

АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
(АПНИ)

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Сборник научных трудов  
по материалам  
VI Международной научно-практической конференции

г. Белгород, 31 декабря 2014 г.

В шести частях  
Часть III



Белгород  
2015

УДК 001  
ББК 72  
Т 33

Т 33      **Теоретические и прикладные аспекты современной науки :**  
сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-  
практической конференции 31 декабря 2014 г.: в 6 ч. / Под общ. ред.  
М.Г. Петровой. – Белгород : ИП Петрова М.Г., 2015. – Часть III. –  
152 с.

ISBN 978-5-9906141-1-6

ISBN 978-5-9906141-4-7 (Часть III)

В сборнике рассматриваются актуальные научные проблемы по материалам VI Международной научно-практической конференции «Теоретические и прикладные аспекты современной науки» (г. Белгород, 31 декабря 2014 г.).

Представлены научные достижения ведущих ученых, специалистов-практиков, аспирантов, соискателей, магистрантов и студентов по наукам о земле и техническим наукам.

Информация об опубликованных статьях предоставляется в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) по договору № 690-11/2014 от 05.11.2014 г.

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте:  
**[www.issledo.ru](http://www.issledo.ru)**

УДК 001  
ББК 72

ISBN 978-5-9906141-1-6  
ISBN 978-5-9906141-4-7 (Часть III)

© Коллектив авторов, 2015  
© ИП Петрова М.Г. (АПНИ), 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СЕКЦИЯ «НАУКИ О ЗЕМЛЕ».....</b>	<b>6</b>
<i>Ахмедов А.Р.</i> АКТУАЛЬНОСТЬ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ФЕНОМЕНА «МИГРАЦИОННАЯ ПОЛИТИКА».....	6
<i>Голич А.Н.</i> УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОФИОЛИТОВОЙ АССОЦИАЦИИ МАРИАНСКОГО ЖЕЛОБА .....	9
<i>Забураева Х.Ш.</i> ТИПЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ .....	11
<i>Тараканов В.С., Данченко А.М.</i> ДИНАМИКА ЛЕСНОГО ФОНДА КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	15
<b>СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ» .....</b>	<b>20</b>
<i>Александров В.А., Губарь Д.А., Салихова М.Н.</i> ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ЛАБОРАТОРНЫХ ОБРАЗЦОВ .....	20
<i>Астафьева Н.В.</i> ВОЗМОЖНОСТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ «ОГНЕННОГО ШАРА» ПРИ АВАРИИ И СТЕПЕНЬ ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА .....	22
<i>Баширов М.Г., Усманов Д.Р., Хуснутдинова И.Г.</i> ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ И УРОВНЯ ПОВРЕЖДЕННОСТИ МЕТАЛЛА НЕФТЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	27
<i>Беневоленский С.Б., Жалнова Е.В., Кирьянов А.А., Ковзалина А.А.</i> ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ГРУППОВОЙ РАБОТЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В ОБЛАЧНОМ РЕСУРСЕ .....	29
<i>Гавриленкова В.Е., Кочкин А.А.</i> СОЗДАНИЕ ЗВУКОВОГО КОМФОРТА В ЗДАНИЯХ ПРОИЗВОДСТВА ОАО «СКДМ».....	31
<i>Горшков Ю.Е.</i> РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ДУГОГАСИТЕЛЬНОЙ КАМЕРЫ И РЕШЕТКИ.....	34
<i>Дзгоев А.Э., Гасиева Д.К., Бабочиев О.Р., Нарतिकоева Е.Н.</i> РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РАСЧЕТОВ КОРРЕКТНЫХ ПРОГНОЗНЫХ ОЦЕНОК ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ .....	36
<i>Елисеев С.В., Артюнин А.И., Большаков Р.С., Кинаш Н.Ж.</i> ДИНАМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ В МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПРИ ВИБРАЦИОННЫХ НАГРУЗКАХ...	43
<i>Елисеев С.В., Артюнин А.И., Кинаш Н.Ж., Каимов Е.В.</i> РЫЧАЖНЫЕ СВЯЗИ И МЕХАНИЗМЫ В ВИБРОЗАЩИТНЫХ СИСТЕМАХ ОБЪЕКТОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ.....	51
<i>Завьялов И.А., Тихомирова А.Н.</i> РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПРОВЕРКИ КОРРЕКТНОСТИ ПРОГРАММ, РЕАЛИЗУЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО КУРСУ «ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ».....	59
<i>Коврига Е.В., Сумская О.А.</i> ТЕРМОДИНАМИКА РАСТВОРОВ КИСЛОРОДА В ОБЛАСТИ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ХРОМА В РАСПЛАВЕ.....	63
<i>Куликовский К.Л., Матвеев О.В., Долгов Ф.Н.</i> МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ УГЛА ОТКЛОНЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ПОДВОДНОГО ПЛАНИРУЮЩЕГО ЗОНДА ОТ ЗАДАННОЙ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ БОКОВЫХ ТЕЧЕНИЙ .....	66

<b>Лазебная И.А.</b> ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ИНТЕРНЕТ ДЛЯ ПРОДВИЖЕНИЯ БИЗНЕСА .....	69
<b>Мамонтов С.А., Киселева О.А.</b> ДИЛАТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СОСТАРЕННЫХ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ .....	72
<b>Мышенков К.С., Посевин А.К.</b> МЕТОДЫ ВНУТРЕННЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ САЙТОВ....	75
<b>Наджафкулиева Р.С., Габибов И.А., Алиев В.И.</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРНЫХ АГРЕГАТОВ В СИСТЕМЕ ГАЗЛИФТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН МОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ .....	78
<b>Никишев В.К., Сергеев Е.С.</b> БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ – МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ .....	85
<b>Новикова Фрейре Шавиер Ж. да К., Миронова И.С., Чернов К.В., Максюттов И.Н.</b> ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ КАБЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ЧАСТОТНОГО МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ .....	88
<b>Овчинников В.П., Аксенова Н.А., Иванова К.В., Рожкова О.В.</b> К ПРОБЛЕМЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДЫХ КОМПОНЕНТОВ ОТРАБОТАННЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ.....	91
<b>Омётов А.А., Петров В.И.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ ШИРОКОПОЛОСНЫХ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СВЯЗИ В УСЛОВИЯХ СИНТЕЗА НОСИМЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ.....	95
<b>Паутова Н.В.</b> БИЗНЕС-ИНКУБАТОР В СИСТЕМЕ ОБЪЕКТОВ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА .....	99
<b>Пигачев П.В., Никишев В.К.</b> РАЗРАБОТКА ДИСТАНЦИОННЫХ КУРСОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ MOODLE .....	104
<b>Семенов Б.И., Иванов Г.А.</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ЖУРНАЛА СОТРУДНИКА ПРЕДПРИЯТИЯ.....	106
<b>Семенов Б.И., Китаев А.В.</b> РАЗРАБОТКА КРАУДСОРСИНГОВЫХ ВЕБ-РЕСУРСОВ В ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ.....	108
<b>Семенов Б.И., Яковлев С.В.</b> РАЗРАБОТКА ЯЗЫКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ .....	110
<b>Семёнова О.А.</b> РОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ПИСАТЕЛЯ ПРИ КОМАНДНОЙ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА.....	111
<b>Сергеев Е.С., Пигачев П.В.</b> ДИФОННЫЙ СИНТЕЗАТОР РЕЧИ .....	114
<b>Сергеев Е.С., Кузнецов А.С.</b> РАЗРАБОТКА РУССКО-ЧУВАШСКОГО СЛОВАРЯ ДЛЯ МОБИЛЬНОЙ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ WINDOWS PHONE.....	116
<b>Сизиков В.П.</b> МОДЕЛЬ И АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОТОНА И ЭЛЕКТРОНА НА БАЗЕ ДИС-ТЕХНОЛОГИИ .....	118
<b>Скворцов А.В., Семенов Б.И.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ .....	126
<b>Фадеев С.Г.</b> СТАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИСХОДНОГО КОДА.....	128
<b>Фадеев С.Г.</b> ТЕХНОЛОГИЯ СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ИСХОДНОГО КОДА.....	131
<b>Фукс М.Л.</b> ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА И ЕЕ РОЛЬ В ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ КАДРОВ И РАБОТНИКОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ .....	134
<b>Хисметова Н.С., Рахметова Т.М.</b> ВОЗМОЖНОСТИ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ MATHCAD В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ .....	139

<i>Христофоров А.И., Христофорова И.А., Горячева В.А., Крещик А.А.</i> ПОЛИМЕРБЕТОНЫ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ СВЯЗУЮЩИХ .....	141
<i>Хрусталеv Д.А.</i> ПРЕОБЛАДАЮЩИЙ ВИД ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА АРХИТЕКТУРУ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ .....	143
<i>Чечиков Ю.Б.</i> О ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ КОНТЕНТА .....	147

## СЕКЦИЯ «НАУКИ О ЗЕМЛЕ»

### АКТУАЛЬНОСТЬ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ФЕНОМЕНА «МИГРАЦИОННАЯ ПОЛИТИКА»

*Ахмедов А.Р.*

аспирант кафедры географии, природопользования и пространственно-го развития Балтийского федерального университета им. И. Канта,  
Россия, г. Калининград

В статье миграционная политика рассматривается в качестве одного из приоритетных факторов общественного развития. Управление миграционной политикой позволяет изменить социальную структуру, этнический состав, размещение и расселение населения. Она задает вектор развития современного миропорядка.

