса. В течение нескольких дней или недель камера QUV может воспроизвести повреждения лакокрасочного покрытия (ЛКП), которые происходят на открытом воздухе в течение нескольких месяцев или лет. QUV позволяет тестировать материалы, подвергая их циклическому воздействию УФ и влаги при контролируемой смене температур.

Объектом испытаний была система покрытий на основе натуральных масел, нанесенных в два слоя в разных комбинациях. Образцы для испытаний представляли собой окрашенные с одной стороны и по торцам деревянные пластинки ТМД различных пород в соответствии с ISO 1514 [3]. Было подготовлено по три образца каждого варианта нанесения, причем один из трех образцов не подвергали испытанию и использовали в качестве эталона для сравнения.

Образцы подвергались воздействию УФ-излучения и влаги в течение 669 часов, что эквивалентно продолжительности воздействия УФ-излучения естественного солнечного света в размере 4683 часов, т.е. примерно 6,5 месяцев, с промежуточной проверкой образцов через 263 часа.

Анализ полученных данных показал, что в ходе испытаний наблюдалось сильное изменение внешнего вида на образцах покрытых продуктами с артикулами 1064 и 3752. На остальных образцах произошло лишь незначительное изменение декоративных свойств покрытия, отслоение ЛКМ от подложки не произошло и разрушений древесины под ЛКМ на всех образцах не наблюдалось.

Авторы выражают благодарность за содействие в проведении исследований компании «BIOFA», а именно, генеральному директору – Вязанкиной Марине и руководителю отдела развития – Безродному Юрию.

Список литературы

1. Anonymous. ThermoWood Handbook. Available at: <https://www.thermowood.fi/esitteet-jakirjat/>, accessed 19.04.2019
2. ISO 11507:2007 «Краски и лаки. Воздействие искусственных атмосферных условий на покрытия. Воздействие люминесцентных ламп ультрафиолетового излучения и воды».
3. ISO 1514 «Краски и лаки. Стандартные пластинки для испытания».

УДК 630*812

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТА ПАМЯТИ ФОРМЫ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ИЗГИБЕ

А.Р. Османова, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

maffinkaa18@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@bmstu.ru

Для разработки новых нанобиокompозитных материалов необходимо детально изучить все характеристики эффекта памяти формы (ЭПФ) древесины. Исследование закономерностей и характеристик ЭПФ позволит создавать новые «умные» материалы на основе древесины, а также совершенствовать существующие и разрабатывать новые технологические процессы в деревообработке. На кафедре древесиноведения и технологии деревообработки в течение многих лет проводились исследования ЭПФ древесины при различных видах испытаний, в том числе, и при изгибе. Цель данной работы состояла в том, чтобы выполнить сравнение результатов экспериментальных исследований деформационных превращений и характеристик ЭПФ для различных древесных пород при изгибе.

Ранее были проведены эксперименты на образцах массивной древесины березы (*Betula* spp.) [1] и образцах строганого шпона древесины бука лесного (*Fagus sylvatica* L.) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) [2,3]. Для количественной характеристики ЭПФ древесины были использованы показатели для полимеров R_f (доля обратимых деформаций, которая показывает способность материала запоминать постоянную форму) и R_{f} (доля фиксированных (сет) деформаций, которая отражает способность запоминать временную форму) на основе модели гигро-термомеханических деформаций Б.Н. Уголева [2,3].

Значения количественных показателей ЭПФ для древесины берёзы в температурном интервале 13,5 – 60 °С составили $R_f=0,514...0,775$, $R_{\text{f}}=0,487...0,626$. Для образцов строганого шпона из древесины бука лесного (*Fagus sylvatica* L.) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) при изменении температуры от 2 до 100 °С средние значения показателей для древесины бука составили $R_f=0,782$, $R_{\text{f}}=0,779$, для древесины сосны $R_f=0,544$, $R_{\text{f}}=0,718$.

Таким образом, несмотря на разницу в схеме испытания, подготовки образцов, в строении и свойствах древесных пород, высокую природную вариативность, диапазон показателей ЭПФ составляет в среднем от 0,5 до 0,8. Это объясняется временной перестройкой молекулярно-топологической структуры древесины. В древесине, как природном композите, обладающем ЭПФ, архитектура полимерных сеток формирует основу данного эффекта, сетки ковалентных или физических связей инициируют переключение в материале при переходе от временной формы к постоянной. Метод термомеханической спектроскопии (ТМС) использовался для исследования изменения молекулярно-топологического строения древесины при различных состояниях ЭПФ для древесины бука лесного (*Fagus sylvatica* L.) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) [3]. При образовании временной и восстановлении исходной форм наблюдается существенная трансформация топологической структуры древесины бука и сосны. Образование новых межмолекулярных взаимодействий вследствие одновременного действия нагрузки и снижения влажности приводит к появлению более упорядоченных структур и блоков,

которые могут легко разрушаться при снятии нагрузки и возвращении к исходным физическим условиям [3]. Диапазон обратимых изменений при ЭПФ ограничен, увеличение возможно при модифицировании древесины. Результаты исследования будут использованы для создания новых композитных материалов на основе возобновляемых ресурсов.

Список литературы

1. Горбачева Г.А. Деформационные превращения древесины при изменении нагрузки, влажности и температуры: дис. ... к.т.н. М.: МГУЛ, 2004. 198 с.
2. Уголев Б.Н., Горбачева Г.А., Белковский С.Ю. Экспериментальное исследование показателей эффекта памяти древесины // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной Вестник. 2014. № 2 (101). С. 62-65.
3. Gorbacheva G.A., Ugolev B.N., Sanaev V.G., Belkovskiy S. Yu., Gorbachev S.A. Methods of characterization of memory effect of wood// Pro Ligno. 2015. Vol. 11(4). P. 65-72

УДК 674.093

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕРЕКРЫТИЙ И НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЙ ИЗ ЛВЛ

Д.Д. Нефедов, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

dim-nefyodov@yandex.ru

А.С. Екулов, аспирант

САФУ им. М.В. Ломоносова

029ru@mail.ru

Научный руководитель: Е.Г. Владимирова, к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

egvl@mail.ru

ЛВЛ или LVL (аббревиатура с англ. Laminated Veneer Lumber «брус на основе клееного шпона») является высокопрочным конструкционным и отделочным материалом, изготовленным по технологии склейки нескольких слоев шпона с параллельным расположением волокон.

Этот материал появился в 60-х годах в Соединенных штатах Америки. Вскоре ЛВЛ-брус стал очень популярен за счет своей удивительной прочности, которая практически в 2 раза превышает показатели прочности клееного бруса.

Выпускается в виде балок и плит длиной до 24 м, ширина от 40 мм до 1800 мм, толщина от 19 мм до 106 мм (с шагом 3мм)[1].

Благодаря своей однородной структуре брус LVL обладает высокой прочностью при горизонтальной нагрузке. В силу чего основное применение балок LVL – это несущие элементы каркаса. На основе опыта каркасного домостроения в Северной Америке наиболее популярно использование LVL в качестве коньковых балок, стропильных ног, балок межэтажных перекрытий. Также, благодаря тому, что длина балки технологически не ограничена, LVL используется для создания больших пролетов (18–24 м). Применяется также для конструкций в агрессивных средах (сельскохозяйственные здания, склады химически активных элементов), и в помещениях с повышенной влажностью (бассейны).

Шпоновые балки легче стальных конструкций и прочнее массивной древесины. Особо прочными и долговечными их делает слоистая структура. Снижающие прочность дефекты отдельных слоев шпона, например сучки, распределяются в толще слоев так, что их влияние на прочность конечного продукта незначительно. Благодаря таким

характеристикам как долговечность, прочность, точность линейных размеров и жаростойкость, клееные шпоновые балки LVL значительно превосходят другие конструкционные материалы из древесины. Кроме того, технология производства балок позволяет использовать для внешних слоев бездефектный шпон, повышая, таким образом, эстетику продукта.

Процесс производства выглядит следующим образом: поступающее на завод сырье сортируется по породам, качеству и размерам; чураки выдерживаются в бассейне с горячей водой для придания гибкости перед лущением; подготовленные бревна проходят процесс лущения; длинные листы шпона нарезаются на пластины и попадают в сушильную камеру; происходит повторная сортировка по показателям прочности, плотности и визуальным характеристикам; усовочная пила скашивает кромки; на листы наносится клей, после чего плита укладывается слоями в непрерывный ковер; происходит прессование; при выходе из пресса готовая плита проходит детектор пузырей и датчик толщины; готовые плиты распиливаются в соответствии с требованиями заказчика и упаковываются.

Несмотря на то, что благодаря таким технологическим операциям удаётся получить очень качественный, прочный и надежный материал для строительства, в России ЛВЛ-брус не пользуется спросом. Это обусловлено недоверием к новому материалу и достаточно высокой ценой по сравнению с другими строительными материалами.

В работе было проведено сравнение ЛВЛ-бруса с другими конструкционными материалами такими как, клееный брус и профильный брус из массивной древесины. Сравнение было произведено по прочностным и экономическим показателям. В качестве примера сравнения по экономическим показателям был рассмотрен проект турбазы в Архангельской области. Был проведен расчет всех прочностных нагрузок для выбора сечения материалов и расчет стоимости. Заказчик находится в состоянии принятия решения.

На данный момент в России работает два завода по производству ЛВЛ-бруса: «Талион Терра» в городе Торжок и «ЛВЛ-Югра» в городе Нягань и 90 % своей продукции отправляют на экспорт, из-за отсутствия достаточного спроса на свою продукцию на внутреннем рынке. Но в последние два года видна тенденция роста спроса на ЛВЛ продукцию.

За рубежом клееный брус из однонаправленного шпона давно стал одним из основных строительных материалов, и весьма вероятно, что в скором будущем этот материал укрепится и на строительном рынке нашей страны.

Список литературы

1. Лесопромышленный комплекс России. Режим доступа: <https://programlesprom.ru/lvl/> (дата обращения 15.03.2019)
2. Криворотова А.И., Цахилова Е.С. Анализ технологий производства древесных слоистых материалов с параллельным направлением волокон // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2009. № 24. С. 97–100.

УДК 624.011.1**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ ИЗ ТОНКОМЕРНОГО СЫРЬЯ**

И.П. Жучков, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Н.А. Новоселов, студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научный руководитель: М.С. Усачев, к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

usachev@mgu.ac.ru

Современное малоэтажное строительство представляет сложный процесс, который отличается большим количеством взаимосвязанными между собой различных операций. При этом методы проведения строительных работ могут отличаться друг от друга, приводя, в конечном счете, к единому результату, а именно к сдаче нового объекта в эксплуатацию. На рынке строительства современных малоэтажных домов существуют различные технологии [1], к которым можно отнести: кирпичная кладка, дома из пенобетона или газобетона, деревянные дома. Согласно данным РОССТАТ на деревянное домостроение в 2018 г. в России, от общего объема строительства домов, приходилось 11,8 %, а если брать только малоэтажное домостроение, то около 25 %.

Основным элементом в домостроении является стеновая конструкция (стена), которая может быть как несущей, так и ограждающей. Стена может изготавливаться из разных строительных древесных материалов: брус, профилированный брус, клееный брус, бревно, оцилиндрованное бревно и др. [2]. Недостатком известных стеновых конструкций является то, что отсутствует возможность изменять толщину стены в зависимости от необходимой теплопроводности, кроме того при изготовлении больших толщин стеновой конструкции увеличивается расход сырья.

В нашей стране ежегодно добывается и перерабатывается большое количество древесины и в основном используется древесина больших диаметров, а тонкомерная зачастую идет в отходы. Поэтому особенно важным в нынешних условиях хозяйствования является рациональное использование древесного сырья, в том числе и эффективное использование тонкомерной древесины.

Под тонкомерной древесиной понимают древесину, диаметр которой не превышает 13 см (в верхнем торце от 40 до 130 мм включительно). Рекомендуется для распиловки тонкомерного сырья применять специальную технологию пиления, ведь при существующих стандартных технологиях пиления и среднем диаметре распиливаемого бревна 240–280 мм переход на сырьё диаметром до 120–140 мм даёт существенное снижение объёма производства пиломатериалов, а значит менее доходно. За рубежом брус из тонкомерного древесного материала широко используют в деревянном домостроении для изготовления стеновых конструкций. Согласно СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» средняя толщина стены из древесного материала, которая удовлетворяет всем техническим нормативам, составляет около 300 мм. Но в зависимости от региона она может колебаться от 150 мм до 400 мм. Поэтому цель исследований заключается в следующем:

- разработать конструкцию стены, используя профилированный брус, изготовленный из диаметров бревен средних толщин, а именно 130...240 мм;
- рассчитать поставку для изготовления профилированного бруса;

– найти оптимальные размеры бревен для разных толщин стен разработанной конструкции.

Одним из способов решения задачи разработки конструкции, это стыкование профильных элементов из древесного материала путем установки смежных рядов элементов с образованием «замкового» соединения. В качестве модели в работе предложено использовать стеновую конструкцию, которая состоит из трех элементов: профилированный брус, утеплитель, профилированный брус. В данной конструкции используется брус, на одной из кромок которого имеется выступ в форме "ласточкин хвост", а на противоположной кромке на обеих пластьях размещены пазы [3].

Расчет поставов проводился с помощью программного обеспечения «Дровосек». Данная программа рассчитывает два способа раскроя бревна, а именно «развал» и «с брусом». В нашем случае необходимо раскраивать бревно «с брусом» для получения профилированного бруса. Брус получается прямоугольного сечения. После расчета поставов были получены размеры профилированного бруса и минимальные диаметры бревна для выбранных толщин стен.

В результате проделанной работы можно сделать вывод, что для изготовления стеновой конструкции толщиной от 200 до 400 мм, можно использовать диаметры бревен от 140 до 240 мм.

Список литературы

1. Сычев С.А. Современные технологии строительства и реконструкции зданий, Издательство: БХВ-Петербург. 2013. 288 с.
2. Кобелева С.А. Перспективы деревянного домостроения // Сборник научных трудов «Актуальные проблемы лесного комплекса». 2012. Вып. 32. С. 83-86.
4. Стеновая конструкция. Патент RU 183 164 U1.Суров В.П., Пятков В.Е., Логинов В.В. 2018.