*Ключевые слова:* миграционная политика, миграция населения, эффективность и проблемы миграционных процессов.

Как любая политика, миграционная должна иметь в своем арсенале стратегию, выраженную в концепции развития, и тактику, заключенную в механизме функционирования и наборе эффективных инструментов. Только тогда можно сделать миграционную политику управляемым процессом. С этой целью научное сообщество вычленяет управляемые (факторы-регуляторы), неуправляемые (факторы-условия) и неуправляемые, но косвенно регулируемые (мы назовем их факторы-барьеры).

С позиции В.Д. Самойлова, «генезис отечественной миграционной науки основан на результатах поиска закономерного характера ее становления и развития в совокупности социально-экономических, политических, демографических, правовых и других процессов» [1, с. 8]. Мы разделяем данную точку зрения, так как развитие научных взглядов происходило в рамках тех или иных научных подходов.

Заметим, что миграционная политика рассматривалась с точки зрения географического, исторического, политического, экономического, демографического и других подходов. Наиболее полная их классификация была разработана В.А. Ионцевым и включает 17 различных подходов к изучению миграции населения, которые объединили по его оценке 45 научных направлений, теорий и концепций [2].

Несмотря на многочисленность подходов, наиболее распространенным остается тривиальное восприятие феномена «миграция» (от лат. *migratio* – переселение – перемещение людей по различным причинам через границы тех или иных территориальных образований в целях постоянного или временного изменения места жительства). Однако миграция – это многомерное понятие. В частности, исследовав философские и психологические аспекты миграции, С. К. Бондырева определила миграцию как многомотивное общественное явление потребностного характера, возможное благодаря мобиль-

ности человека и реализующееся как в физическом, так и в виртуальном пространстве [3, с. 3].

Считаем, что именно потребность в систематизации наработанного материала, выразилась в аргументированной позиции В.Д. Самойлова о необходимости вычленения отдельной области знания. По Самойлову: «на рубеже первых двух десятилетий XXI в. сложились объективные предпосылки для возникновения и становления вполне самостоятельной науки – миграциологии» [1, с. 6].

Миграционная политика является одним из важнейших факторов преобразования и развития общества, так как под ее воздействием меняются социальная структура, этнический состав, размещение и расселение населения. Опыт стран, проводящих активную миграционную политику, демонстрирует реальное ускорение их социально-экономического развития, а также рост благосостояния населения. Миграционная политика – это один из самых обсуждаемых общественно значимых феноменов современного миропорядка. Он неоднозначен в определении сущности терминологии, имеет широкий разброс мнений в научной среде по формулированию единой концепции развития миграционной политики. К примеру, в современном словаре можно встретить следующее определение изучаемой категории: «Миграционная политика – система юридических концептуально единых способов и мер целенаправленного воздействия государства, международных и общественных организаций на миграцию населения» [4, с. 139].

Сегодня в научной литературе можно встретить различные точки зрения по предупреждению возможных угроз миграционной политики разных стран с целью обеспечения национальной безопасности. На наш взгляд это объясняется тем, что понятие «миграционная политика» имеет достаточно широкую трактовку и включает в себя регулирование как внешних (эмиграция и иммиграция), так и внутренних передвижений населения. К тому же миграционная политика включает в себя не только нормативно-правовое и институциональное регулирование вопросов предоставления тем или иным лицам права на постоянное место жительства, контроля за нелегальной иммиграцией, социального обеспечения легальных (и нелегальных) иммигрантов; политики натурализации, связанной с условиями и процедурой предоставления гражданства легальным иммигрантам, но и комплекс инструментов и мер, нацеленных на культурную интеграцию, включение мигрантов в нормальную жизнь нового сообщества. Все эти процессы, конечно, сопровождаются рисками либо новыми возможностями, так как на миграционное поведение людей воздействует целый комплекс причин межнационального, политического, экономического и социального характера.

Теоретическое исследование миграционной проблемы началось в конце XIX в. Одной из первых работ в этой области согласно общему признанию явился труд Э. Равенштейна «Законы миграции». Автором впервые была дана классификация миграции населения в зависимости от типа пересекаемых границ, времени пребывания в месте въезда, способа реализации перемеще-

ния, причин переселения социальных групп, участвующих в процессе миграции [5].

Объективность законов, присущих миграции населения доказывает то, что недоучет их действия или полное игнорирование приводит к таким негативным последствиям как рост нелегальной миграции, нарушение в размещении производительных сил, недоразвитие транспортных связей, снижение уровня жизни, возникновение социальных конфликтов.

Сегодня область исследований феномена миграции значительно расширилась. Миграция стала пониматься как явление, давно перешагнувшее рамки «простого» перемещения людей из одного региона в другой, и описываться как комплексный процесс, включающий в себя многочисленные аспекты: исторические условия перемещения, характер, длительность миграции, мотивы перемещения, адаптацию мигрантов. Все это усложняет организацию миграционных потоков и управление ими. Считаем, что неразрешенность множества проблем, связанных с миграционной политикой, требует более углубленного изучения и осмысления обсуждаемых спорных вопросов в научной среде.

Таким образом, актуальность исследуемой проблемы объясняется ужесточением конфликтности в системе ценностей, исторических и культурных традиций, законодательной базы. П.С. Комаров и С.А. Дукарт считают, что «миграция стала острой проблемой мира в целом. Теперь это не только простая смена положения населения в мире, но и сложнейший социально-экономический процесс, затрагивающий жизнь каждого человека без исключения: теперь миграция стала обладательницей агрессивного социально-политического характера, внося свои жизненные коррективы» [6, с. 173]. К тому же отсутствует единство подходов в принятии предсказуемых технологических решений в отношении миграционной политики. На наш взгляд, исследовательские интересы феномена «миграционная политика» необходимо сконцентрировать на следующих аспектах:

- возможность обеспечения равной для всех стран свободы передвижения, выбора места, жительства и проживания;
- наличие специфических черт в международной миграционной политике;
- возможность воздействия на интенсивность миграционных процессов для обеспечения экономического роста отдельных национальных экономик, в частности, для Российской Федерации.

Систематизация полученных знаний по выделенным аспектам послужит теоретическим обоснованием при изучении миграционной политики с позиции экономической, социальной и политической географии с учетом особенностей российского социума.

#### **Список литературы**

1. Самойлов, В. Д. Миграциология. Конституционно-правовые основы: монография / В.Д. Самойлов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА: Закон и право, 2013. – 487 с.



2. Экономика народонаселения: Учебник / Под ред. проф. В.А. Ионцева (Учебники экономического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова) / В. Ионцев, А. Саградов, Н. Калмыкова, и. др. — Москва ИНФРА-М, 2007. — 668 с.
3. Бондырева, С. К. Миграция (сущность и явление) [Текст] / С. К. Бондырева. — М.: Изд-во Московского психолого-социального института; Воронеж: Изд-во НПО МОДЭК, 2004. — 296 с.
4. Социально-экономическая география: понятия и термины. Словарь-справочник. Отв. ред. А.П. Горкин. — Смоленск: Ойкумена, 2013. — 328 с.
5. Ravenstein E.G. The laws of migration. — I. Journal of the Royal Statistical Society. — № 48. June 1885. — P. 167- 227.
6. Комаров, П.С., Дукарт, С.А. Миграционная политика Европейского Союза. — С. 173 — 175 // Особенности миграционной политики. Проблемы, поиски, решения: сборник научных трудов Международной молодежной конференции / под ред. Г.А. Барышевой. Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. — 516 с.

## **УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОФИОЛИТОВОЙ АССОЦИАЦИИ МАРИАНСКОГО ЖЕЛОБА**

*Голич А.Н.*

Инженер лаборатории рентгеновских методов  
Дальневосточного геологического института ДВО РАН,  
Россия, г. Владивосток

В работе представлены данные минералогического изучения образцов перидотитов и основных плутонических и вулканических пород, поднятых при выполнении в 2004 году рейса НИС токийского университета «Накуно Мару» в Филиппинском море. По результатам исследования были определены условия кристаллизации и режим образования пород (РТ – параметры) на основе минералогического термобарометра Линдсли.

*Ключевые слова:* офиолиты, магматизм, минералогия, Марианский желоб.

Офиолиты — это закономерный комплекс парагенетически связанных магматических пород, преимущественно базит-ультрабазитового состава, и ассоциирующих с ними осадков [1]. Исследования последних лет показали большое разнообразие типов офиолитов. Образование большинства из них связывают с различными тектоническими обстановками островодужных систем. В связи с этим изучение офиолитов Филиппинского моря является актуальной задачей для многих геологов в настоящее время. Это обусловлено необычностью геологического положения этого окраинного моря — удаленностью его от континента приконтинентальными окраинными морями, желобами и островными дугами, океаническим типом коры и наличием современной зоны спрединга в приокеанической дуге.

Целью данной работы являлось выяснение условий формирования офиолитовой ассоциации, драгированной в южной части Марианского желоба.

В данной работе были использованы образцы, полученные при выполнении в 2004 году рейса НИС токийского университета «Накуно Магу» в Филиппинском море. Составы пороодообразующих и первичных минералов изучались в Дальневосточном геологическом институте ДВО РАН на электронном микроанализаторе JEOL JXA 8100. Минеральные фазы анализировались при ускоряющем напряжении 20 кВ и токе зонда  $1 \cdot 10^{-8}$  А. Общее Fe эквивалентно  $\text{Fe}^{+2}$ , за исключением шпинели, для которой количество  $\text{Fe}^{+2}$  рассчитывалось на основе стехиометрии. Температура кристаллизации образцов определялась с помощью графического термобарометра Линдсли [3].

Шпинели являются эффективным петрологическим индикатором, отражая изменения в процессе кристаллизации. Показатель  $\text{Cr\#}$  ( $\text{Cr}/(\text{Cr}+\text{Al})$ ) в хромшпинелидах варьирует в пределах от 49.41 до 98.17, а соотношение  $\text{Fe}/(\text{Mg}+\text{Fe})$  колеблется в пределах 34.79 – 96.91. На классификационной диаграмме  $X_{\text{Cr}} - X_{\text{Fe}}$  шпинели образуют тренд с характерным повышением хромистости (в данном случае до 98.17) и резким её понижением (до 49.41). При этом железистость постоянно возрастает. Данный тренд отражает процесс оливин – плагиоклазовой фракционной кристаллизации [2]. Этот процесс сопровождается истощением расплава и ликвидусных минеральных фаз магнием, хромом и алюминием. Их место занимает соответственно двух- и трехвалентное железо. Появление плагиоклаза приводит к истощению расплава глиноземом, в результате равновесная шпинель становится более хромистой. Эта закономерность справедлива только для относительно низких давлений, не выходящих за пределы оливин – плагиоклазового равновесия (<5-6 кб).

В данной работе были проведены расчеты содержания железистости ( $f = (\text{Fe}^{+2} + \text{Fe}^{+3})/\text{Mg}$ ) по отношению к никелю для оливинов и серпентинов пород Марианского желоба. На классификационной диаграмме  $f/\lg(\text{Ni})$  для оливинов четко прослеживается тенденция уменьшения содержания никеля с увеличением железистости. Это можно объяснить с одной стороны процессом кристаллизационной дифференциации, при котором происходит перемещение и пространственное обособление возникающих в процессе кристаллизации минеральных фаз. С другой стороны схожее поведение железистости и никеля можно наблюдать при воздействии процессов метаморфизма. В то же время для серпентинов такая зависимость не наблюдается. Фигуративные точки здесь образуют область с изменением железистости в довольно узком интервале (5.65 – 10.58). Это связано с тем, что в процессе преобразования оливина в серпентин происходит быстрый вынос железа из оливина (железо переходит в магнетит). Магнезиальность при этом увеличивается, а железистость соответственно уменьшается.

Температуры равновесия определялись с помощью графического термометра Д. Линдсли. Этот метод позволяет более полно реконструировать термодинамическую историю. Для пироксенов образца D8 – 301 (габбро) температура образования составила 900 – 1000<sup>0</sup> С, для образца D8 – 309 (габбро) – 800 – 900<sup>0</sup> С. Эта температура, вероятно, соответствует нижнему пределу магматической кристаллизации клинопироксенов, ниже которого про-

явились процессы автометасоматической перекристаллизации, выразившиеся в массовом замещении первичных пироксенов амфиболами [1].

По результатам проведенных исследований был выявлен ряд петрохимических характеристик, в том числе были рассчитаны величины железистости и хромистости для шпинелей, а так же зависимость содержания никеля от железистости в оливинах и серпентинах. На основе минералогического термобарометра Д. Линдсли был определен режим образования пород. Материалы данной работы позволяют сделать вывод о том, что породы офиолитового комплекса Марианского жёлоба кристаллизовались при относительно низких температурах (800 – 1000<sup>0</sup> С) и низком давлении (<5-6 кб).

#### Список литературы

1. Высоцкий, С.В. Офиолитовые ассоциации островодужных систем Тихого океана / С.В. Высоцкий. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. – 196 с.
2. Высоцкий, С.В. Офиолитовые и бонинит – офиолитовые ассоциации островодужных систем западной Пацифики: автореферат дис. ... д-ра геол. – минерал. наук / С. В. Высоцкий. – М. : МГУ, 1996. – 59 с.
3. Lindsley, D.H. Pyroxene thermometer / D.H. Lindsley // Amer. Miner. – 1983. – Vol. 68. – P. 477-493.

## ТИПЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

*Забураева Х.Ш.*

доцент кафедры экологии и природопользования  
Грозненского государственного нефтяного технического университета  
им. акад. М.Д. Миллионщикова, канд. геогр. наук,  
Россия, г. Грозный

На основании теоретико-методологических исследований на территории Чеченской Республики выделены четыре типа природопользования. Картографически отображена пространственная дифференциация типов и подтипов природопользования на уровне административных районов. Даны некоторые рекомендации для более рационального использования природно-ресурсного потенциала.

*Ключевые слова:* типы природопользования, потенциал, экологические проблемы, оптимизация природопользования.

Различные аспекты природопользования (географические, экологические, экономические и др.) всегда привлекали исследователей начиная со времен античности. Наибольшую *актуальность* они приобрели в последние столетия в связи с возникновением острых экологических проблем [1]. Решение проблем природопользования наиболее эффективно на региональном уровне. В свою очередь выделение типов природопользования (ПП) и их анализ позволят выявить основные «рычаги» оптимизации ПП. С этих позиций значительный интерес представляет Чеченская Республика (ЧР) на территории которой ПП осуществляется весьма динамично и зачастую нерационально.

Под природопользованием, начиная с автора данного термина Ю.Н. Куражковского [3] понимают как систему взаимоотношений между человеческим обществом и окружающей его природной средой, так и прикладную науку, изучающую пути рационального использования природных ресурсов, включая оценку антропогенных воздействий на природную среду и их последствий для человека [4]. Рациональное ПП должно отвечать следующим условиям: обеспечивается сохранность природно-ресурсного потенциала и высокое качество природной среды.

При этом соотношение специфики естественных природных условий с формами хозяйствования человека определяют типы ПП. Существуют различные подходы к выделению типов ПП: исторических (доиндустриальный, индустриальный, постиндустриальный) и географических (промышленно-урбанистический, сельскохозяйственный, лесохозяйственный и др.) [5].

На основании этих подходов и с учетом специфики ПП в условиях ЧР можно выделить четыре типа ПП (рис.). Фоном на рисунке показан преобладающий тип ПП. Современная структура ПП на территории ЧР сформировалась на протяжении многих тысячелетий и в ее развитии выделяют различные этапы в зависимости от характерного набора видов ПП [2].

С развитием человека совершенствовались и формы ПП. Однако до конца XX в. здесь основными типами ПП оставались промышленный (нефтедобывающая, нефтеперерабатывающая, деревообрабатывающая, химическая, нефтехимическая отрасли промышленности) и сельскохозяйственный (животноводство, зерноводство, садоводство, овощеводство, табаководство, виноградарство, бахчеводство). Особенности физико-географических условий обусловили дифференциацию хозяйства по естественно-географическим зонам: на равнине и в предгорье было развито зерноводство, садоводство, виноградарство, в горной части – скотоводство и домашние промыслы, в высокогорье – в основном овцеводство. При этом известные события (1994-1996 гг. и 1999-2001 гг.) привнесли значительные негативные изменения в экономику региона, которые отразились и на ПП. Так, в *сельскохозяйственном* ПП произошло сокращение посевных площадей, уничтожение некоторых отраслей (виноградарство, табаководство, животноводство), а в *промышленном* – практически полное разрушение всех отраслей промышленности.