УДК 712

ИЗУЧЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В МАЛЫХ ГОРОДАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

М.П. Сахарова, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

maria2602007@gmail.com

Научный руководитель: И.В. Ерзин, к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

В XXI веке водные объекты рассматриваются как зоны, повышающие рекреационный потенциал города [1]. Обустройство большей части прибрежных территорий в малых городах, на данный момент, не позволяет решить потребности города и горожан. В 13-и рассматриваемых городах все водные объекты загрязнены, а некоторые – значительно, в связи с чем, появляется резкий неприятный запах от воды, развиваются патогенные микроорганизмы, вводятся запреты на купание. Происходит эвтрофикация и заиливание водоемов и рек. Многочисленная коттеджно-дачная и промышленная застройка вдоль берега, расположенная на наиболее красивых ландшафтах, снижает рекреационную ценность территорий. Поэтому становится невозможным развитие рекреационной сети города и привлечение инвесторов [2], так как наиболее привлекательные земли уже отданы. Таким образом, города теряют свой важнейший

ресурс – ландшафт. Значительные по величине прибрежные территории не используются горожанами по причине отсутствия удобных пешеходных, а зачастую и визуальных связей между существующими рекреационными объектами вдоль берегов.

Развитие малого города должно быть основано на экологической стабильности, социальном развитии, развитии экономической инфраструктуры. Непрерывный зеленый прибрежный коридор может значительно улучшить качество городской среды [3]. Прибрежные территории должны выполнять природоохранные и санитарно-гигиенические функции. Но сохранение такой буферной зоны без включения её в структуру рекреационных территорий города – трудно выполнимая задача, поэтому целесообразно включить рекреационное благоустройство в эту зону. Туристическо-рекреационная сфера может стать источником постоянных доходов для городов, но для этого необходимы жесткая градостроительная политика и грамотное ландшафтное планирование прибрежных территорий. Развитие ландшафтно-рекреационного каркаса города должно накладываться на ландшафтно-экологический каркас, а учитывая разные уровни активности и рекреационную емкость территорий можно определить и сформировать основные ядра. Обустройство, взаимосвязь рекреационных территорий, насыщенность различными функциями, делает их привлекательными и полезными как для местных жителей, так и для туристов. Важными условиями при этом являются общественный доступ к воде и сохранение визуальных связей с водными пейзажами. Рекреационная деятельность в прибрежной буферной зоне должна быть нормирована, чтобы не наносить вред дикой природе. Прибрежная растительность и макрофиты в литоральной зоне должны максимально сохраняться.

В городах нужно сохранять и восстанавливать основные виды и перспективы, на природное и архитектурное окружение. Освобождать прибрежные территории от элементов складской и транспортной инфраструктуры. Максимально восстанавливать санитарно-защитные, буферные зеленые зоны предприятий. Создавать и сохранять прибрежное защитное озеленение, водно-болотные угодья и лесные массивы в черте города, которые выполняют функции естественной среды обитания для многих видов живых организмов, регулируют поступление воды, питательных веществ и отложений в литоральную зону, где макрофиты осуществляют биологическую очистку воды. Дополнительными мероприятиями могут быть: очистка и углубление русел рек, очистка донных отложений от тяжелых металлов в городских плесах, аэрация заливов и зарыбление при необходимости хищными видами рыб (управление трофическими цепями), строительство открытых ливневых каналов, покрытых растительностью, и прудов отстойников, перехватывающих поверхностный сток.

Там, где система «человек и вода» находится в равновесии, создаются условия для здорового образа жизни, повышается социально-экономическая ценность прибрежной территории.

Список литературы

1. Michael Hall C., Härkönen T. Lake Tourism An Integrated Approach to Lacustrine Tourism Systems. UK.: Cromwell Press, 2006. 235 p.
2. Колбовский Е.Ю. Ландшафтное планирование: учеб. пособие для высш. учеб. заведений/ Е.Ю. Колбовский. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 336 с.
3. Краснощекова Н.С. Формирование природного каркаса в генеральных планах городов: учебн. пособие для вузов. М.: «Архитектура-С», 2010. 184 с.

УДК 712**ПРИНЦИПЫ ЛАНДШАФТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЗООПАРКОВ**

К.И. Кузнецова, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

karinakuznetsova777@gmail.com

Научный руководитель: В.В. Дормидонтова, к. арх., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

После победы в Великой Отечественной войне началось активное строительство и озеленение городов, восстановление промышленных предприятий, парков и лесопарков. Для возобновления общественной и культурной жизни людей создавались парки специального назначения, в том числе зоологические парки.

Зоопарки являются достаточно сложными объектами по своей функционально-планировочной организации. Целью является искусственное создание природной среды, обеспечивающей условия, комфортные для жизни животных, их демонстрации и изучения, а также удовлетворяющей требованиям безопасности для посетителей [1, 2].

Первые упоминания о содержании животных в неволе относятся к каменному веку, применяя искусственное и естественное ограждение, человек использовал животных для хозяйственных нужд и жертвоприношений. А в период с 2900 по 2200 гг. до н. э. у египетских фараонов одним из признаков материального достатка и превосходства являлось владение большим количеством видов животных (гепарды, бабуины, рыси и др.). На специальных фермах изучали их жизнь, были попытки разведения и применения в хозяйстве. Известно о широком распространении «охотничьих парков» в Персии. [1].

В России еще XII-XVI вв. было положено начало зоопаркам, но в то время они назывались потешными дворами. В 1718 г. в Царском селе Петр I основал зверинец квадратной формы, где в центре размещалась обзорная галерея, окруженная палисадом со рвами. Вскоре на месте галереи был построен небольшой дворец, а павильоны для животных располагались среди зелени. Сады Барокко, Классицизма и Просвещения также часто содержали вольеры для демонстрации птиц и животных [1].

Были изучены зоопарки: 1) Зоологический сад в Риджентс-парке в Великобритании, образованный в 1829 г., имеющий полицентрическую планировку, где смотровые площадки организованы таким образом, чтобы можно было наблюдать экспозицию на разных уровнях; 2) основанный в 1955 зоопарк в Берлине, имеющий регулярную планировку. Созданные ручьи и протоки регулируют направление посетителей и создают ограждение больших экспозиционных пространств; 3) один из исторических зоопарков России – Калининградский зоопарк, основанный в 1896 г. Выставочные зоны с животными находились по периферии зоопарка [1, 3].

Анализ показал, что к нашему времени сформировалась подробная методология проектирования зоологических парков. Функциональное зонирование должно включать следующие зоны: экспозиции (45–70 % общей площади), парковую (15–35 %), детскую (до 10 %), хозяйственную (0,5–3%), научный центр (до 3 %), ветеринарную (до 5 %). Территориальное деление зависит от принципа демонстрации экспозиций: «зоографического» – соответственно стране (Африка, Австралия и др.) и «экологического» – выделяющего зоны «тайги», «пустыни» и т.д. [2].

Для подражания естественным условиям местообитания животных по границам экспозиционных зон создаются рвы, перепады рельефа, ручьи, высаживаются зеленые насаждения, обеспечивающие безопасность для посетителей, шумоизоляцию, равномерное распределение потоков посетителей и создание мест для кратковременного

отдыха [1]. Архитектурно-ландшафтная композиция использует пейзажную планировку, экспозиционные зоны связаны кольцевым прогулочным маршрутом в парковом массиве.

Список литературы

1. Сокольская О.Б., Теодоронский В.С., Вергунов А.П.. Ландшафтная архитектура: специализированные объекты: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 224 с.
2. А.П. Вергунов, М.Ф. Денисов, С.С. Ожегов. Ландшафтное проектирование. М.: Изд-во «Высшая школа», 1991. 235 с.
3. Калининградский зоопарк. Режим доступа: <https://kldzoo.ru/> (дата обращения: 28.03.2019).

УДК 712.23

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПИРОГОВСКИЙ ЛЕСОПАРК СО СТООНЫ ВОЛКОВСКОГО ШОССЕ

А.С. Волкова, студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

0000000000na@mail.ru

Научный руководитель: О.В. Чернышенко, д.б.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Городские жители нуждаются в общественном городском зеленом пространстве рядом с домом, чтобы наслаждаться пребыванием на природе. Пироговский лесопарк в городском округе г. Мытищи представляет собой природную экосистему с ценнейшим рекреационным ресурсом, обеспечивая места отдыха и укрепления здоровья горожан. В лесопарке преобладают смешанные лиственные насаждения с богатым подлеском кустарниковых пород. Среди хвойных произрастает ель, сосна, лиственница. Большая часть лесопарка представлена лесными культурами, уже сформированы многоярусные, смешанные по составу насаждения. Однако рекреационная активность жителей близлежащих кварталов отрицательно влияет на лесные насаждения лесопарка. Для оценки рекреационного потенциала лесопарков используется комплексная оценка всех компонентов лесных насаждений, наиболее чувствительными к антропогенному влиянию является растительность и подстилка [1,2]. Цель данного исследования – количественно оценить состояние растительности и степень рекреационной дигрессии в лесопарке Пироговский со стороны Волковского шоссе.

В сентябре 2018 г. была исследована центральная часть Пироговского лесопарка, заложено 42 временных пробных площадей по маршруту от Волковского шоссе до Пироговского водохранилища (5 км) через весь лесной массив с юга на север. Пробные площади закладывались двух видов: основные и дополнительные. Основные создавались через 30–50 м для более подробного изучения насаждений в южной части лесопарка, где и решено было проектировать экологическую тропу. Дополнительные пробные площади закладывались через 500 м по всей центральной части лесопарка. Описание пробных площадей проводилось по стандартной методике инвентаризации лесных насаждений. Деревья и кустарники описывались по таксационным характеристикам, оценивалась категория состояния; напочвенный покров по видам, площади покрытия и др. Также выявлялись растения из Красной книги и сорная растительность; производилась оценка дигрессии лесной среды, рекреации и биологической устойчивости.

Рекреационная нагрузка оказывает отрицательное влияние на состояние древостоев. Вытаптывание приводит к уплотнению почвы, уменьшению концентрации

кислорода в зоне растущих корней и ухудшении условий минерального питания растений [3]. Очень часто наблюдаются повреждения корней. При этом сильно страдают древесные виды, у которых поверхностная корневая система. Механические повреждения стволов влияют на устойчивость деревьев, способствует развитию болезней и заселению вредителями. На расстоянии 1 км от Волковского шоссе можно выделить следующие виды, на которые негативно влияет рекреационная нагрузка – сосна обыкновенная (категория состояния – 2,5); дуб черешчатый (категория состояния – 3,0), береза повислая (категория состояния – 2,5), вяз шершавый (категория состояния – 2,5). Подлесок в этой части лесопарка достаточно обилен и в хорошем состоянии, представлен лещиной обыкновенной, смородиной черной, калиной обыкновенной, крушиной ломкой, бузиной красной, жимолостью лесной. Единственный вид в ослабленном и угнетенном состоянии – бересклет бородавчатый. Ухудшение роста и развития деревьев и кустарников в первом километре от автомобильной дороги можно также объяснить негативным влиянием шоссе с интенсивным движением. Далее по маршруту дигрессия природной среды не наблюдалась, рост и развитие деревьев и кустарников нормальное, механические повреждения отсутствуют; подрост и подлесок жизнеспособные. В дальнейшем планируется заложить постоянные пробные площади для проведения многолетних исследований влияния рекреации на лесные насаждения в связи с увеличением многоэтажной застройки вокруг лесопарка.

Список литературы

1. Стандарт отрасли ОСТ 56-100-95 "Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы" (утв. приказом Рослесхоза от 20 июля 1995 г. N 114). 9 с.
2. Полещук О.М., Фролова В.А. Рейтинговые оценки состояния городских насаждений на основе методов теории нечетких множеств // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2003. № 2-3. С. 7 – 15.
4. Чернышенко О.В. Деревья в городе // Лесохозяйственная информация. 1999. № 7–8. С. 15.

УДК 712.2

О ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ПРИРЕЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

О.А. Жукова, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

olga142@yandex.ru

Научный руководитель: Ерзин И.В., к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Под воспитанием понимается процесс систематического и целенаправленного воздействия на духовное и физическое развитие ребенка со стороны семьи, воспитательных и образовательных учреждений. Окружающая среда также является важным фактором формирования личности.

Воспитательная функция приречных территорий может являться, с одной стороны, частью воспитательного процесса в семье (досуг, отдых, занятия физкультурой) и воспитательных/образовательных учреждениях (занятия у реки), а с другой стороны она заключается в непосредственном целостном влиянии приречных территорий, как окружающей среды, на формирование личности.

Интересную мысль о роли сегодняшней школы в формировании мировоззрения высказал философ и культуролог Г.С. Померанц: «...Решающей становится не экономика, а педагогика, начиная с детского сада. Дети схватывают начатки нового быстрее взрослых... С самого раннего детства можно воспитывать понимание радости, которую дает созерцание. И это подготовит людей к переоценке ценностей, к переходу от инерции неограниченного расширения техногенного мира к цивилизации созерцания, духовного роста и равновесия с природой... Школы могут и должны учить паузе созерцания: через искусство, через литературу» [1]. Считаем нужным добавить, что через непосредственное знакомство и общение с природными объектами и явлениями школы могут формировать новое отношение к природе, навыки созерцания и восприятия.

Значимость непосредственного воспитательного влияния ландшафтов приречных территорий как компонента окружающей среды, велика. По мнению З.Н. Яргиной, гармоничная городская среда, сочетающая архитектуру и природные компоненты, является фактором активного воспитательного воздействия на человека. Повседневное окружение создает определенное эмоциональное отношение человека к среде обитания [2]. Особенности возникновения чувства принадлежности к своему городу, идентификации проанализировал К. Линч. Такими чертами обладают, по его мнению, «выдающиеся места», которые могут обеспечить полное, комплексное восприятие окружающей действительности, «подарить полноту ощущений: игру света, дуновение ветра, богатство цвета, звука и формы». В таких местах «пробуждается от сна способность ощущать» [3]. Также чувство места, по мнению Линча, возникает при тесном знакомстве с объектом: с собственным домом, с ландшафтом детских лет. Если же выдающееся место может быть одновременно и повседневным местообитанием, то «эмоциональный эффект достигает наибольшей силы» [3].

Реки и их приречные территории, интегрированные в городскую ткань, связанные с общественными, жилыми, рекреационными территориями, являются именно такими: одновременно знаковыми, значимыми, узнаваемыми местами и, в то же время, повседневной городской средой. Их средоформирующая роль как воспитательного элемента городской среды обусловлена, в первую очередь, эстетическими характеристиками. Можно назвать их «визуальными оазисами» для глаз, «разбавляющими» типовую застройку или, наоборот, акцентирующими выразительные архитектурные ансамбли. Эстетические качества пейзажей речных ландшафтов приречных территорий влияют на духовное развитие наблюдателя: формируются его эстетические потребности, понимание прекрасного, умение видеть гармонию. Это, в свою очередь, побуждает стремиться к гармонии в повседневной жизни, создавать и сохранять ее. Говоря упрощенно, через воспитание эстетики природы и архитектуры к наблюдателю приходит видение, «что такое хорошо» и понимание, «что такое плохо». Отсутствие примеров естественной природной красоты и гармоничных сочетаний с архитектурными сооружениями в повседневном восприятии горожанина приводит к безразличному отношению к низким эстетическим качествам окружающей городской среды, отчуждению от нее.