Чеченская Республика – аграрноориентированный регион. Во всех районах преобладает сельскохозяйственный ПП, за исключением Грозненского района, где разрабатывается свыше 50% всех нефтяных месторождений республики.

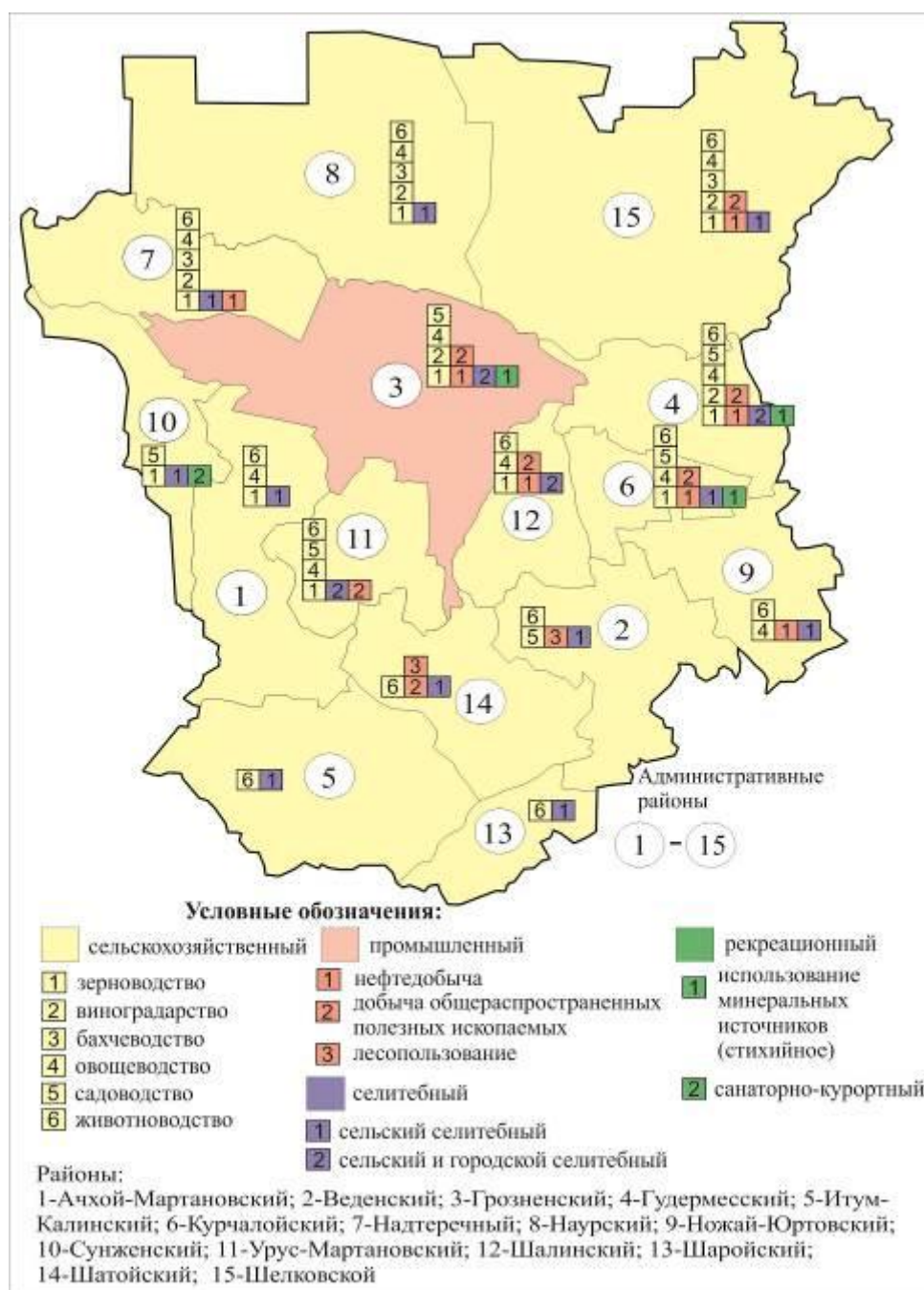


Рис. Типы природопользования в Чеченской Республике  
(составитель Х.Ш. Забураева)

Промышленный тип природопользования представлен в основном нефтедобывающей промышленностью. Помимо Грозненского района нефтедобыча ведется в Шалинском, Надтеречном и Курчалойском районах. В связи со строительно-восстановительными работами в регионе осуществляется и добыча общераспространенных полезных ископаемых (глина, песок, гравий, щебень) преимущественно в Грозненском, Шалинском, Шатойском, Шелковском, Курчалойском, Гудермесском районах.

В результате газификации селений в горной зоне ЧР лесопользование здесь значительно сократилось. Однако в некоторых районах (Шатойский,

Веденский) отмечается вырубка леса с целью последующей обработки на предприятиях (частных) лесной промышленности. В виду наличия заминированных лесных массивов в горной зоне соответствующие виды рубок леса не осуществляются на отдаленных участках лесного фонда.

В сельскохозяйственном природопользовании преобладающее направление – зерноводство, развитое в центральных (Грозненский, Гудермесский, Урус-Мартановский, Шалинский, Сунженский) и северных (Шелковской, Наурский) районах. Животноводство играет менее заметную роль. Подавляющая часть республиканского поголовья крупного рогатого скота и поголовья овец и коз (по состоянию на 01.01.14г.) находилась в личных хозяйствах населения (90% и 87%, соответственно).

Селитебное природопользование затрагивает все районы республики, естественно в горных и высокогорных районах оно не столь ярко выражено, как в равнинных. В основном для республики характерен сельский селитебный подтип. В сельской местности на 01.10.2014 г. проживает 890 тыс. человек (65% от общей численности населения).

В ЧР имеются предпосылки (природно-рекреационные, культурно-исторические, социально-экономические) для развития рекреационного природопользования. Ранее здесь действовали санатории, курорты и базы отдыха. Однако санаторно-курортный подтип ПП развит лишь в Сунженском районе (курорт «Серноводск-Кавказский»). В остальных районах (Грозненском, Курчалойском, Гудермесском и др.) зачастую наблюдается стихийное использование населением минеральных источников, различных рекреационных объектов (гидрологических памятников природы и др.).

**Выводы.** Современная структура природопользования на территории Чеченской Республики, сложившаяся на протяжении многих тысячелетий, представлена преимущественно селитебным, сельскохозяйственным и промышленным типами. В регионе (преимущественно в горной части) имеются санаторно-курортные и ландшафтно-рекреационные ресурсы, что создает предпосылки для развития рекреационного природопользования. Однако вместо комплексного использования природно-ресурсного потенциала здесь наблюдается приоритетное развитие отдельных направлений.

Для более рационального (сбалансированного) природопользования в ЧР следует осуществить комплекс мероприятий, в т.ч. полная инвентаризация всех природных ресурсов; разминирование территории (в первую очередь лесных массивов); строгий контроль деятельности лиц по незаконной эксплуатации природных ресурсов, в частности строительного сырья и лесных ресурсов и др.

#### Список литературы

1. Забураева, Х.Ш. Природопользование и решение глобальных экологических проблем [Текст] / Х.Ш. Забураева // Материалы Всероссийской науч.-практич. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов / гл. ред. Т.И. Машуков. Нальчик. – 2008. – С. 671-673.

2. Забураева, Х.Ш. Исторические этапы развития природопользования на территории Чеченской Республики [Текст] / Х.Ш. Забураева // История науки и техники. – 2012. – №7. – С. 49-51.
3. Куражковский, Ю.Н. Очерки природопользования [Текст] / Ю.Н. Куражковский. – М.: Мысль, 1969. – 268 с.
4. Прозоров, Л.Л. Энциклопедический словарь «Геоэкология» [Текст] / Л.Л. Прозоров. – М.: Научный мир, 2004. – 396 с.
5. Стурман, В.И. К географическому анализу и количественной характеристике природопользования [Текст] / В.И. Стурман // Вестник Удмуртского университета. 2011. Вып. 1. – С. 47-55.

## ДИНАМИКА ЛЕСНОГО ФОНДА КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

***Тараканов В.С.***

студент кафедры автоматизации обработки информации Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники,  
Россия, г. Томск

***Данченко А.М.***

студент кафедры автоматизации обработки информации Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники,  
Россия, г. Томск

В статье рассматривается динамика лесного фонда Кемеровской области за 30 лет (с 1983 по 2012 год). Использовались данные по учету лесного фонда, которые были получены в Департаменте лесных ресурсов Кемеровской области. На основании анализа сделан вывод об устойчивости ведения хозяйства в Кемеровской области.

*Ключевые слова:* лесные ресурсы, лесное хозяйство, устойчивое управление лесами.

Большая часть территории Кемеровской области покрыта лесом (более 66% земель области), поэтому Кемеровскую область относят к многолесным регионам страны. Однако наличие мощной горнодобывающей промышленности, отразилось на состоянии и изменении экосистемы региона – прежде всего, в Кузнецкой котловине и по всей территории Кузнецкого угольного бассейна. Кемеровская область характеризуется низким уровнем лесозаготовок, лесные ресурсы играют преимущественно природоохранное и средообразующее значение [1].

Цель работы заключается в изучении динамики лесного фонда Кемеровской области. Количественный и качественный анализ изменений в лесном фонде региона за последние 30 лет имеет важное значение для формирования системы государственного лесоустройства.

**Объект исследования и методика проведения работ.** Территория Кемеровской области обладает значительным потенциалом лесных ресурсов. По состоянию на 01.01.2013 (по данным Департамента лесного хозяйства Кемеровской области) общая площадь лесов Кемеровской области составляет

6314897 га (66,4% общей площади области). Лесистость территории Кемеровской области составляет 59,9%. Распределение площади лесного фонда Кемеровской области по лесным районам лесорастительных зон неравномерное, что характеризуется сосредоточением основного массива лесов в Алтае-Саянском горно-таежном лесном районе – 70,2% (68,8% земель, покрытых лесной растительностью). В Западно-Сибирском южно-таежном равнинном лесном районе сосредоточено 18,7% площади лесов (20% лесопокрытых земель). В Западно-Сибирском подтаежно-лесостепном лесном районе – 11,1% площади лесов (11,2% лесопокрытых земель).

Защитные леса составляют 29,5%, эксплуатационные леса – 69,3%, резервные леса – 1,2% общей площади.

Для анализа динамики использовались «Критерии и индикаторы устойчивого управления лесами РФ», утвержденные Приказом Рослесхоза 05.02.98 г., в частности критерий «Поддержание и сохранение продуктивной способности лесов» [2].

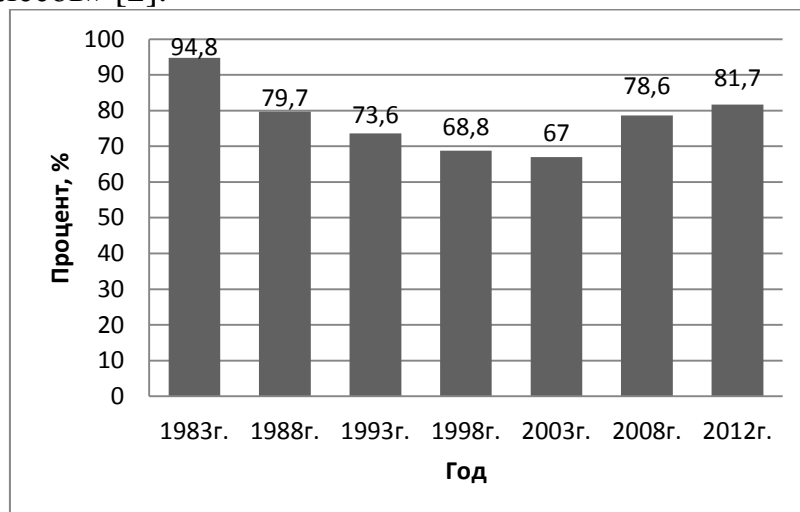


Рис. 1. Изменение доли площади лесов, возможных для эксплуатации, относительно общей площади лесных земель, %

За анализируемый период из состава лесного фонда Кемеровской области были выведены леса Шорского национального парка, Государственного заповедника «Кузнецкий Алатау», земли городских поселений (городские леса). Это и объясняет сокращение площади земель лесного фонда с 1983 по 2003 годы. За последние 10 лет, общая площадь лесного фонда увеличилась. Это произошло, главным образом, за счет присоединения лесов ранее находившихся во владении сельскохозяйственных предприятий, а также по результатам лесоустройства части Новокузнецкого, Промышленновского, Гурьевского, Таштагольского, Юргинского лесничеств, материалы которых введены в действие в 2008-2009 гг.



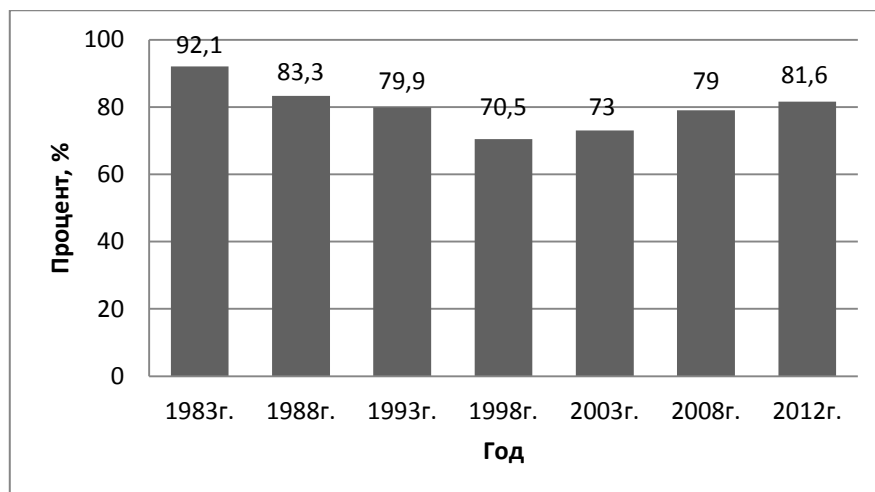


Рис. 2. Изменение доли площади лесов, возможных для эксплуатации, относительно площади покрытых лесом земель, %

Изменение доли эксплуатационных лесов, происходило в результате процессов, указанных выше. В результате уточнения площадей лесного фонда при лесоустройстве и изменения вида хозяйственного пользования (перевод в лесопокрытые земли) увеличилась площадь покрытых лесной растительностью земель.

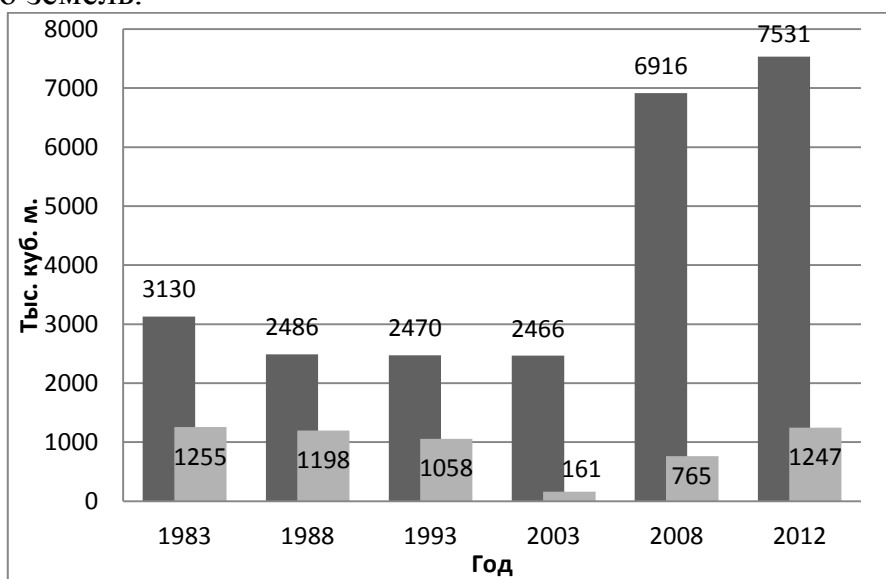


Рис. 3. Отношение допустимого расчетного и фактически вырубемого объема хвойной древесины в эксплуатационных лесах, тыс. куб. м.

Расчетная лесосека по состоянию на 01.01.2013 год составила 7531 тыс. куб. м., однако фактически ее использование составило 1247 тыс. куб. м. (16,6%). Недоиспользование обоснованной лесосеки создает ущерб экосистеме леса и экономический ущерб от неиспользования ее полезностей для нужд экономики региона. Значительное падение объемов заготовки древесины (1993 – 2000 года) обусловлено распадом в 90-х годах прошлого столетия лесопромышленного комплекса.