Список литературы

1. Померанц Г. Недоросли. Режим доступа: http://www.chaskor.ru/article/grigorij_pomerants_nedorosli_43462 (дата обращения: 06.05.2019).
2. Яргина З.Н. Эстетика города. М.: Стройиздат, 1991. 366 с.
3. Линч К. Совершенная форма в градостроительстве: пер. с англ. В.Л.Глазычев / под ред. А.В. Иконникова. М.: Стройиздат, 1986. 264 с.

УДК 712.01**МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ВОСПРИЯТИЯ ГОРОДСКОГО ЛАНДШАФТА ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО МОСКОВСКОМУ ЦЕНТРАЛЬНОМУ КОЛЬЦУ**

С.А. Кораблева, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

korableva_svetlana@list.ru

Научный руководитель: Т.С. Санаева, к.с.-х.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Изучение восприятия ландшафтов в первую очередь связано с различными впечатлениями, производимыми на наблюдателей разными видами ландшафтов, в пределах видимости. Вопросы изучения восприятия среды и оценки эстетических ресурсов территории исторически рассматривались в рамках разных дисциплин на стыке естественных и гуманитарных наук: истории, психологии, эстетики, ландшафтоведения и различных направлений в географии. Методики по оценке визуальной среды подразделяются на два основных подхода к исследованию пространственного восприятия и эстетической оценке ландшафтов – объективный и субъективный подходы. Объективный подход подразумевает оценку объективных критериев, поддающихся количественной оценке при помощи баллов, шкал и интегральной оценки по сумме показателей каждого критерия. При дальнейшем анализе и обобщении данных возможно получить карту оценки данной территории по выбранным показателям. Субъективный подход подразделяется на экспертные и опросно-анкетные методы. Опросно-анкетные методы подразумевают интервьюирование или анкетирование респондентов, оценка которых отобразит особенности восприятия у разных групп людей. Оценки респондентов фиксируются, а их дальнейшее обобщение позволяет сделать выводы.

Современное изучение восприятия городской среды во многом базируется на учении о видеоэкологии русского физиолога Филина В.А. [1]. В своих исследованиях он исходил из данных о механизмах зрительного восприятия человека, которые показали, что глаз человека сканирует окружающую среду с помощью быстрых автоматических движений – саккад, останавливаясь после каждой саккады на каком-либо зрительном элементе. Человеческий разум, действуя наподобие камеры фотоаппарата, воспринимает окружающий мир как серию визуальных картин. Визуальная среда может быть естественной (природная среда) и искусственной (среда, созданная человеком) [1]. Помимо существования гомогенных и агрессивных визуальных полей в городской среде В.А. Филиным отмечалось, что человек в городских условиях часто встречается с динамическими агрессивными полями, находясь в движущемся транспорте [2].

Передвижение жителей города в наземном городском транспорте, способствует активному зрительному восприятию прилегающих территорий [3]. Территории в зоне влияния Московского центрального кольца (МЦК), находясь в центральной части города, являются информационно насыщенной городской средой. Городской ландшафт, воспринимаемый в движении, свое конкретное выражение получает в многообразном комплексе пейзажей или слагающих его картин. Методология восприятия ландшафтов в движении основана на идее, когда понимание целого невозможно без истолкования его частей, а части постигаются как структурные элементы целого. Рассмотренные объективный и субъективный подходы не противоречат друг другу, а дополняют и их совместное применение открывает значительные возможности для исследований. Поэтому для получения более объективных результатов в исследовании визуальной среды города в движении логично применять комбинированный подход.

В рамках объективного подхода необходимо провести исследование соотношения природных зрительных элементов (ПЗЭ) и антропогенных зрительных элементов (АЗЭ) в зоне видимости, при движении по МЦК. Бассейн видимости определен в ходе натурных исследований. По результатам натурных исследований и фотофиксации при маршрутном движении составляется карта-схема, отображающая соотношение АЗЭ и ПЗЭ в рассматриваемом бассейне видимости. Для проверки результатов, полученных путем исследования с использованием объективного подхода, осуществляются исследование с помощью методов субъективного подхода – опрос респондентов и экспертная оценка с помощью сделанных на контрольных точках фотоматериалов и описаний. Методом экспертной оценки исследователя полученные фотоснимки классифицируются по типам, открывающихся видов и выделяются контрольные фотоснимки для оценки респондентами. Данные с контрольных фотоснимков распространяются на весь тип. Результат итоговой оценки респондентами восприятия типов городских пейзажей выносится на карту. Метод комплексного исследования позволит выявить взаимосвязь между соотношением зрительных элементов и особенностями восприятия городских ландшафтов пассажирами МЦК.

Список литературы

1. Лаврова О.П. Природные зрительные элементы как важный фактор формирования комфортной визуальной среды урбанизированных пространств // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2018. Т. 22. № 3. С. 133–141.
2. Филин В.А. Видеоэкология. Что для глаза хорошо, а что – плохо. М.: МЦ «Видеоэкология». 1997. 320 с.
3. Санаева Т.С., Кутьева Е. В. Исследование влияния развития транспортной системы на рекреационные зоны главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (тезисы) // Материалы 6-й международной научной конференции «Ландшафтная архитектура в ботанических садах и дендропарках» Ялта, 27-30 мая 2014. С. 85.

УДК 502.75

СПОСОБЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ

Е.В. Круглова, студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

meloni151@gmail.com

Елизарова В.К., студент

may0000@bk.ru

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Научный руководитель: С.В. Ефимов, к.б.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

По прогнозам специалистов, уже к середине XXI в. могут практически исчезнуть почти четверть видов высших растений, в том числе, представляющие потенциальный экономический интерес. В ботаническом саду МГУ собрана уникальная коллекция видов рода *Raeonia* L. Она включает 300 культиваров, отражающих все направления мировой селекции, 18 видов, многие из них занесены в Красную книгу РФ. Цель нашей работы – поиск новых способов сохранения уникальной коллекции видов пионов не только в ботанических садах, но и на особо охраняемых природных территориях с учетом эколого-морфологических, географических характеристик и физиологических особенностей природных видов.

Для сохранения растений были созданы генные банки – особый тип биодепозитария, в котором сохраняется генетический материал. Выделяют два основных направления генных банков: природные генные банки и лабораторные генные банки.

Природные генные банки.

Один из первых способов сохранения биоразнообразия растений – создание заповедников, заказников, национальных парков и прочих особо охраняемых природных территорий (ООПТ) [1]. В них в естественной среде обитания (*in situ*) сохраняются редкие и уязвимые виды растений. Помимо этого, существует способ сохранения растений в искусственно созданных и максимально приближенных к природным условиям посадках (*ex situ*), например, в ботанических садах. Этот способ сохранения получил название *полевой генофонд*. В результате интродукции растений в иные географические регионы мира у учёных появляется возможность доступа к свежему генетическому материалу, в том числе для выведения новых сортов растений.

Всё чаще стараются разработать и предложить иные способы сохранения в виде генных банков. К ним относятся банки семян, банки пыльцы, а также современные способы сохранения растений и их частей – криобанк и банк тканей, позволяющие гарантировать сохранение видов растений от глобальных катаклизмов.

Лабораторные генные банки.

Банк семян сохраняет семена и споры при низких температурах и к данному типу можно отнести коллекцию семян культурных растений Н.И. Вавилова, эксперимент хранения семян Институтом мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН в Якутии и Всемирное семенное хранилище на Шпицбергене. Для бессеменных представителей подходит метод *банка тканей*, а именно сохранение почек и клеток меристемы растений при определённом световом и температурном режиме в питательной среде для их дальнейшего выращивания в каллюсовых массах. Способ особенно эффективен в паре с банком семян. Пыльцевые зёрна растений хранятся в *банке пыльцы* при температурах от – 20°C до 4°C. Трудности способа связаны со сложностью сбора пыльцевых зерен в природе. *Криобанк* – новый способ сохранения растений, в первую очередь зародышевой плазмы, в жидком азоте при температуре – 196 °C. Способ широко применяется к холодоустойчивым видам, находящимся на грани исчезновения.

Информационные технологии. Существуют также электронные базы данных, созданные для сохранения не самих растений как живых организмов, а информации о них, задокументированной и хранящейся в открытом доступе. В первую очередь стоит упомянуть международную базу *GenBank* [2] всех аннотированных последовательностей ДНК и РНК для более чем 100000 организмов. Система имеет свои строгие правила внесения данных и представляет собой электронный ресурс с определёнными разделами. Стоит упомянуть и о *цифровой гербарии* имени Д.С. Сырейщикова МГУ [3], который постоянно пополняется новыми оцифрованными образцами.

Представленные некоторые способы сохранения биоразнообразия растений могут способствовать изучению рода *Raeonia*, систематизации некоторых характеристик и признаков растений, получению уникального материала для дальнейшей селекции, а также сохранению его генофонда.

Список литературы

1. Новиков В. С., Раппопорт А. В., Ефимов С. В. Прошлое и настоящее российских ботанических садов // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2017. Т. 122, № 3. С. 38–44.
2. GenBank: [Электронный ресурс] // The National Center for Biotechnology Information. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (дата обращения: 23.03.2019).
3. Цифровой гербарий МГУ: [Электронный ресурс] // Депозитарий живых систем «Ноев Ковчег». Растения. URL: <https://plant.depo.msu.ru> (дата обращения: 22.03.2019).

УДК 712.23

**ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ,
ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫМИ ПРИРОДНЫМИ
ТЕРРИТОРИЯМИ МОСКВЫ**

Е.В. Кутьева, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

kutyeva82@mail.ru

Научный руководитель: В.А. Фролова, к. с.-х. н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Отдых горожан в лесопарках, находящихся в доступной близости, связан с возможностью быть в контакте с "природой" и практиковать различные виды деятельности под открытым небом. Стандартный подход предполагает, что городские жители нуждаются в общественном городском зеленом пространстве рядом с домом, чтобы наслаждаться пребыванием снаружи [1, 2]. Для проведения исследований были выбраны модельные природные объекты. Модельными объектами стали крупные компактные ООПТ, окруженные застройкой: ПИП «Измайлово», ПИП «Покровское – Стрешнево», ГБС РАН им. Цицина. Критериями для выбора объектов исследования стали: компактность (протяженность границ объектов 9,6 – 24 км), наличие заповедного участка площадью 52 – 470 га, плотное прилегание застройки к границам ООПТ.

Среди критериев оценки зеленых территорий необходимо выделить: функциональность, доступность, возможность для различных видов деятельности, культурная составляющая, историческая ценность, сохранность ценных природных ландшафтов. Однако эти критерии не дают комплексной оценки качества зеленой территории как предоставление культурных услуг для повседневной жизни людей горожан. В связи с чем, для оценки возможностей развития и потенциала крупных зеленых территорий мы решили применить метод балльно-рейтинговой системы оценок [3]. Мы создали выборку из 30 переменных показателей, способных отразить качество или возможности внутригородского зеленого пространства. В качестве показателей использовались статистические данные, результаты социологических опросов и материала натурного обследования территорий. Также был проведен комплексный анализ, который включал баланс границ по зонам соприкосновения; анализ окружающей застройки; анализ инфраструктуры прилегающих кварталов; подробный натурный анализ маршрутов перемещения по территории пешеходов и транспорта.

Предложенная нами методика оценки возможностей развития особо охраняемых природных территорий (ООПТ) была апробирована на трех модельных объектах. Необходимо выделить главные критерии и индикаторы методики, которые помогают оценить качество предоставляемых экосистемных услуг и тесно связаны с потенциалом окружающих районов, разнообразием оказываемых услуг, а также составлением портрета потребителя. Доступность и сохранение зеленых пространств для горожан является вопросом стратегии управления зеленой инфраструктурой, который встает перед городами в результате растущей урбанизации. Это действительно требует тщательного изучения процесса городского планирования, который должен учитывать различные функции, услуги и выгоды, обеспечиваемые городской зеленой инфраструктурой.

Перед системой управления городскими зелеными территориями стоит задача изменения концепции развития, сделать главным не охранные запретные функции, а развернуть парковое управление в сторону поощрения форм активности посетителей, не причиняющих вред внутригородским зеленым пространствам и создающих позитивную атмосферу в парке. Организация систем наблюдения, контроля и оценки состояния

внутригородских зеленых территорий в местах интенсивного антропогенного воздействия необходима для оценки экосистемных услуг, предоставляемых ООПТ г. Москвы.

Список литературы

1. Гейл Я. Города для людей: изд. на русском языке. Концерн «Крост», пер. с англ. М.: Изд-во Альпина Паблишер, 2012. С. 232 – 238.
2. Фролова В.А. Преобразование городского постсоветского ландшафта в общественные пространства и среду нового поколения // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2015. Т. 19. № 5. С. 9 -16.
3. Полещук О.М., Фролова В.А. Рейтинговые оценки состояния городских насаждений на основе методов теории нечетких множеств // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2003. № 2–3. С. 7-15.

УДК 574.3

ОЦЕНКА ПОГЛОТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ГОРОДСКИХ ДЕРЕВЬЕВ К АТМОСФЕРНЫМ ЗАГРЯЗНИТЕЛЯМ КАК ОДИН ИЗ ВИДОВ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ

Е.А. Роговой, студент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

kpp7171@gmail.com

Научный руководитель: О.В. Чернышенко, д.б.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Городские экосистемы выполняют регулирующие функции, улучшая качество воздуха и поглощая атмосферные загрязнители. В атмосферном воздухе города содержится более 100 тыс. различных вредных соединений в виде газов, аэрозолей и пыли в суммарном количестве до 4–6 млрд. т в год [1]. Среди основных загрязнителей воздуха города выделяют следующие вещества: озон, окись углерода, двуокись серы, окислы азота, а также аэрозольные и твердые тонкодисперсные частицы.