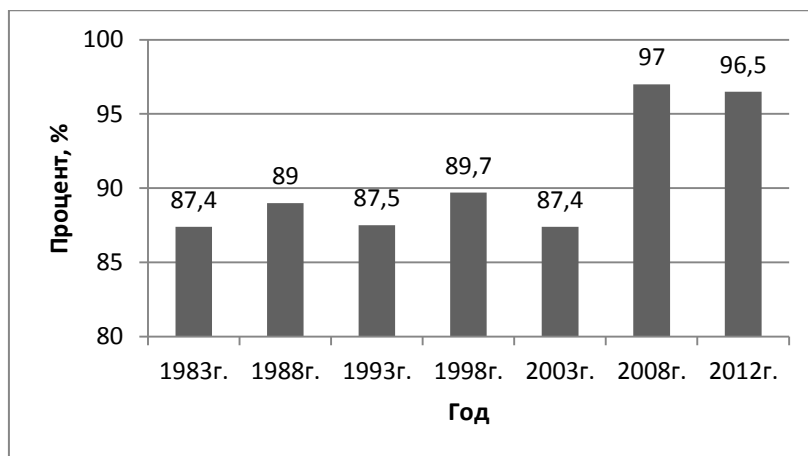


Рис. 4. Изменение доли площади покрытых лесом земель в общей площади лесных земель, %.

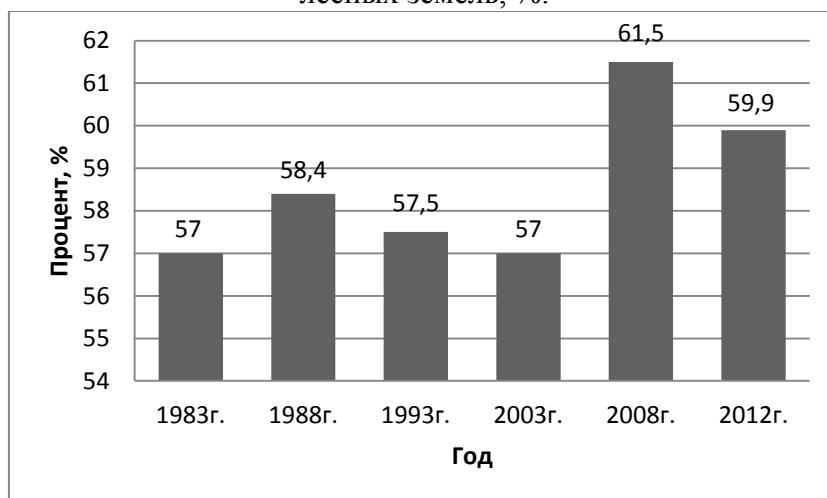


Рис. 5. Средний процент лесистости, %

Доля площади лесопокрытых земель относительно общей площади лесных земель за последние 10 лет увеличилась. Это обуславливается накоплением спелых и перестойных лесов, также облесением территории, как естественным, так и искусственным (создание лесных культур). За последние 4 года лесистость уменьшилась на 0,6%. Это объясняется активным развитием угольной и металлургической промышленности преимущественно на юге области.

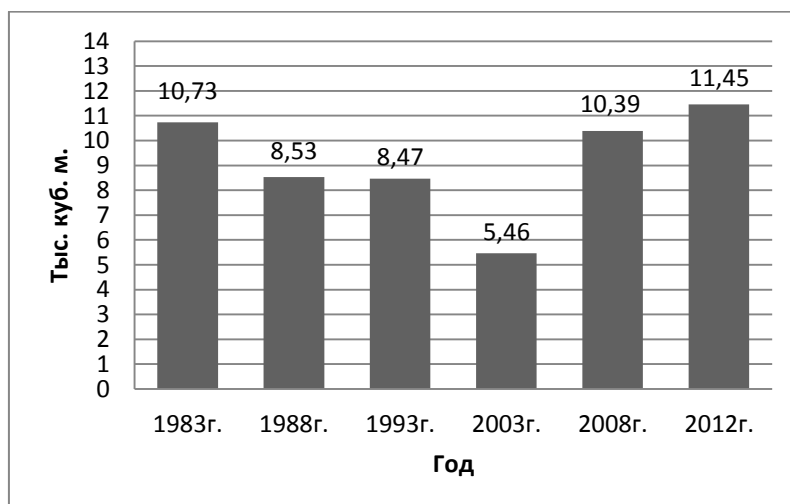


Рис. 6. Средний прирост древесины, тыс. куб. м

Средний прирост на 01.01.2013 год составил 11,45 тыс. куб. м. За анализируемый период на этот год приходится наибольший прирост. Это происходит в связи с тем, что доля молодняков, средневозрастных и приспевающих насаждений Кемеровской области больше, чем эксплуатационный фонд. Очевидно, что прирост ежегодно будет увеличиваться.

**Результаты и выводы.** На основании проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. В последние годы наблюдается устойчивая тенденция к увеличению площадей, покрытых лесом. В течение последних 10 лет ситуация изменяется в лучшую сторону. Максимальные значения почти по всем индикаторам приходятся на 2008 – 2012 года. Реформирование лесного хозяйства России в 2000-ых годах, особенно по сравнению с 90-ыми годами прошлого века, дало положительные результаты.

2. К негативным факторам развития лесного хозяйства региона можно отнести низкий процент использования фактически вырубаемого объема древесины в эксплуатационных лесах. Результатом этого является увеличение площадей спелых и перестойных лесов, что в свою очередь отрицательно влияет на лесные биогеоценозы и снижает экономическую эффективность использования лесных ресурсов Кемеровской области [3].

3. Несмотря на некоторые недостатки, можно констатировать, что в Кемеровской области управление лесами проводится устойчивыми методами. Для более полного рассмотрения тенденций динамики лесного фонда региона, необходимо проводить более подробные исследования.

#### **Список литературы**

1. Данченко А.М., Мясников А.Г., Кошкина А.В., Данченко М.А. Зональные особенности формирования лесных фитоценозов и лесохозяйственное районирование Западной Сибири // Фундаментальные исследования. 2012. N 11-6. С. 1324-1328.
2. Приказ Рослесхоза от 05.02.98 N 21 «Критерии и индикаторы устойчивого управления лесами РФ» // СПС «Консультант Плюс»
3. Мясников А.Г., Данченко М.А. Изучение динамики лесного фонда Обско-Томского лесохозяйственного района Томской области // Научное обозрение. 2012. № 6. С. 46-51.

## СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»

### **ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ЛАБОРАТОРНЫХ ОБРАЗЦОВ**

***Александров В.А.***

зав. кафедрой технологии металлов и ремонта машин Уральского  
государственного аграрного университета, канд. техн. наук, доцент,  
Россия, Екатеринбург

***Губарь Д.А.***

аспирант Уральского государственного аграрного университета,  
Россия, Екатеринбург

***Салихова М.Н.***

ст.преподаватель кафедры технологии металлов и ремонта машин  
Уральского государственного аграрного университета,  
Россия, Екатеринбург

В статье приводятся результаты экспериментов по электроэрозионной обработке лабораторных образцов на различных режимах.

*Ключевые слова:* электроэрозионная обработка, шероховатость, измерение, режимы обработки, подача.

Вследствие изнашивания рабочих поверхностей деталей утрачивают свое работоспособное состояние около 85...90% машин. В связи с этим повышение износостойкости деталей машин является очень важным и актуальным направлением деятельности для предприятий, занимающихся как изготовлением, так и ремонтом сельскохозяйственной техники.

Известно, что при эксплуатации сельскохозяйственной техники около 50% её деталей переходят в неработоспособное состояние при износах, не превышающих 0,1 мм. Одним из современных и перспективных способов восстановления с одновременным упрочнением деталей с таким износом, является электроискровая обработка. Кроме того, электроискровая обработка широко используется для упрочнения режущего инструмента [1, 2].

Программой экспериментальных исследований предусматривалось изучение влияния режимов электроискровой обработки на шероховатость поверхности лабораторных образцов.

Для измерения шероховатости использовался портативный измеритель шероховатости TR 110.

Принцип действия профилометра TR-110 основан на ощупывании неровностей исследуемой поверхности алмазной иглой щупа и преобразовании возникающих при этом механических колебаний щупа в изменения напряжения, пропорциональные этим колебаниям.

В ходе исследований использовались лабораторные образцы, изготовленные из стали 45.

Для упрочнения электроискровой обработкой использовали установку «Элитрон – 350» с электрод-инструментом для механизированной обработки заготовок формы тел вращения и плоских заготовок (рис. 1).



Рис. 1. Электроискровая обработка электрод-инструментом установки «Элитрон – 350»

Во время проведения экспериментов изменялись режимы РС-генератора установки и подача электрод-инструмента. Частота вращения электрод-инструмента была постоянной –  $60 \text{ мин}^{-1}$ , обработка проводилась в два прохода, электроды изготовлены из твердого сплава Т15К6. Шероховатость образцов до электроискровой обработки –  $1,6 \dots 3,3 \text{ мкм}$ .

Зависимость полученных результатов измерения шероховатости поверхности после электроискровой обработки на различных режимах от подачи электрод-инструмента приведена на рис. 2.