Деревья адсорбируют большое количество поллютантов на поверхности листьев и ствола, поглощают и накапливают загрязнители во время фотосинтеза, при этом они способны контролировать поступление или удаление некоторых элементов с помощью физиологических реакций [2]. Поглощательной способности способствует вся биомасса деревьев над и под землей, обеспечивая поглощение и аккумуляцию различных вредных примесей. Поллютанты проникают в лист растения через устьица, одновременно деревья выделяют в окружающую среду разнообразные метаболиты, в том числе поглощенные загрязнители. Окислы серы и азота растворяются в пленке влаги, покрывающей внешнюю поверхность листьев и ветвей. Затем молекулы нитратов и сульфатов проникают в листья и веточки. Когда поверхность растений сухая, молекулы газов поступают в ткани растений через устьица листьев. Этот процесс играет существенную роль в выведении газовых компонентов из атмосферы. В результате поглощения и аккумуляции поллютантов в древесных растениях увеличивается общее содержание серы и азотистых веществ.

Цель нашей работы – оценить поглощательную и пылефильтрующую способность древесных растений зеленого фонда г. Москвы для создания моделей экосистемных функций городских деревьев.

Деревья и кустарники будут разделены по категориям состояния, возрасту, условиям произрастания и загрязнения с учетом высоты, диаметра, характера некрозов

листьев для определения газопоглотительной и пылефильтрующей способности. Определение поглотительной способности древесных растений проводится по уже известным методикам [3] на спектрофотометре СФ-2000. Количество поглощенных поллютантов оценивается по разнице содержания их в листьях растений, произрастающих на загрязненных территориях и в условиях чистой атмосферы.

Исследование поможет ответить на следующие ключевые вопросы:

1. Какие виды древесных растений лучше всего подходят для очистки и охлаждения городского воздуха?
2. В каких районах города насаждения с повышенной газопоглотительной способностью будут наиболее эффективны?
3. Может ли природа фильтровать и уменьшать вредные мелкие частицы и газообразные загрязнители в городе достаточно эффективно, чтобы улучшить качество воздуха?
4. Сколько озелененных и природных территорий необходимо планировать, чтобы сделать городской воздух более здоровым?

В дальнейшем полученные экспериментальные данные могут быть использованы для количественной оценки экосистемных услуг древесных растений в городе.

Список литературы

1. Novak, D.J. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States / D.J. Novak, D.E. Grane, J.C. Stevens // Urban Forestry & Urban Greening 4, pp. 115 – 123.
2. Чернышенко О.В. Деревья в городе // Лесохозяйственная информация. 1999. № 7-8. С. 15.
3. Чернышенко О.В. Поглотительная способность и газоустойчивость древесных растений в течение вегетации // Научные труды Московского лесотехнического института. 1985. № 167. С. 102.

УДК 712.01

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО БЛАГОУСТРОЙСТВА ИСТОИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ГОРОДА АЛАТЫРЬ (ЧУВАШСКАЯ РЕСПУБЛИКА)

Соловьев А. А., магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

axesolo@gmail.com

Научный руководитель: Леонова В.А., к.с.-х. н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Алатырь – четвёртый по численности населения и пятый по промышленному потенциалу город в Республике Чувашия [1]. Его историческая часть расположена на левом берегу реки Суры. Ядро планировочной структуры ранее являлась крепость с мужским монастырём и расположенной вокруг улицей Площадь Октябрьской революции. От него радиально расходятся четыре улицы: Троицкая, Московская, Ленина, Кирова (в юго-западном направлении). Улица Горшенина замыкает историческую часть.

На территории вышеперечисленных улиц расположено 27 объектов культурного наследия (два из которых – федерального значения, а остальные – регионального) [2]. Объекты, принадлежащие Русской Православной Церкви, находятся в хорошем состоянии. Объекты, находящиеся в муниципальной собственности, находятся в удовлетворительном и неудовлетворительном состоянии и требуют реставрации.

Из объектов инфраструктуры в исторической части подавляющее большинство – это рестораны и кафе. Точками притяжения являются авиационный завод и Свято-Троицкий мужской монастырь.

Исторический центр имеет недостаточное количество мест кратковременного и долговременного пребывания. Отсутствие на некоторых улицах тротуаров и оснащения для маломобильной группы населения. Архитектурное освещение присутствует только у Свято-Троицкого монастыря. На других же улицах – только функциональное освещение.

Всего в исторической части города Алатырь имеется 5 скверов и один бульвар [3]. А также озеленение общественного пользования вдоль дорог, на улицах. Оно не имеет единой системы. Сохранившееся с советских времён, озеленение не подвергалось кардинальным изменениям до сегодняшнего дня. Имеются старовозрастные насаждения, требующие замены.

В ходе изучения проблем комплексного благоустройства исторической части г. Алатырь были предложены следующие рекомендации:

1. Реконструкция архитектурно-исторической среды и объектов культурного наследия.
2. Использование комплексного подхода в благоустройстве территории.
3. Разработка и создание системы озеленённых пространств, подчёркивающей архитектурную среду исторического центра.
4. Создание инфраструктуры для разных возрастов населения и грамотное её размещение.
5. Создание единой, интуитивно понятной системы навигации в историческом центре города.

Список литературы

1. Трифонова З.А. Города Чувашии: Книга-альбом. Чебоксары: Чуваш. кн. изд-во, 2008. 238 с.
2. Красовский В.Э. Алатырская старина: Путевые заметки по археологии и истории Алатырского. Симбирск: Симбирск. губ. учен. архивная комис., 1899. 40 с.
3. Ткаченко В.Г., Демакова В.И., Дроздовская Е.П., Зайцева Т.А. Алатырь. Летопись города. Часть первая. Алатырь: 2002. 510 с.

УДК 574.3

К ВОПРОСУ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ГОРОДСКИХ ЛЕСОВ ПО ДЕПОНИРОВАНИЮ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА И ПРОДУЦИРОВАНИЮ КИСЛОРОДА

Т.А. Кирюхина, магистрант

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

ta_25@bk.ru

Научный руководитель: О.В. Чернышенко, д.б.н., профессор

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства»

Городские леса являются стабилизаторами круговорота углерода, так как в процессе фотосинтетической деятельности лесных экосистем происходит связывание углекислого газа из атмосферы. Исследователи [1] доказали, что запасы углерода и темпы его депонирования в лесных экосистемах зависят от продуктивности лесов, их состояния, видового состава и возрастной структуры. Древесные растения поглощают углекислый газ в процессе фотосинтеза через устьица листьев. Городские леса и парки рассматриваются как урбоэкосистемы, которые связывают (депонировать) углерод. Растения уменьшают

концентрацию углекислого газа в атмосфере, которая создается автотранспортом при сжигании природного топлива. Для лесов умеренного климата характерна медленная скорость перемещения углерода на этапе от фотосинтеза растений до освобождения углекислого газа при конечном разложении растительных остатков. Городские леса не только поглощают углекислый газ, но и аккумулируют его в живых растениях, их остатках различной степени деструкции, в гумусе и торфах на длительное время. Леса не только депонируют углерод, но и выполняют важные экологические и ресурсные функции по продуцированию кислорода в атмосферный воздух.

Цель нашей работы – оценить углерододепонирующую роль древесных растений в городе с учетом их устойчивости, активности роста, физиологического состояния и продуцирования кислорода.

Для определения депонирования углерода городскими лесами нужно оценить запас фитомассы данного объекта и биологическую продуктивность отдельных элементов. При этом необходимо учитывать приходную часть углеродного цикла (измерение «живой» фитомассы) и расходную часть цикла (запас углерода в почвах). В расчетах часто используются обобщенные данные по региону, например, что в 1 кг абсолютно сухой массы сухих сучьев, ветвей, коры и древесины содержится 0,5 кг углерода [2].

Для оценки объемов годового накопления углерода зелеными насаждениями и ООПТ г. Москвы будут использованы следующие показатели: 1) ежегодное накопление углерода, связанное с увеличением биомассы в городских растениях, т углерода в год; 2) площадь крон деревьев в городском лесу, га; 3) прирост биомассы за год, т/га.

Данные для расчета депонирования углерода городскими лесами могут быть получены с космических снимков Земли высокого разрешения или данных с лазерного сканера по определению площади, объема крон и биомассы деревьев. Информация о количестве отдельных деревьев в парках, скверах и других объектах исследования будет собрана самостоятельно и оформлена в базу данных. На первом этапе работы необходимо определить объемы накопления углерода, а затем использовать методику Чеснокова и Долгошеева [3] для оценки количества выделенного кислорода.

Среди многочисленных функций и услуг лесных экосистем необходимо выделять депонирование углерода городскими лесами и насаждениями, разрабатывать и применять методы, позволяющие увеличивать накопление углерода урбоэкосистемами, так как это обеспечит уменьшение парниковых газов в атмосфере и повлияет на устойчивость экосистем в целом на планете.

Список литературы

1. Оценка запасов и годичного депонирования углерода в фитомассе лесных экосистем России / А.С. Исаев, Г.Н. Коровин, А.И. Уткин и др. // Лесоведение. 1993. № 5. С. 3–10.
2. Алексеев В.А., Бердси Р.А. Углерод в экосистемах лесов и болот России. Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 1994. 224 с.
4. Чесноков Н.Н., Долгошев В.М. Оценка кислородопродуцирующей функции леса // Лесное хозяйство. 1978. №7 С. 32–33.

УДК 514.181.22

ОБРАЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПЕРЕНОСА, ВРАЩЕНИЯ И ИХ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

А.Е. Аверкиев, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Космический»

aae_pl@mail.ru

Научный руководитель: И.М. Дмитриева, к.п.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Поверхность – это множество точек пространства, координаты которых являются функциями двух переменных $\begin{cases} x = f_1(u, v) \\ y = f_2(u, v) \\ z = f_3(u, v) \end{cases}$ Такое задание поверхности называется

параметрическим уравнением поверхности и выражается в декартовых координатах точек поверхности через их криволинейные координаты. Однако поверхность можно также рассматривать как непрерывную совокупность последовательных положений линий m , которая в процессе перемещения не меняет свою форму или же меняет ее по некоторому закону. Такой способ образования поверхностей называется кинематическим, а линия m называется образующей [1].

Поверхность параллельного переноса.

Поверхность, образованная параллельным перемещением образующей l по направляющей m , называется поверхностью параллельного переноса. Пусть уравнения образующей l и направляющей m соответственно равны $\begin{cases} l: z = f(x) \\ m: z = g(y) \end{cases}$, тогда уравнение поверхности Φ в явной форме примет вид $z = f(x) + g(y)$ [1]. Стоит заметить, что для поверхностей параллельного переноса образующая и направляющая взаимозаменяемы.

Поверхность вращения.

Поверхность, образованная вращением некоторой линии (образующей) вокруг какой-либо прямой j , называется поверхностью вращения. Если уравнение поверхности задано осью j , совпадающей с осью Oz системы координат $Oxyz$ и образующей (меридианом) $l: z = f(x)$, который лежит в плоскости Oxz или Oyz , тогда уравнение поверхности Φ в явной форме примет вид $z = f(\sqrt{x^2 + y^2})$. Если ось вращения совпадает с осью образующей порядка n , то порядок поверхности равен порядку образующей – n . Однако, если ось вращения параллельна оси образующей порядка n , то порядок поверхности вращения равен $2n$ [1, с. 89].

Визуализация поверхностей параллельного переноса и вращения.

Визуализация данных поверхностей была проведена на языке python, с использованием библиотек matplotlib и numpy. Идея визуализации заключается в том, что с помощью методов, представленных выше, находится уравнение поверхности, затем строится сетка в плоскости Oxy и для её каждого пересечения находится соответственно значение функции из уравнения поверхности в данной точке. Полученные точки соединяются образующими по некоторому правилу, которое зависит от вида поверхности. Аналогичным методом возможно создание анимации образования данных кривых.

Список литературы

1. Иванов Г.С. Начертательная геометрия. М.: Изд-во ГБОУ ВПО МГУЛ

УДК 008**КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ МОТОР-КОЛЕСА ДЛЯ ГИДРООБЪЕМНОЙ ТРАНСМИССИИ**

Д.А. Панасенков, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

dimapan3011@yandex.ru

Научный руководитель: Д.В. Акинин, к.т.н., доцент

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

Принцип создания гидравлического мотор-колеса заключается, изначально, в подборе оборудования для колеса с определением основных показателей механизмов привода машины, таких как мощности, номинальных частот вращения валов двигателя и насоса, а также рабочих объемов и крутящих моментов гидромотора, встроенного непосредственно в колесо, и, приводящего его в движение механической энергией жидкости, насоса. По завершении подбора двигателя, для достижения необходимых параметров на выходе, то есть на гидромоторе, строится тяговая характеристика, с целью определить тяговое усилие в зависимости от скорости движения машины, вследствие чего поднимается вопрос о необходимости установки дополнительного понижающего редуктора к гидромотору для увеличения силы тяги. Если гидромотор выдает необходимый крутящий момент, удовлетворяющий тяговому балансу машины, то гидромотор в установке редуктора не нуждается.

В гидрообъемной трансмиссии главными составляющими являются гидравлические насос и мотор. Подбор типов насосов и моторов влияют на способ их регулирования и параметры их работы. Например, насосы, чаще всего, устанавливаются в данном типе трансмиссии аксиально-поршневые с наклонной шайбой, так как данного типа насос способен развивать высокое давление и имеет функцию холостого хода или же разгрузки, являясь при этом регулируемым. Гидромоторы, в свою очередь, устанавливаются радиально-поршневые многократного действия, поскольку являются высокомоментными.

Одним из ключевых вопросов является способ регулирования выходных параметров. Такой способ, как дроссельное регулирование, не целесообразен из-за больших потерь на трении, особенно при работе на высоких давлениях, таких как 35-45 МПа. Ввиду этого остается, помимо частотного, способ объемного регулирования, за счет изменения рабочего объема гидропривода. Рабочий объем можно изменять как на гидромоторе, так и на насосе. Реализация регулирования рабочего объема насоса выглядит наиболее рациональной, так как насос имеет более удобные для этого конструкционные условия, а также регулируемые гидромоторы не обладают столь же высокими тяговыми показателями, как нерегулируемые. В данном случае идет речь о бесступенчатом регулировании гидромотора, с использованием таких моторов как аксиально-поршневые с наклонным блоком. Общий принцип регулирования данного типа трансмиссии заключается в изменении рабочего объема, например, насоса, путем смещения угла наклонной шайбы аксиально-поршневого насоса, за счет чего изменяется не только подача, которая влияет на частоту вращения вала гидромотора, но также на крутящий момент. Крутящий момент на гидромоторе зависит от рабочего объема самого мотора и от входящего, на него, давления, которое меняется именно за счет изменения рабочего объема насоса.