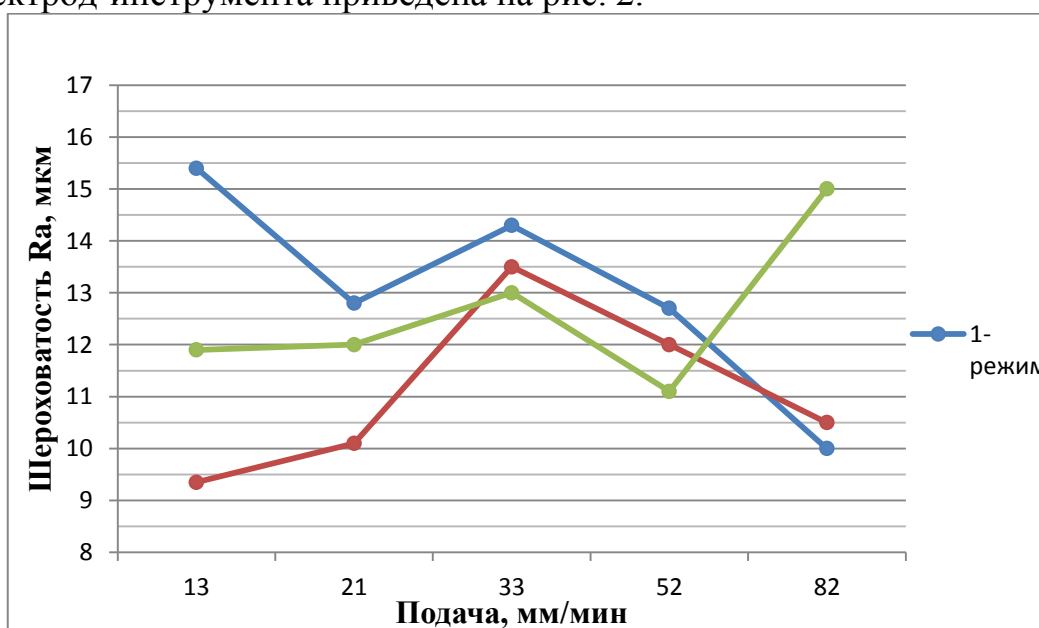


Рис. 2. Зависимость шероховатости поверхности от подачи

Анализ результатов показывает, что наиболее высокая шероховатость поверхности образцов при подаче 82 мм/мин образуется после обработки на 3-м режиме. Для дальнейших экспериментов по оценке микротвердости поверхности и износостойкости рационально использовать 2-й режим генератора установки.

#### **Список литературы**

1. Александров, В.А. Упрочнение режущего инструмента методом электроискрового легирования / В.А.Александров, С.В. Бутаков, Г.М. Тромпет, В.В. Волынкин // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы: Сб. статей VI Междунар.науч.-практ.конф. – Пенза: ПГСХА, 2010. – С.100-101.

2. Салихова, М.Н. Электроискровое упрочнение инструмента/ М.Н.Салихова, И.П. Гальчак, В.В. Волынкин// Современные проблемы агроинженерной науки и образования: Матер. Междунар.науч.-практ. конф. – Екатеринбург: Урал.аграр.изд-во,2013. – С.88-89.

### **ВОЗМОЖНОСТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ «ОГНЕННОГО ШАРА» ПРИ АВАРИИ И СТЕПЕНЬ ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА**

***Астафьева Н.В.***

аспирантка, научно-образовательный и внедренческий центр  
факультета Охраны труда и окружающей среды РГСУ,  
Россия, г. Москва

Представлена методика расчета интенсивности теплового излучения и оценки степени поражения человека.

*Ключевые слова:* парогазовое облако, воспламенение, огненный шар, тепловое излучение, горючая жидкость, ожоги, разгерметизация, зависимость, тепловая энергия, равновесие, тепловой поток.

На объектах топливно-энергетического комплекса (ТЭК), при разгерметизации емкостей со сжиженными газами могут образовываться и гореть облака газа.

При воспламенении парогазового облака возникает крупномасштабное диффузионное пламя сгорающей массы топлива, поднимающееся над поверхностью земли. Пламя носит шарообразную форму, поэтому получило название «огненный шар».

Образующееся пламя при подобном горении, характеризуется высокой интенсивностью теплового излучения, которое может привести к воспламенению окружающих горючих материалов, повреждению конструкций, представляют риски для людей оказавшихся рядом.

Следствием воздействия опасных факторов на человека могут быть ожоги и отравления различной степени, шок, потеря сознания, летальный исход [2]. Причиной возникновения ожоговой болезни является тепловая энергия, поглощаемая структурными слоями кожного покрова человека. В общем

случае энергия может подводиться различными механизмами – излучением, конвекцией, теплопроводностью и их комбинацией [4].

Для оценок воздействия теплового излучения на окружающие предметы (рис 1) требуется знать величину самого излучения.

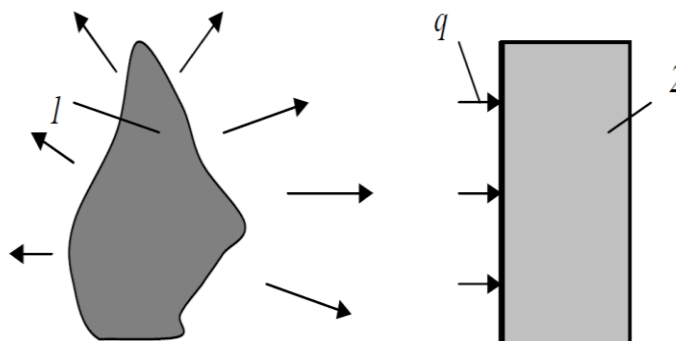


Рис. 1. Излучение пламени факела при пожаре на окружающие объекты:  
1 – излучающее пламя; 2 – объект, воспринимающий тепловое излучение

Подробная методика расчета интенсивности теплового излучения  $q$  при пожарах от проливов ГЖ или ЛВЖ изложена в нормативном документе [4]. Ниже приведена выборка из этой методики, когда образуется «огненный шар».

Оценка пожарной опасности технологических процессов включает в себя:

- расчет интенсивности теплового излучения при пожарах от проливов ГЖ и ЛВЖ для сопоставления с критическими (предельно допустимыми) значениями интенсивности теплового потока для человека и конструкционных материалов, которые приведены в таблице 1[1];
- анализ возможности возникновения «огненного шара» при аварии и его поражающее воздействие;
- расчет радиусов зон поражения людей от теплового воздействия в зависимости от вида и массы топлива. Предельно допустимые значения приведены в таблице 2 [1].

Таблица 1

**Предельно допустимая интенсивность теплового излучения пожаров от проливов ГЖ и ЛВЖ [1]**

Степень поражения	Интенсивность теплового излучения $q$ , кВт/м <sup>2</sup>
Без негативных последствий в течение длительного времени	1,4
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2
Непереносимая боль через 20-30с; ожог 1-й степени через 15-20 с; 2-й степени через 30-40с; воспламенение хлопка-волокна через 15 мин	7,0
Непереносимая боль через 3-5с; ожог 1-й степени через 6-8с; ожог 2-й степени через 12-16с	10,5
Воспламенение древесины с шероховатой поверхностью (влажность 12%) при длительности облучения 15 мин	12,9
Воспламенение древесины, окрашенной масляной краской по строганной поверхности; воспламенение фанеры	17

**Предельно допустимая доза теплового излучения при воздействии «огненного шара» на человека [2]**

Степень поражения	Доза теплового излучения $Q$ , Дж/м <sup>2</sup>
Ожог 1-й степени	$1,2 \cdot 10^5$
Ожог 2-й степени	$2,2 \cdot 10^5$
Ожог 3-й степени	$3,2 \cdot 10^5$

*Примечание.* Дозу теплового излучения рассчитывают по формуле (6).

Интенсивность теплового излучения  $q$ , кВт/м<sup>2</sup>, от пламени факела на поверхности рассматриваемого объекта может быть рассчитана по формуле:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \lambda \quad (1)$$

где  $E_f$  – среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени факела, кВт/м<sup>2</sup>;  $F_q$  – угловой коэффициент облученности, который характеризует, какая доля излучения от пламени факела попадает на рассматриваемый объект;  $\lambda$  – коэффициент пропускания атмосферы. Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени факела  $E_f$  принимается на основе имеющихся в литературе экспериментальных данных. При расчетах допускается принимать:  $E_f = 450$  кВт/м<sup>2</sup> [3].