После выбора способа регулирования и самого гидромотора, установленного в колесо, определяются его конструктивные особенности. Среди распределителей гидромотора, таких как самоуправляемые торцевые, цапфенные, составные

распределители, отдают предпочтение последним, поскольку такая конструкция допускает возможность ступенчатого регулирования, благодаря чему можно включить в работу, как все поршни, так и часть поршней одного или нескольких рядов, которые обслуживаются несколькими комбинациями использования подводных каналов. Гидравлическое мотор-колесо конструируется с вращающимся корпусом и неподвижным блоком цилиндров, которое должно иметь устройство для подвода рабочей жидкости к вращающемуся распределителю, в котором возникают дополнительные утечки. Для снижения потерь, связанных с утечками, используют конструкцию с траверсой. В таких конструкциях окружное усилие, передающееся с копира, всегда направлено перпендикулярно к оси поршня.

Список литературы

1. Кулагин А.В., Демидов Ю.С., Прокофьев В.Н., Кондаков Л.А. Основы теории и конструирования объемных гидropередач. М: Изд-во «Высшая школа», 1968. С. 154–159.
2. Шарипов В.М. Проектирование механических, гидромеханических и гидрообъемных передач тракторов. М: Изд-во МГТУ «МАМИ», 2002. 285 с.

УДК 629.11.01

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ КАСАТЕЛЬНОЙ СИЛЫ НА ТРАКЕ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

И.В. Козлов, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

ivkkozlov@gmail.com

Д.И. Рогачев, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

d2345@live.ru

Производству любой техники сопутствует расчет прочности ее элементов, подбор определенного материала и оптимальной формы, все это необходимо для экономически рационального воплощения в жизнь каждого агрегата. Поэтому конструкторы используют специальное программное обеспечение, способное проанализировать элемент конструкции еще до его практических испытаний.

Целью нашего исследования было определение наиболее нагруженных зон в траке гусеничной ленты трактора; характеристика влияния грунта на траки разной длины; выявление оптимального размера звена [1]. Данный анализ проводился на основе метода конечных элементов в среде программного комплекса ANSYS Workbench 19.2. Моделирование конструкции трака было выполнено при помощи прикладного пакета САПР SolidWorks 2016.

Физико-механические свойства грунта были заданы моделью Мора-Кулона с физическими параметрами: плотность 1300 кг/м^3 ; модуль Юнга $1 \cdot 10^7 \text{ МПа}$; коэффициент Пуассона 0.25; угол внутреннего трения 21.8° ; удельное сцепление $1 \cdot 10^5 \text{ кПа}$; угол дилатации 0° [2]. В качестве материала самого трака использовалась конструкционная сталь с параметрами: плотность 7850 кг/м^3 ; модуль Юнга $2 \cdot 10^{11} \text{ МПа}$; коэффициент Пуассона 0.3. Данные свойства использовались для каждого трака без изменений.

При проведении расчёта учтена стандартная гравитация, действующая на оба тела системы (трак-грунт). Нижняя поверхность грунтового основания жестко закреплена. Контакт между поверхностями – фрикционный, с коэффициентом трения 0.25. К каждому

траку приложена сосредоточенная масса различной величины и одинаковая сосредоточенная сила равная 1.5 кН.

Для удобства было взято шесть моделей трака с длиной от 50 до 300 мм, с шагом в 50 мм. Ширина, высота и толщина у каждой модели были одинаковы.

В результате проведенного статического анализа системы «трак-грунт» и полученных результатов касательных и нормальных напряжений, а также деформации грунта, выявлена зависимость величины сосредоточенной массы от длины трака. Данные исследования показали, что с уменьшением длины звена, масса, которую необходимо приложить для нивелирования вырыва трака из почвы, возрастает. Причем, использование трака длиной менее 130 мм становится неэффективным, так как требует предельно высокой массы пригружения.

На основе проведенного эксперимента можно отметить как эффективность применения метода конечных элементов для решения задач, связанных с сыпучими материалами, так и прямую зависимость точности данного метода от величины ячейки расчетной сетки, применяемой к модели. Поэтому результаты любого расчета будут зависеть от мощности электронно-вычислительной техники и от правильного подбора физических параметров, используемых для моделей, материалов.

Список литературы

1. Влияние шага грунтозацепов на тяговые свойства гусеничного движителя / А.Ф. Алябьев, В.Е. Клубничкин, Е.Е. Клубничкин, А.А. Котов // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2019. № 1 (124). С. 138-145.
2. Определяющие законы механики грунтов / под ред. В.Н. Николаевского (ред. серии А.Ю. Ишлинский, Г.Г. Черный). М.: Мир, 1975.

УДК 744

СОВРЕМЕННОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МАШИН ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

Р.Р. Бурганов, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

89169682000@mail.ru

Научный руководитель: К.В. Васильева, ст. преподаватель

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесное хозяйство, лесопромышленные технологии и садово-парковое строительство»

В настоящее время промышленность тесно связана с компьютерными технологиями, имеющими тенденцию к постоянному стремительному развитию. Любое производство, в том числе и проектирование машин лесного комплекса, начинается с проектирования обычной детали. На сегодня существует большое количество САПР, которые применяются при проектировании машин лесного комплекса, но наиболее популярные системы это: AutoCAD, SOLIDWORKS и КОМПАС-3D.

Рассмотрим каждую систему в отдельности.

Система КОМПАС-3D предназначена для создания как чертежей (2D моделирование) так и трехмерных моделей (3D моделирование). Система обладает собственным математическим ядром и параметрической технологией. Основная задача, решаемая системой – это моделирование изделий с целью сокращения периода проектирования и скорейшего их запуска в производство. Кроме быстрого получения конструкторско-технологической документации система позволяет передавать в

электронном виде геометрию детали в расчетные пакеты, передавать электронные копии изделий для их изготовления на станки с числовым программным управлением и создавать дополнительные изображения деталей для составления каталогов и иллюстраций к технической документации.

Промышленные предприятия, неотъемлемой частью которых является разработка и производство изделий различного назначения, используют SOLIDWORKS. Сюда входят инженерные конструкции любой сложности, разнообразные детали и компоненты полноценных систем, и даже электрические схемы, встречается и применение программы в промышленном дизайне.

На сегодняшний день программа доступна для работы лишь на операционных системах Windows. Она популярна не только благодаря широкому функционалу, но и за счет простоты в освоении и доступности интерфейса. Интерфейс приложения настраивается под нужды пользователя, есть возможность изменить размеры значков, а начиная с версии SOLIDWORKS 2016, интерфейс полностью переработан под мониторы со сверхвысоким расширением.

Разработчики позаботились о создании дополнительных модулей, значительно увеличивающих возможности программы. В программе очень удобно выполнять проектирование полноценных изделий, начиная с базовых этапов и заканчивая сборкой.

AutoCAD – базовая САПР, разрабатываемая и поставляемая компанией Autodesk. AutoCAD – самая распространенная CAD-система в мире, позволяющая проектировать как в двумерной, так и трехмерной среде. С помощью AutoCAD можно строить 3D-модели, создавать и оформлять чертежи и многое другое. Она является платформенной САПР, т.е. не имеет четкой ориентации на определенную проектную область, в ней можно выполнять строительные, машиностроительные проекты, работать с изысканиями, электрикой и многим другим.

Система автоматизированного проектирования AutoCAD стала одной из самых популярных благодаря тому, что она является стандартом в мире САПР. Её распространению помогает то, что она поддерживает различные платформы, программу можно поставить и на мобильные устройства.

Так же существуют студенческие версии AutoCAD, предназначенные исключительно для использования студентами и преподавателями в образовательных целях, доступны для бесплатной загрузки с сайта Образовательного сообщества Autodesk, Функционально студенческая версия AutoCAD ничем не отличается от полной, за одним исключением: DWG-файлы, созданные или отредактированные в ней, имеют специальную пометку, которая будет размещена на всех видах, при печати файла.

Основным форматом файла AutoCAD является DWG – закрытый формат, изначально разрабатываемый Autodesk. Для обмена данными с пользователями других САПР предлагается использовать открытый формат DXF [1, с. 161]. Следует отметить, что файлы с расширениями DWG и DXF может читать большинство современных САПР, поскольку данные форматы являются стандартом де-факто в области двумерного проектирования. Для публикации чертежей и 3D-моделей (без возможности редактирования) используется формат DWF и DWFx, также созданные компанией Autodesk.

Кроме того, Autodesk разрабатывает вертикальные версии AutoCAD – AutoCAD Mechanical, AutoCAD Electrical [2] и другие, которые предназначены для специалистов соответствующей направленности.

В современной промышленности невозможно обойтись без систем автоматического проектирования, они облегчают и ускоряют процесс от проектирования до начала производства, позволяют увидеть, как будет выглядеть будущая модель еще до

её создания, провести испытания, проверить работоспособность и облегчить восприятие чертежей.

Сегодня у САПР большой потенциал среди различных сфер, таких как: промышленное проектирование и архитектурное, так же она находит свое применение в искусстве и медицине.

Список литературы

1. Полещук Н.Н. AutoCAD 2016. Самоучитель. СПб.: БХВ, 2016. 464 с.
2. Гаурав Верма, Мэт Вебер. AutoCAD Electrical 2016 Подключаем 3D. Мовчан Д.А. СПб.: ДМК-Пресс, 2016. 384 с.

УДК 629.11.01

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОЙ КАСАТЕЛЬНОЙ СИЛЫ ТЯГИ НА ТРАКЕ МЕТОДОМ ДИСКРЕТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Д.И. Рогачев, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства»

d2345@live.ru

И.В. Козлов, бакалавр

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Лесного хозяйства, лесопромышленных технологий и садово-паркового строительства»

ivkkozlov@gmail.com

Целью работы является определение возможности использовать метод дискретных элементов при моделировании взаимодействия трака гусеницы с почвой. Из-за специфики моделирования механического поведения твердых частиц сыпучих материалов под воздействием трака было выбрано программное обеспечение EDEM 2017 оснащенное новейшей технологией дискретного моделирования элементов. Решение EDEM позволяют быстро создавать модели гранулированных систем твердых тел с заданными параметрами. Функциональные возможности EDEM позволяют комбинировать механические, вещественные и другие физические свойства в процессе моделирования молекулярной системы твердых тел.

Объектом исследования является трак от гусеничной ленты трактора смоделированный в программе SolidWorks 2016. В ходе исследований определялась зависимость предельной касательной силы тяги на траке в зависимости от длины трака. Длина трака принималась равной 50, 100, 150, 200, 250 мм. Для всех вариаций трака были заданы следующие коэффициенты: коэффициент (упругого) восстановления равным 0.5; коэффициент трения покоя равным 0.18; коэффициент трения качения равным 0.15.

Грунт, действующий на трак, был смоделирован в виде шара с диаметром 1 см, плотностью 1540 кг/м³; коэффициент (упругого) восстановления равным 0,15; коэффициент трения покоя равным 0,25; коэффициент трения качения равным 0,2.

В ходе моделирования в EDEM модель контакта грунта с траком была основана на теории контакта Герца. Модель тангенциальной силы основана на работе Миндлина-Дересевича. Тангенциальная сила трения следует кулоновскому закону модели трения. Трение качения реализовано в виде модели с постоянным крутящим моментом, независимой от контакта. Данный принцип моделирования контакта является моделью по умолчанию, используемой в EDEM, благодаря ее точному и эффективному расчету силы.

В программе моделирования был создан прямоугольный лоток, заполненный частицами, а затем в этот лоток был погружен трак с заданной линейной скоростью 0,4 м/с по оси X.

При моделировании предельная касательная сила тяги на траке определялась при перемещении трака на расстояние до 4 см. На таком перемещении почва уплотняется траком и происходит её разрушение. При этом касательная сила тяги достигает предельного значения.

В результате при увеличении длины трака предельная касательная сила тяги на траке увеличивается, а скорость её увеличения уменьшается. Таким образом, метод дискретных элементов качественно корректно описывает процесс взаимодействия трака с почвой [1]. В тоже время, количественно значения существенно отличаются от данных эксперимента [2]. Для обеспечения удовлетворительной сходимости метода дискретных элементов необходимо подобрать оптимальный размер дискретных элементов и уточнить параметры модели почвы.

Список литературы

1. Алябьев А.Ф. Модель взаимодействия гусеницы трактора с грунтом / А.Ф. Алябьев, С.Ю. Калинин // Лесной вестник. 2016. № 2. С. 173-177.
2. Алябьев А.Ф., Клубничкин В.Е., Клубничкин Е.Е., Котов А.А. Влияние шага грунтозацепов на тяговые свойства гусеничного движителя // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2019. № 1 (124). С. 138-145.

СЕКЦИЯ «СТУДЕНЧЕСКАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКИ (СЭЛФ)»

УДК 537.2

О МОДЕЛИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ В НЕОГРАНИЧЕННОЙ ОБЛАСТИ С ПОМОЩЬЮ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОНЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ

В.А. Желтиков, бакалавр

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Машиностроительные технологии»

zheltikov.vladimir@yandex.ru

В.Н. Литвинов, специалист

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

vadimlitvinov1999@mail.ru

Н.К. Галкин, специалист

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника, лазерная и медицинская техника»

galkin.nk@yandex.ru

Научный руководитель: Д.Л. Сорокин, ассистент

МГТУ им. Н. Э. Баумана,

sorokin.dmitr@yandex.ru

В силу сложности измерения характеристик электростатического поля при его изучении используют физическое и математическое моделирование. Одной из проблем физического моделирования является то, что электростатическое поле как правило рассматривается в неограниченной области, а физическая модель должна иметь конечные размеры. Это приводит к необходимости введения искусственных граничных условий (ГУ). В результате проведения серии экспериментов было выявлено, что искусственные ГУ существенно влияют на регистрируемую приборами картину поля.

Целью данной работы является разработка метода коррекции экспериментального поля для получения картины, максимально приближенной к моделируемой.

Известно, что электростатическое поле в вакууме можно описать с помощью уравнения Лапласа [1], поэтому для учёта влияния ГУ предлагается использовать основную интегральную формулу Грина для оператора Лапласа [2]:

$$\varphi(P) = \int_D \Phi_P^L f dV + \int_{\partial D} \left(\Phi_P^L \frac{\partial \varphi}{\partial \mathbf{n}} - \varphi \frac{\partial \Phi_P^L}{\partial \mathbf{n}} \right) dS,$$

где Φ_P^L — фундаментальное решение оператора Лапласа, f — правая часть уравнения, D — рассматриваемая область с границей ∂D .

Пусть в область D внесены два проводника с границами S_1 и S_2 , а другие проводники в области отсутствуют, тогда, учитывая ГУ $\mathbf{E}_n = \frac{\partial \varphi_M}{\partial \mathbf{n}} = 0$, основная интегральная формула примет вид [3]:

$$\varphi_M(P) = \sum_{i=1}^2 \int_{S_i} \left(\Phi_P^L \frac{\partial \varphi_M}{\partial \mathbf{n}} - \varphi_M \frac{\partial \Phi_P^L}{\partial \mathbf{n}} \right) dS - \int_{\Gamma} \varphi_M \frac{\partial \Phi_P^L}{\partial \mathbf{n}} dS,$$

где S_i — граница i -го проводника, Γ — граница физической модели, φ_M — электрический потенциал. Можно заметить, что влияние ГУ описывается последним слагаемым. В каждой точке поля можно рассчитать значение поправки

$$w = - \int_{\Gamma} \varphi_M \frac{\partial \Phi_P^L}{\partial \mathbf{n}} dS.$$

В процессе работы для конкретной конфигурации проводников проведены измерения и построена экспериментальная картина поля. Определено распределение потенциала φ_M по границе Γ . Интегрированием получено значение поправки w в каждой точке области, построено корректирующее поле. Сложением корректирующего поля с полем, полученным экспериментальным путём, вычислена картина скорректированного поля. Проведено сравнение скорректированного поля с результатом математического моделирования, тем самым показана корректность метода.

Список литературы

1. Мартинсон Л.К., Морозов А.Н., Смирнов Е.В. Электромагнитное поле : учеб. пособие для вузов. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2013. 422 с.
2. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 2004. 735 с.
3. Сорокин Д.Л. [и др.] Моделирование электростатических полей в устройствах сложной геометрической формы // Journal of Physics: Conference Series. 2019.

УДК 537.2

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРЕМЫ ГАУССА И ТЕОРЕМЫ О ЦИРКУЛЯЦИИ К ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Д.С. Дайбаге, бакалавр

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

daibagya@mail.ru

В.О. Обыденный, специалист

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

gamerricha@gmail.com

Ю.А. Терентьев, специалист

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

Научный руководитель: Д. Л. Сорокин, ассистент

МГТУ им. Н. Э. Баумана,

sorokin.dmitr@yandex.ru

Соруководитель: Н.К. Галкин, сотрудник кафедры «Физика» МГТУ им. Н. Э. Баумана, студент 3-го курса, факультета «Радиоэлектроника, лазерная и медицинская техника».

galkin.nk@yandex.ru

Разработана и исследована установка, которая позволяет изучить не только картину электростатического поля (эквипотенциальные и силовые линии), но и теорему Гаусса и теорему о циркуляции в интегральной и дифференциальной форме для различных конфигураций. Для изучения теоремы Гаусса и теоремы о циркуляции необходимо построить аналоги теорем электростатики для исследуемой физической модели. Одной из проблем является необходимость записи формулировки теорем через измеримые величины.

Согласно теореме Гаусса поток вектора напряжённости электрического поля $\vec{E}$ через любую замкнутую поверхность S пропорционален заключённому внутри этой поверхности электрическому заряду q [1]:

$$\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0}. \quad (1)$$

В нашей установке поле $\vec{E}$ лежит в плоскости покрытия. Взяв любой контур на плоскости, можем оценить нормальную составляющую вектора $\vec{E}$ в любой точке контура. Для этого возьмём два щупа с фиксированным расстоянием между ними l и поставим их на поверхность в направлении нормали к контуру в данной точке так, чтобы выбранная точка находилась посередине между щупами. Тогда

$$\|Pr_{\vec{n}}\vec{E}\| = \|\nabla\varphi\| \approx \frac{U}{l},$$

где U — напряжение между щупами. Следовательно, поток вектора $\vec{E}$ через выбранный контур будет равен [2]:

$$\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^N \frac{U_i}{l} \Delta r_i h, \quad (2)$$

где Δr_i — длина дуги кривой, h — высота слабо проводящего материала [3]. К аналогичной форме можно привести формулировку теоремы о циркуляции [2]:

$$\sum_{i=1}^N \frac{U_i}{l} \Delta r_i \approx 0, \quad (3)$$

Расчёты и результаты экспериментов показывают, что погрешность равенства (2) не более 10 %, а равенства (3) не более 5 %. Погрешность физического эксперимента связана

с инструментальной погрешностью и погрешностью вычисления потока.

В процессе работы для выбранных конфигураций проведены измерения и построены экспериментальные картины полей. Получены формулировки исследуемых теорем, записанные через измеримые величины. С помощью аналога теоремы Гаусса для физической модели проведена оценка ёмкости различных конфигураций проводников. Также для исследуемых конфигураций найдено рекомендуемое число площадок для измерений в шаблоне (увеличение количества площадок в силу имеющихся погрешностей не приведёт к повышению точности).

Список литературы

1. Тамм И.Е. Основы теории электричества : учеб. пособие для вузов. 11-е изд., испр. и доп. М.: Физматлит, 2003. 616 с.
2. Сорокин Д.Л. Применение теоремы Гаусса // Инженерные, научные и образовательные приложения на базе технологий National Instruments—2011: Сборник трудов X международной научно-практической конференции, Москва 8-9 декабря 2011 г. М.: ДМК-пресс, 2011. С. 508–510.
3. Одинцов А.А., Рябоконь М. С., Волоки А. В. Моделирование электростатического поля с помощью стационарных электрических полей // Студенческий научный вестник. 21–24 октября 2011г. С. 160–168.

УДК 537.2

СОЗДАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ.

В.Н. Литвинов, специалист

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

vadimlitvinov1999@mail.ru

Н.К. Галкин, специалист

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника, лазерная и медицинская техника»

galkin.nk@yandex.ru

М.А. Душкин, специалист

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

Dushkin-99@bk.ru

Научный руководитель: Д.Л. Сорокин, ассистент

МГТУ им. Н. Э. Баумана,

sorokin.dmitr@yandex.ru

В МГТУ им. Н.Э. Баумана изучение курса физики обязательно сопровождается выполнением практических работ. В Студенческой экспериментальной лаборатории

физики (СЭЛФ) кафедры Физики (ФН4) уже не первый год разрабатывается цикл лабораторных работ, с помощью которого можно продемонстрировать и исследовать явления электродинамики. Изучение электродинамики начинается с знакомства с понятием электростатического поля.

Так как напрямую измерять характеристики электростатического поля, создаваемое покоеющимися зарядами, довольно сложно, используется модель, в которой электростатическое поле заменяется полем, создаваемым постоянными токами, протекающими в слабопроводящей среде. На сегодняшний день наиболее распространенная лабораторная установка для изучения электростатических полей — это электролитическая ванна. Такая реализация имеет ряд минусов, связанных с невозможностью быстрого выполнения работы и низкой точностью измерений.

Данная работа посвящена разработке установки, которая позволит повысить точность измерений, что в свою очередь позволит не только качественно изучать картину поля, но и исследовать более тонкие явления, например, проверить, что поле является безвихревым, или с помощью теоремы Гаусса вычислить ёмкость системы двух проводников сложной формы [1].

В работе представлена история развития лабораторного стенда для изучения электростатического поля в СЭЛФ. Выявлены преимущества и недостатки каждой из модификаций лабораторного стенда. Показано, как учесть все положительные качества предыдущих версий установки для создания новой.

В процессе работы спроектирован и напечатан на 3D-принтере корпус, удовлетворяющий выработанным требованиям. Кроме того, разработан и испытан «двойной щуп» (устройство, позволяющее измерять разность потенциалов). Таким образом удалось достичь поставленную цель — создана новая установка, которая обладает рядом преимуществ относительно ранее используемого оборудования: благодаря использованию текстолитовых плат с графитовым напылением [2] появилась возможность быстро изменять исследуемую конфигурацию, благодаря использованию новых датчиков и специального программного обеспечения повысилась точность и скорость измерений, а благодаря внедрению вольтметра в корпус повысилась автономность установки.

С помощью разработанного стенда получено множество результатов, в частности, проведено моделирование электростатического поля в окрестности стартового комплекса космодрома с ракетой при условии, что ракета находится под грозовой тучей. При моделировании сохранены пропорции реальных физических объектов.

Список литературы

1. Сорокин Д.Л. Применение теоремы Гаусса // X международная научно-практическая конференция «Инженерные, научные и образовательные приложения на базе технологий National Instruments—2011» (Москва 8-9 декабря 2011г.): сб. трудов. М.: ДМК-пресс, 2011. С. 508–510.
2. Одинцов А.А., Рябоконт М.С., Волоки А. В. Моделирование электростатического поля с помощью стационарных электрических полей // Студенческий научный вестник. 21-24 октября 2011 г. С. 160–168.

УДК 537.811**ЭЛЕКТРОДИНАМИКА ТОКОВ СМЕЩЕНИЯ**

Н.В. Сумнительный, специалист

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

nik4ok@gmail.ru

И.А. Нежибицкий, специалист

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

nezhbitskiy@yandex.ru

М.А. Лойко, специалист

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

simon1317@mail.ru

А.П. Титов, специалист

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

alexvolley26@gmail.ru

Научный руководитель: Д.Л. Сорокин, ассистент

МГТУ им. Н. Э. Баумана,

sorokin.dmitr@yandex.ru

Исследования тока смещения вызывают растущий интерес в связи с проблемами «оптического магнетизма» диэлектрических нанообъектов, созданием диэлектрических наноантенн и переизлучателей, разработкой оптических аналогов радиочастотных устройств [1].

Сложность изучения тока смещения заключается в невозможности его непосредственного детектирования. Основным способом его экспериментального исследования является измерение характеристик магнитного поля, создаваемого и токами проводимости, и токами смещения совместно.

В студенческой экспериментальной лаборатории физики (СЭЛФ) были поставлены задачи по эмпирической проверке уравнения Максвелла о циркуляции вектора индукции магнитного поля. Была создана экспериментальная установка, позволяющая исследовать физическое явление в частотном диапазоне до 20 МГц при различных геометрических параметрах. В цепь переменного тока подключён плоский конденсатор [2], в межпластинном пространстве которого должен происходить процесс переноса энергии электромагнитного поля без переноса заряда — что и обеспечивается, согласно теории, за счёт тока смещения.

Для математического описания индукции магнитного поля $\vec{B}$ в окрестности плоского конденсатора используется уравнение Максвелла, описывающее циркуляцию напряженности магнитного поля, в интегральной форме [3]:

$$\oint_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \left(\vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S}, \quad (1)$$

Для анализа неоднородности магнитного поля была построена модель, позволяющую учесть не только поля, индуцированные токами смещения, но магнитные поля, создаваемые токами проводимости в обкладках конденсатора и подводящих проводах.

С помощью универсальных датчиков, в качестве которых были выбраны пояса Роговского различного диаметра — высокочувствительные катушки, позволяющие регистрировать результат на любых частотах рабочего диапазона (от 500 кГц до 20 МГц), удалось зафиксировать и измерить градиент магнитного поля конденсатора. Серия опытов, проведенная на установке, показала, что направление возникающего магнитного поля внутри конденсатора противоположно магнитному полю создаваемому токами

проводимости в подводящих проводах и токами, радиально растекающимися по пластинам конденсатора.

При анализе модели найдены аналитические функции, позволяющие определить направление и величину магнитного поля токов проводимости и токов смещения для любой точки в пространстве между пластинами.

В работе удалось получить уравнение поверхности превалирования. Показано, что при радиусах, близких к радиусу обкладок в окрестности плоского конденсатора магнитное поле, индуцированное токами смещения, играет важную роль и начинает преобладать над полем, создаваемым токами проводимости. Результаты расчётов в дальнейшем могут использоваться для обработки экспериментальных результатов.

Список литературы

1. Лойко М.А., Морозов А.Н., Нежибицкий И.А., Скуйбин Б.Г., Сумнительный Н.В. Об исследовании полного тока в цепи с конденсатором // Всероссийская конференция «Необратимые процессы в природе и технике». 2019. С. 251 – 253.
2. Князькина О.В., Лойко М.А., Нежибицкий И.А. Установка для исследования электромагнитного поля токов проводимости и токов смещения // Всероссийская студенческая конференция «Студенческая весна», посвященная 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. С. 29–30.
3. Мартинсон Л.К., Морозов А.Н., Смирнов Е.В. Электромагнитное поле: учеб. пособие для вузов. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2013. 422 с.

УДК 535.12

ДЕМОНСТРАЦИЯ ПРИНЦИПОВ ФУРЬЕ - ОПТИКИ НА ПРИМЕРЕ ОПЫТА АББЕ – ПОРТЕРА

Бочковский С.Г., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

bochkovskiy.s@mail.ru

Кочкина Е.А., студент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

fm_35@yandex.ru

Куракин В.В., студент

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

curackin.vlad@yandex.ru

Шавалеев М.В., студент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Робототехника и комплексная автоматизация»

maxshav25@mail.ru

Научный руководитель: Б.Г. Скуйбин, к.ф.-м.н., доцент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Известно, что любую периодическую функцию можно разложить в ряд Фурье по ортонормированной тригонометрической системе. Тогда исходная функция представима в виде ряда

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{m=1}^{\infty} A_m \cos(mx - \varphi_m), \quad (1)$$

причем выражение под знаком суммы есть не что иное, как частное решение волнового уравнения для плоской гармонической волны [1]. Применяя полученный результат в рамках изучения волновых процессов, можно сказать, что волновой фронт, описываемый законом $f(x)$, можно с любой степенью точности представить в виде суммы гармонических плоских волн. Заметим, что тот же вывод справедлив и для

непериодических функций (произвольных волновых фронтов), о которых идет речь в поставленных экспериментах.

В рамках данной работы проведен опыт Аббе – Портера по пространственной фильтрации световых волн: лазер и телескопическая система создают плоскопараллельный пучок видимого света диаметром 20 мм. Он освещает центральную часть фотопленки с изображением МГТУ им. Н.Э. Баумана размером 30×40 мм, расположенную вблизи собирающей линзы с фокусным расстоянием 50 мм.

Собирающая линза – один из физических объектов, выполняющих фурье - преобразование. В её фокальной плоскости наблюдается пространственный частотный спектр плоского изображения, описываемый с помощью применения принципов фурье - оптики: волновой фронт представляется как суперпозиция плоских волн, направляющие векторы которых образуют разные углы с главной оптической осью системы (осью Oz). В фокальной плоскости линзы волны различных направлений фокусируются в разные максимумы, т.е. пространственно разделяются. С математической точки зрения распределение комплексной амплитуды описывается законом [2]

$$\xi(x; y; f) = \frac{i}{\lambda f} \xi_0(k_x; k_y) e^{-ik(f + \frac{x^2 + y^2}{2f})}. \quad (2)$$

В Фурье – плоскости линзы с помощью фильтрующей маски можно диафрагмировать некоторую часть спектра. В результате на экране, расположенном на некотором расстоянии за линзой, наблюдается изображение, у которого одна часть пространственных частот осталась без изменения, а другая исчезла в ходе фильтрации.

Пространственный частотный спектр состоит из совокупности главных максимумов, формирующих наиболее яркие взаимно ортогональные линии (Ox и Oy) и максимумов более высокого порядка, которые можно наблюдать вне двух ортогональных линий.

Возьмем диафрагму в форме круга диаметром 1 мм, тогда спектр не будет содержать гармонические колебания (гармоники) высших порядков. Следует ожидать, что увеличится глубина резкости, на восстановленном изображении пропадут малозаметные детали. Наблюдаемый результат соответствует вышеизложенному обоснованию: контур здания более заметен, второстепенные детали исчезли.

Заменим круговую диафрагму на горизонтальную фильтрующую маску, оставляющую лишь гармоники вдоль одной из главных осей. Закон распределения спектральной амплитуды запишется в более простом виде (здесь ось Ox направим вдоль горизонтали, а ось Oy вдоль вертикали):

$$\xi(x; y; f) = \frac{i}{\lambda f} \xi_0(k_x; 0) e^{-ik(f + \frac{x^2}{2f})}. \quad (3)$$

Поскольку отсутствуют слагаемые, содержащие компоненту y, то ожидается увидеть на экране вместо восстановленного изображения только его часть с ярко выраженными элементами, располагающимися вдоль оси Ox. Итоговое изображение соответствует тому, что ожидалось наблюдать: ярко выражены вертикальные колонны главного корпуса, а горизонтальные составляющие изображения размыты или отсутствуют.

Список литературы

1. Власова Е. А. Ряды. М: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. 258 с.
2. Ахманов С. А., Никитин С. Ю. Физическая оптика. М: Изд-во «Наука», 2004. 432 с.

УДК 537.874.6

**РАЗРАБОТКА ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
МОНОХРОМАТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЕТКОЙ
ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЯ «ОПТИЧЕСКИЙ КОНСТРУКТОР»**

В.А. Кулин, специалист

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

vitaskul@mail.ru

П.А. Скулова, специалист

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

polina.skulova@mail.ru

А.А. Козий, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

a.kozy98@gmail.com

В.Д. Алехин, магистрант

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

vladislav.alehin@mail.ru

И.И. Минченко, специалист

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

minchenkoii@mail.ru

Ларин Р.С., специалист

СПБГЭТУ «ЛЭТИ», факультет «Компьютерные технологии и информатика»

onyszeko03@gmail.com

Научный руководитель: Е.О. Киктенко, к.т.н., ассистент

МГТУ им. Н. Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

В настоящей работе были разработаны методы вычисления эффекта дифракции на дифракционных решетках для приложения «Оптический конструктор». Было получено соответствие результатов моделирования с экспериментальными данными в оптической установке с монохроматическим лазером и различными дифракционными решетками с погрешностью менее 3%.

Эффект дифракции в оптических системах наблюдается при прохождении оптического излучения через объекты, структура которых содержит элементы с размерами порядка длины волны излучения. Наиболее популярными подобными объектами являются дифракционные решетки с различной геометрией. Модель вычисления дифракционной картины была разработана для приложения «Оптический конструктор», в котором можно проводить виртуальные эксперименты с оптическими системами различной сложности. Программа "Оптический конструктор" позволяет моделировать эффекты волновой оптики и применять результаты для расчёта и анализа реальных оптических систем. Было получено соответствие результатов моделирования для таких установок, как «Квантовый ластик» и интерферометр Маха-Цендера с экспериментальными данными с погрешностью менее 3%.

В приложении «Оптический конструктор» дифракционная картина рассчитывается на экране при прохождении монохроматического излучения лазера с плоским волновым фронтом через набор оптических элементов и, в конце, через дифракционную решетку, которая состоит из прозрачных и непрозрачных для оптического излучения областей. Для прозрачных областей дифракционной решетки и для центральной области экрана задается равномерная сетка. В каждой точке сетки дифракционной решетки вычисляется значение электрической напряженности приходящей волны [1]. Каждая такая точка, согласно принципу Гюйгенса-Френеля, становится вторичным источником сферической волны [2]. Сферические волны распространяются в пространстве, и пересекают плоскость экрана.

Для каждой точки сетки экрана вычисляется суммарное значение напряженности от каждой точки дифракционной решетки, в результате чего может быть вычислено значение интенсивности приходящего излучения. Асимптотическая вычислительная сложность данного алгоритма линейна по числу точек сетки дифракционной решетки и экрана. Для получения высокой точности моделирования необходимо использовать шаг дискретизации сетки дифракционной решетки приблизительно в пять раз меньший, чем длина волны излучения [3]. Выбор шага дискретизации для сетки экрана определяется из расстояния между дифракционной решеткой и экраном.

Для верификации разработанных алгоритмов был проведен эксперимент, установка которого состоит из лазера, дифракционной решетки и экрана. Экспериментальные данные были получены для дифракционных решеток с различными параметрами. Было получено соответствие экспериментальных данных и результатов моделирования с погрешностью менее 3%.

Одной из задач приложения «Оптический конструктор» является создание эффективного курса изучения раздела волновой оптики с помощью разработанного программного обеспечения. Для решения этой задачи были составлены методические материалы. Построение курса обучения основано на последовательном прохождении уроков, в конце каждого из которых включено тестирование.

Список литературы

1. Савельев И.В. Курс общей физики: учебное пособие. В 3-х тт. Т.2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. 7-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2007. 496 с.: ил – (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Фейнман Ричард Ф., Лейтон Роберт Б., Сэндс Метью. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 5. Электричество и магнетизм. Пер. с англ./ под ред. Я.А. Смородинского. Изд. 3-е, испр. М.: Едиториал УРСС, 2004. 304 с.
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учебное пособие для вузов. В 5 т. Т. 3. Электричество. 3-е изд., стер. М. ФИЗМАТЛИТ, 2006. 656 с.

УДК 678

СОЗДАНИЕ УНИКАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ СЭЛФ МЕТОДОМ 3Д ПЕЧАТИ

К.В. Галныкин, бакалавр

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

Creed163@mail.ru

Ю.М. Башкатова, специалист

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

Д.Д. Воробьев, бакалавр

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Машиностроительные технологии»

Д.В. Моргачев, специалист

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

Проект «3Д Печать» Студенческой Экспериментальной Лаборатории Физики представляет собой базу для развития студентов в инженерно-методическом направлении в области аддитивных технологий.

Основной задачей проекта 3д печати является производство и поставка лаборатории физики оригинальных, и, что важно, дешевых комплектующих и всевозможных устройств в короткие сроки, предоставление базы накопленных знаний и возможностей новым студентам, желающим узнать больше про аддитивные технологии.

Можно выделить 3 основных направления развития нашего проекта:

1. Улучшение качества печати и производительности;
2. Установление связей и сотрудничество с другими 3D-организациями;

3.Привлечение капитала и спонсорства для развития проекта.

Чтобы получить новые оригинальные изделия, наша команда обговаривает со студентами-заказчиками технологическую составляющую нужных деталей, вносит необходимые корректировки. Затем идёт моделирование деталей, подготовка их к печати и, непосредственно, сама печать, за ней возможна доработка, шлифовка деталей при необходимости.

Так для СЭЛФ предоставляются необходимые для работы изделия. Уже было напечатано и собрано множество устройств, которые используются в установках. Например, юстировочные устройства для исследования квантового ластика в двухконтурном интерферометре Цендера-Маха. Стоимость таких оригинальных устройств из металла составляет около 100 долларов за штуку, себестоимость же наших напечатанных около 100 рублей, а полученного качества и точности вполне хватает для исследований. Также были напечатаны детали для других проектов: платформы и щупы для электростатики, уголки и насадки для маятников, множество различных устройств для экспериментов с жидким азотом.

Наша команда использует дельтовидный 3Д принтер Prism Mini от компании 3D Quality с технологией послойного наплавления. Область печати данного принтера: диаметр 120 мм и высота 230 мм.

Помимо прочего, хотелось бы отметить, что наша команда уже добилась значительных результатов в сотрудничестве, в частности:

Мы установили новые связи со следующими организациями:

Cheap 3D, 3D-Царь, Школа Марьино Роща им. В.Ф. Орлова, 3D-Quality;

Также ведутся активные переговоры с кафедрой РК-2 МГТУ им. Н.Э. Баумана для совместной работы и пользования 3Д принтерами.

В результате активной работы команды мы можем получить новый принтер в ближайшее время!

Список литературы

1. Тарасова Т.В. Аддитивное производство: учебное пособие. М.: Инфра-М. 2019. 196 с.
2. Дмитрий Горьков 3D-печать с нуля. М.: 3D-Print-nt.ru, 2015. 400 с.

УДК 53.07

ВОЗМОЖНОСТЬ НАБЛЮДЕНИЯ ЭФФЕКТА ТАЛЬБОТА ПРИ ДИФРАКЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ

А.С. Седов, студент

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

А.С. Кислов, студент

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

Ч.А. Кузбаев, студент

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

Научный руководитель: Скуйбин Б.Г. к.ф.-м.н., доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Эффект Тальбота – эффект дифракционного самовоспроизведения поля пространственно-периодической структуры, наблюдаемый в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны. Длиной Тальбота называется расстояние, на котором наблюдается саморепродукция дифракционной решётки, на которую попал первичный волновой фронт, без всяких изменений. На расстоянии, составляющем половину длины Тальбота будет наблюдаться изображение решётки без геометрических изменений, но смещённое на расстояние в половину периода решётки. На

расстоянии в четверть длины Тальбота на экране будет наблюдаться изображение решётки с удвоенным периодом.

Длина Тальбота определяется соотношением:

$$z_T = \frac{2d^2}{\lambda} \quad (1)$$

Согласно гипотезе де Бройля, длина волны движущейся частицы связана с её импульсом:

$$\lambda = \frac{h}{p} \quad (2)$$

Следовательно эффект Тальбота может наблюдаться и при дифракции частиц, например, электронов. В основе экспериментальной установки, которая бы позволила зарегистрировать этот эффект, лежит устройство, работающее по принципу электронно-лучевой трубки. Катод, нагреваемый нитью накала, за счёт термоэлектронной эмиссии испускает электроны, которые ускоряются и фокусируются рядом пластин, на которые подаются соответствующие потенциалы. Пучок электронов падает на люминесцирующее вещество, что позволяет наблюдать дифракционную картину. Из соотношения для импульса электрона, ускоренного разностью потенциалов, имеем:

$$p = \sqrt{2meU}$$

Тогда, изменяя ускоряющую разность потенциалов, имеем возможность изменять длину Тальбота, что видно при переходе к соотношению (1):

$$z_T = \frac{2d^2}{h} \cdot \sqrt{2meU}$$

Эффект Тальбота использовался при изучении свойств крупных молекул (Интерферометр Тальбота – Лоу, интерферометр Капицы – Дирака – Тальбота – Лоу)[1]. При попытке практической реализации эксперимента по наблюдению эффекта Тальбота при дифракции электронов на периодической решётке был выявлен целый ряд проблем технического характера.

То, что пучок должен двигаться в глубоком вакууме, накладывает значительные ограничения на габариты установки. Для решётки с периодом порядка 1мкм при ускоряющей разности потенциалов в 1кВ длина Тальбота будет исчисляться десятками сантиметров, что позволит сделать установку достаточно компактной для обеспечения необходимого вакуума без значительных энергозатрат. Допускается предварительная откачка форвакуумным насосом. Для того, чтобы зарегистрировать полученную периодическую структуру с помощью люминофора, обладающего сравнительно низким разрешением, предполагается растянуть пучок, подав потенциал на отклоняющие пластины, расположенные за решёткой.

Основной проблемой является получение решётки необходимой геометрической конфигурации и характерных размеров. В теории такую структуру можно получить литографическими методами, сформировав решётку на подложке, которую после этого удалить травлением. Высокие требования предъявляются к шероховатости поверхности прорезей.

Возможность изменять ускоряющую разность потенциалов в пределах до 20кВ теоретически позволит зарегистрировать первые четыре гармоники Тальбота, а обеспеченная указанным периодом решётки длина Тальбота позволит снизить требования к точности регулировки ускоряющей разности потенциалов.

Список литературы

1. Lord Rayleigh. On copying diffraction gratings and on some phenomenon connected therewith. Philos. Mag., 1881, 11, 196-205
2. А.Н. Морозов, Л.Р. Сабиева, Б.Г. Скуйбин, Е.В. Смирнов. Наблюдение высоких порядков дробного эффекта Тальбота в оптическом диапазоне // Письма в ЖЭТФ. 2018. Т. 107, Вып. 6. С. 367-370.

3. Смирнов Е.В. Волновая природа материи: от дифракции частиц на кристаллах до интерферометра Капицы – Дирака – Тальбота – Лоу // Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. Вып. 8. Режим доступа: <http://engjournal.ru/catalog/fundamentals/physics/874.html> (дата обращения 15.04.2019).

УДК 534

ЯВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО РЕЗОНАНСА И ДИНАМИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ МАЯТНИКА КАПИЦЫ

А.А. Асланов, специалист

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

amiraslanov16@gmail.com

А.В. хматова, специалист

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

a.axmatoba@yandex.ru

А.В. Будовская, специалист

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

Маятник Капицы — это колебательная система, состоящая из быстро осциллирующего подвеса и закрепленного к нему жесткого нерастяжимого стержня с массивным грузиком. На практике такая колебательная система может быть реализована с помощью электромотора, создающего вертикальные осцилляции и некоторого жесткого стержня с небольшим грузиком. В качестве мотора может быть использован электропривод швейной машинки [3]. Еще в 1908 году английский физик Стефенсон мог наблюдать, что в такой системе при соблюдении определенных условий нижнее положение маятника перестает быть устойчивым, и, вопреки интуиции, новым устойчивым положением становится верхнее — перевернутое положение маятника. Долгое время задача о нахождении простого объяснения такого поведения маятника оставалась нерешенной, однако в 1951 году Петр Леонидович Капица исследует данную колебательную систему экспериментально и выстраивает необходимую для решения этой задачи теорию [3]. Вместе с этим зарождается новый раздел механики — вибрационная механика.

Перед рассмотрением описанных выше явлений будет полезно показать наиболее общую формулировку законов механики:

$$S = \int_{t_1}^{t_2} L(q, \dot{q}, t) dt \quad (1)$$

Здесь L -функция лагранжа, равная разнице кинетической и потенциальной энергий системы, а q и $\dot{q}$ - соответственно обобщенные координаты и их производные по времени. Интеграл (1) называется действием. В наиболее общем виде законы механики формулируются в виде принципа наименьшего действия. Если в некоторые моменты времени t_1 и t_2 механическая система находится в различных состояниях, то при переходе от исходного состояния к конечному действие стремится к наименьшему значению. Варьируя (1), в итоге получим уравнение, которое называется уравнением Эйлера-Лагранжа [1, С. 10-12]:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}} - \frac{\partial L}{\partial q} = 0 \quad (2)$$

Откуда можно вывести известное дифференциальное уравнение движения для малых незатухающих колебаний:

$$m \ddot{x} + kx = 0$$

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0 \quad (3)$$

Положим теперь параметры системы (m и k) некоторыми функциями от времени. Без всякой потери общности достаточно рассмотреть уравнение следующего вида:

$$\ddot{x} + \omega(t)^2 x = 0 \quad (4)$$

Если частота является периодической функцией, то уравнение (4) инвариантно относительно сдвига аргумента на период, тогда можно выбрать два независимых решения, которые будут при таком преобразовании изменяться линейно (умножаться на некоторое число). В общем виде такие решения записывают следующим образом:

$$x_1(t) = \mu^{\frac{t}{T}} P_1(t)$$

$$x_2(t) = \mu^{-\frac{t}{T}} P_2(t) \quad (5)$$

где P_1 и P_2 - периодические функции [1, С. 106-108]. Легко заметить, что один из интегралов растет с течением времени как показательная функция. Именно в этом заключается явление параметрического резонанса. При сколь угодно малом отклонении от положения равновесия система будет вести себя так, что оно перестанет быть таковым. Если предполагать, что частота изменяется относительно некоторой постоянной, уравнение (5) можно записать как:

$$\ddot{x} + \omega_0^2 [1 + h \cos(2\omega_0 + \varepsilon)t] x = 0 \quad (6)$$

где $h \ll 1$, $\omega \ll \varepsilon$, под фазой колебаний стоит частота, соответствующая наиболее интенсивному проявлению параметрического резонанса. Это уравнение в математической физике называется уравнением Матфэ. Для маятника Капицы оно имеет следующий вид:

$$\ddot{\varphi} + \omega_0^2 [1 + 4 \frac{a}{l} \cos(2\omega_0 + \varepsilon)t] \varphi = 0 \quad (7)$$

Здесь a — амплитуда быстрых колебаний подвеса, l — длина стержня. В ходе решения (6) [1, С.109] появляется ограничение на ε , которое для интересующего нас случая (7) записывается так:

$$-4a \sqrt{\frac{g}{l^3}} < \varepsilon < 4a \sqrt{\frac{g}{l^3}} \quad (8)$$

При динамической стабилизации перевернутого положения маятника предполагается что помимо стационарного поля U на маятник воздействует некоторая периодическая сила f . Запишем уравнение движения:

$$m \ddot{x} = - \frac{dU}{dt} + f \quad (9)$$

Целесообразно представить функцию $x(t)$ следующим образом:

$$x(t) = X(t) + \xi(t) \quad (10)$$

где $X(t)$ отвечает за малые колебания относительно неподвижной оси, а $\xi(t)$ описывает быстрые осцилляции подвеса. Следует отметить, что в среднем за период $\xi(t)$ обращается в ноль. Подставив (11) в (10) и выполнив преобразования [1, С. 123-124] в конечном итоге получим:

$$m \ddot{X} = - \frac{dU_{\text{эфф}}}{dX} \quad (11)$$

$$U_{\text{эфф}} = U + \frac{m \dot{\xi}^2}{2} \quad (12)$$

То есть маятник с быстро осциллирующим подвесом будет двигаться так, словно помимо постоянного поля на него действует некоторое другое постоянное поле, вклад которого равен усредненной кинетической энергии осциллирующего члена. Условие устойчивости перевернутого положения находится из условия минимума функции $U_{\text{эфф}}$:

$$a^2 \gamma^2 > 2gl \quad (13)$$

Здесь γ — частота осцилляций подвеса

Опуская выкладки, можно легко объяснить данные явления, если рассматривать их в неинерциальной системе отсчета, жестко связанной с подвесом. Помимо прочих сил в такой системе отсчета на маятник действует еще и сила инерции, вклад которой можно рассматривать как периодическое изменение (модуляцию) массы маятника, из-за чего и возникает параметрический резонанс. Среднее значение этой силы за период равно нулю, однако эта сила создает момент, среднее значение которого за период нулю не равно, именно он и стремится установить маятник в вертикальном положении [2].

Изложенный материал был подтвержден на практике и продемонстрирован на установке, использующей в качестве мотора электропилу

Список литературы

1. Ландау Л.Д., Лифшиц М.Е. Теоретическая физика в десяти томах // Механика. 1988. Т. 1. С. 78-123
2. Бутиков Е.И. Стабилизация перевернутого маятника. 2010. С. 39-44
3. Капица П.Л. Успехи физических наук // Маятник с вибрирующим подвесом. 1951С. 7-20.

УДК 534-6/-8

КОЛЕБАНИЯ НЕСВЯЗАННЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МАЯТНИКОВ.

С.С. Осипова, учащаяся

БОУ «Школа №1525» г. Москвы, 10 класс

А.В. Ахматова, специалист

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

a.axmatoba@yandex.ru

А.В. Будовская, специалист

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

Б.И. Кузнецов, специалист

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

Научный руководитель: Скуйбин Б.Г., к.ф.м.н., доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Существуют процессы, при которых синхронизация независимых колебаний с разными частотами может привести как к положительным эффектам, так и к разрушительным. Примером первого может служить процесс синхронизации эквидистантных мод в резонаторе лазера, приводящих к появлению одного мощного пучка излучения в периоде, равном обходу светом двойной длины резонатора. Примером второго – разрушение конструкций под действием внешних сил, действующих в резонанс с одной из собственных частот этих конструкций.

Созданный нами демонстрационный стенд может использоваться как частотомер, откликающийся на резонансные колебаний конструкции, состоящей из двух маятников с неизвестными собственными частотами, лежащими в спектре частот маятников частотомера.

Стенд представляет собой набор маятников, закреплённых на одной оси подвеса, длины подвесов маятников рассчитаны таким образом, чтобы разность частот колебаний соседний маятников являлась постоянной величиной.

В данном случае расчёт длины n -го маятника l_n производится по формуле:

$$l_n = \frac{g}{4\pi^2(\nu_1 + 1(n-1)\Delta\nu)^2}$$

где ν_1 – частота колебаний 1-го маятника, $\Delta\nu$ – постоянная заданная разность частот соседних маятников.

При выбранных параметрах в отсутствии вынуждающей силы маятники при одновременном отклонении демонстрируют сначала колебание в фазе, что соответствует имитации волны бесконечной длины. Затем их фазы меняются таким образом, что волна изменяет свою длину от бесконечной до минимальной, равной расстоянию между соседними маятниками, и через 100 сек ($l_1 = 1$ м и $\Delta\nu = 0,01$ Гц) снова происходит синхронизация фаз маятников, процесс повторяется.

Установка также позволяет изучить резонансные явления в наборе маятников при изменении частоты вынуждающей силы от частот выше спектра собственных частот набора маятников до частот ниже этого спектра.

Авторы благодарят научного руководителя Студенческой Экспериментальной Лаборатории Физики (СЭЛФ) профессора А.Н. Морозова.

Список литературы

1. Иродов И.Е. Механика. Основные законы. Изд. 6-е М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. 312 с.
2. Б.Я. Дубецкий, В.П. Чеботаев. Эхо в классическом и квантовом ансамблях с детерминированными частотами // Письма в ЖЭТФ. 1985. Т. 41. Вып. 6. С. 267-269.

УДК 537.523.4

УПРАВЛЕНИЕ ИСКРОВЫМ РАЗРЯДОМ С ПОМОЩЬЮ ИСКРИВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ГРАНИЦЕ ТВЁРДОГО И ГАЗОВОГО ДИЭЛЕКТРИКОВ.

И.В. Ложкин, учащийся

МБОУ «СОШ» №8 г.о. Королёва, 10 класс.

Научный руководитель: Б.Г. Скуйбин, к.ф.м.н., доцент

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Фундаментальные науки»

Расположим пластину из твёрдого диэлектрика параллельно силовым линиям электрического поля (E_0) в непосредственной близости к электродам. При этом в газовом промежутке образовалась граница двух диэлектрических сред с разной диэлектрической проницаемостью ($\epsilon_2 < \epsilon_{тв.}$). Вследствие поляризации на поверхности стекла возникают заряды, которые своим противодействующим полем искривляют поле (E_0) на границе сред. Продукты ионизации, выходя из областей повышенной напряжённости вблизи электродов, лавинообразно усиливают ударную ионизацию во всём газовом промежутке, вследствие чего падает электрическая прочность ($E_{прер.}$) этого промежутка и напряжение пробоя ($U_{проб.}$) понижается. Происходит искровой разряд. Причём разряд становится скользящим лишь когда стекло расположено достаточно близко, чтобы нормальная составляющая вектора напряжённости поля (E_n) прижимала его к поверхности стекла.

Для экспериментов использую пластины из стекла 80×30 мм ($\epsilon = 7$) толщиной (L) 1,2,3,4,5 мм. Пластины располагаются вплотную к стержневым электродам. Подаю 18,5 кВ постоянного тока. При нормальных условиях ($P=760$ мм рт.ст. $t=20$ °C) разряд стабильно пробивает 18,5 мм воздуха (r_0).

1. Пробой скользящего разряда ($r_{ск}$) рос по мере увеличения толщины пластины;
 $r_{ск}$ (мин.) = 20 мм, при толщине пластины в 1 мм;
 $r_{ск}$ (макс.) = 21 мм, при толщине пластины в 5 мм.

2. Пластина установлена к электродам с зазором (d). Цель: избежать скользящего разряда, но понизить $E_{прер.}$;

- r_1 (мин.) = 19,25 мм, при толщине пластины в 5 мм, $d = 1,75$ мм.

$r1$ (макс.) = 19.5мм, при толщине пластины в 1 мм, $d = 1$ мм.

При увеличении толщины пластины требовалось увеличивать и зазор, чтобы разряд не проходил по поверхности стекла, отсюда, для понижения $U_{проб.}$, следует использовать минимальной толщины твёрдый диэлектрик.

3. Повышение частоты разрядов (ν). Газовый промежуток – $r0$;

$\nu(r0) = 14$ Гц;

Пластина $L=1$ мм, $d=1$ мм. Газовый промежуток – $r2$;

$\nu(r2) = 19$ Гц.

При понижении $E_{прср.}$, количество разрядов в секунду увеличилось на 35%.

Деформируя твёрдым диэлектриком поле $E0$, можно снизить напряжение пробоя газового промежутка и/или повысить частоту разрядов. Если скомпенсировать преобладающую E_n зазором d , то скользящий разряд исключён.

Список литературы

1. Берцев В.В., Дашук П.Н., Лысаковский Г.Г. Вольткулоновские характеристики скользящего разряда // Известия вузов. Сер. Энергетика. 1963. № 6. С. 24–26.
2. Андреев С.И., Зобов Е.А., Сидоров А.Н., Костоусов В.Д. Исследование длинной скользящей искры // Прикл. мех. и техн. физика. 1980. № 1. С. 111–115.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРНЫЙ БИЗНЕС И МЕНЕДЖМЕНТ»	3
СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»	12
СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ»	15
СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ»	18
СЕКЦИЯ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»	25
СЕКЦИЯ «ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВМ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»	27
СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»	32
СЕКЦИЯ «ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ»	41
СЕКЦИЯ «РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ»	47
СЕКЦИЯ «ПОРШНЕВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»	52
СЕКЦИЯ «ГАЗОТУРБИННЫЕ И НЕТРАДИЦИОННЫЕ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ»	54
СЕКЦИЯ «ТЕПЛОФИЗИКА»	66
СЕКЦИЯ «ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ И УСТАНОВКИ»	70
СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»	78
СЕКЦИЯ «ЮРИСПРУДЕНЦИЯ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ И СУДЕБНАЯ ЭКСПЕРТИЗА»	84
СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»	135
СЕКЦИЯ «ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ»	139
СЕКЦИЯ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА» ..	141
СЕКЦИЯ «РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА»	152
СЕКЦИЯ «ЛАЗЕРНЫЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ»	162
СЕКЦИЯ «ЭЛЕМЕНТЫ ПРИБОРНЫХ УСТРОЙСТВ»	202
СЕКЦИЯ «БИОМЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»	205
СЕКЦИЯ «МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ»	224
СЕКЦИЯ «АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ»	231
СЕКЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И РАКЕТЫ-НОСИТЕЛИ»	239
СЕКЦИЯ «ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛОТОМ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ»	242
СЕКЦИЯ «ВЫСОКОТОЧНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ»	249
СЕКЦИЯ «АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ»	254
СЕКЦИЯ «РАКЕТНЫЕ И ИМПУЛЬСНЫЕ СИСТЕМЫ»	266

СЕКЦИЯ «РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И МЕХАТРОНИКА»	275
СЕКЦИЯ «ПОДВОДНЫЕ РОБОТЫ И АППАРАТЫ»	296
СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ»	298
СЕКЦИЯ «ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА».....	308
СЕКЦИЯ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»	315
СЕКЦИЯ «ИСТОРИЯ»	317
СЕКЦИЯ «СОЦИОЛОГИЯ И КУЛЬТУРОЛОГИЯ».....	325
СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННАЯ АНАЛИТИКА И ПОЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ».....	343
СЕКЦИЯ «ФИЛОСОФИЯ».....	352
СЕКЦИЯ ФАКУЛЬТЕТА «РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА»	359
Секция «ГУИМЦ»	364
Секция МФ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА	368
СЕКЦИЯ «СТУДЕНЧЕСКАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКИ (СЭЛФ)	476

**ВСЕРОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ВЕСНА»,
ПОСВЯЩЕННАЯ 85-ЛЕТИЮ Ю.А. Гагарина»**

СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

Редактор: В.Н. Шевчун
Компьютерная верстка: А.И. Долгих
Художник: В.В. Строков
Корректор: Н.А. Гежа

Подписано в печать 20.07.2019. Формат 60х90 1/8
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Объем 61,75 п.л. Тираж 1000 экз. Заказ 4041.

Издательский дом
«Научная библиотека»
Телефон: 8(495)59229-98
Адрес сайта: www.sciencelib.ru
E-mail: idnb11@yandex.ru, info@sciencelib.ru