Угловой коэффициент облученности  $F_q$  ориентировочно может быть рассчитан по формуле

$$F_q = \frac{H / D_s + 0,5}{4 \cdot \left[ (H / D_s + 0,5)^2 + (r / D_s)^2 \right]^{1,5}} \quad (2)$$

где  $H$  – высота центра «огненного шара», м;  $D_s$  – эффективный диаметр «огненного шара», м;  $r$  – расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара», м.

На практике приближенно эффективный диаметр «огненного шара»  $D_s$ , м, может быть рассчитан по формуле [3]:

$$D_s = 5,33 M^{0,327}, \quad (3)$$

где  $M$  – масса поступившей в окружающее пространство ГЖ или ЛВЖ, кг.

Высоту центра «огненного шара» обычно определяют в ходе специальных исследований. При отсутствии данных таких исследований допускается принимать  $H = 0,5 D_s$ .

Коэффициент пропускания атмосферы  $\lambda$  для теплового излучения можно определить по формуле

$$\lambda = \exp \left[ -7,0 \cdot 10^{-4} \left( \sqrt{r^2 + H^2} - 0,5 \cdot D_s \right) \right] \quad (4)$$

Направляя полученные по вышеприведенным формулам значения  $E_f$ ,  $F_q$  и  $\lambda$  в формулу (1), можно рассчитать интенсивность теплового излучения  $q$  от пламени факела на окружающие объекты.



Время существования «огненного шара»  $\tau_s$ , с, рассчитывают по формуле [1]:

$$\tau_s = 0,92 M^{0,303}. \quad (5)$$

Если вблизи факела пожара находится человек, то дозу теплового излучения  $Q$ , которую он получит за время нахождения под воздействием излучения «огненного шара»  $\tau_s$ , Дж/м<sup>2</sup>, можно рассчитать по формуле

$$Q = 1000 q \cdot \tau_s. \quad (6)$$

где  $q$  – плотность постоянного теплового потока, Вт/м<sup>2</sup>,  $\tau$  – время воздействия, с.

Допустим, что в результате несчастного случая произошла разгерметизация сферической ёмкости с пропаном  $V=600\text{ м}^3$ . Степень заполнения резервуара жидкой фазы  $\alpha=80\%$ . Определим время существования «огненного шара» в очаге пожара и интенсивность теплового излучения от него на расстоянии 500м. Какую дозу теплового излучения получит человек, если он будет находиться под воздействием излучения 5 с?

Плотность горючей жидкости, жидкого пропана по справочным данным составляет  $\rho_{\text{ж}} = 530 \text{ кг/м}^3$  [1].

Расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара»  $r = 500 \text{ м}$ .

Находим массу горючей жидкости  $M$ , кг, в резервуаре по формуле:

$$M = \frac{\alpha}{100} V \cdot \rho = \frac{80}{100} 600 \cdot 530 = 254000.$$

Определяем эффективный диаметр «огненного шара»,  $M$ , по формуле (3):

$$D_s = 5,33 \cdot 254000^{0,327} = 312.$$

Учитывая пояснения к формуле (2), находим высоту центра «огненного шара», м:

$$H = 0,5 \cdot 312 = 156.$$

Угловой коэффициент облученности между «огненным шаром» и рассматриваемым объектом найдем по формуле (2):

$$F_q = \frac{156 / 312 + 0,5}{4 \cdot [(156 / 312 + 0,5)^2 + (500 / 312)^2]^{1,5}} = 0,0371.$$

По формуле (4) находим коэффициент пропускания атмосферы

$$\lambda = \exp \left[ -7,0 \cdot 10^{-4} \left( \sqrt{500^2 + 156^2} - 312 / 2 \right) \right] = 0,773.$$

Из-за отсутствия экспериментальных данных по величине среднеповерхностной плотности теплового излучения пламени  $E_f$ , в соответствии с вышеприведенными рекомендациями, принимаем  $E_f = 450 \text{ кВт/м}^2$ .

По формуле (1) находим интенсивность теплового излучения от «огненного шара»,  $\text{кВт/м}^2$ , на поверхности рассматриваемого объекта:

$$q = 450 \cdot 0,0371 \cdot 0,773 = 12,9.$$

Время существования «огненного шара», с, определим по формуле (5):

$$\tau_s = 0,92 \cdot 254000^{0,303} = 33,9$$

Человек, находящийся на расстоянии 500 м от центра факела пожара в течение 5с, получит дозу теплового излучения  $Q$ ,  $\text{Дж/м}^2$ , которую рассчитаем по формуле (6):

$$Q = 1000 \cdot 12,9 \cdot 5 = 64500.$$

Сравнивая полученное значение интенсивности теплового излучения от «огненного шара» на поверхности рассматриваемого объекта  $q=12,9 \text{ кВт/м}^2$  с предельно допустимой интенсивностью теплового излучения (см. табл. 1), видим, что при такой тепловой нагрузке человек может получить ожоги свыше 2-й степени.

Сравнивая значение дозы теплового излучения  $Q$ , которую человек получит от «огненного шара» за 5 с, с предельно допустимой дозой (см. табл. 2), видно, что человек не получит ожоги от воздействия теплового излучения «огненного шара» [1].



Рис. 2. Типичный вид  $q$ -  $Q$  – кривой.  $Q_{\text{пор}}$  и  $q_{\text{пор}}$  – пороговые значения приведённых величин

Для оценки степени поражения человека, можно воспользоваться пороговой кривой (рис. 2), которая представляет собой зависимость, связывающую поток тепловой энергии  $q$  и полную энергию  $Q$ , падающие на единицу поверхности. При длительном воздействии теплового излучения, превышающих время необходимое для достижения равновесия, порог поражения будет определяться исключительно тепловым потоком  $q_{\text{пор}}$ . Напротив, при импульсных воздействиях порог будет определяться лишь энергией  $Q_{\text{пор}}$ .

Значения  $q$  и  $Q$ , превышающие пороговые значения, будут вызывать поражение человека; если же либо  $q$ , либо  $Q$  меньше, чем пороговые значения, поражение будет отсутствовать. Очевидно, что для оценки поражения человека вместо  $q$ -  $Q$  – кривой (см. рис. 1), может быть использована зависимость  $Q$  от  $t$  или  $q$  от  $t$  [3].

#### **Список литературы**

1. ГОСТ Р 12.3.047–98. Пожарная безопасность технологических процессов.
2. Бессмертный Б.С. Математическая статистика в клинической профилактической и экспериментальной медицине / Б.С. Бессмертный. – М.: Медицина, 1967. – 303 с.
3. Бейкер У., Кокс П., Уэстайн П., Дж. Кулеш, Стрелоу Р. Взрывные явления. Оценка и последствия, Т. 1, 2. М., Мир, 1986. 138-150с.
4. Диссертация Хайруллина Ирека Равилевича. Прогнозирование опасности поражения человека тепловым излучением огненного шара при пожарах на химических и нефтехимических предприятиях. Специальность 05.26.03- Пожарная и промышленная безопасность (в химической отрасли промышленности).

### **ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ И УРОВНЯ ПОВРЕЖДЕННОСТИ МЕТАЛЛА НЕФТЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

***Баширов М.Г.***

зав. кафедрой «Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий» филиала «Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Салавате, д-р техн. наук, профессор,  
Россия, г. Салават

***Усманов Д.Р.***

студент кафедры «Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий» филиала «Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Салавате,  
Россия, г. Салават

***Хуснутдинова И.Г.***

ассистент кафедры «Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий» филиала «Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Салавате,  
Россия, г. Салават

Для идентификации напряженно-деформированного состояния и уровня поврежденности металла оборудования предлагается использовать передаточную функцию системы «объект контроля – электромагнитно-акустический преобразователь»

*Ключевые слова:* диагностика, акустическая волна, электромагнитное поле, дефект, преобразователь, металл, оборудование.

На предприятиях нефтегазового комплекса, в химических, нефтеперерабатывающих и других отраслях промышленности металлические элементы энергетического и технологического оборудования эксплуатируются в условиях действия избыточного давления, температурных нагрузок и многих дру-

гих факторов. В результате в структуре металла происходят необратимые процессы, которые могут привести к разрушению оборудования и нарушению экологической и промышленной безопасности. Обеспечение безопасной эксплуатации оборудования требует своевременного распознавания состояния материала и количественной оценки уровня его поврежденности [1, с.26].

Для оценки предельного состояния металла оборудования в настоящее время широко используются методы и средства неразрушающего контроля (акустический, капиллярный, магнитный, оптический, радиационный, радиоволновой, тепловой, течеисканием, электрический, вихретоковый) [3, с. 44].

Основным недостатком традиционных методов неразрушающего контроля является их направленность на поиск развитых дефектов, невозможность осуществления ранней диагностики [4, с. 44].

Работа посвящена исследованиям, направленным на создание высокопроизводительного, бесконтактного метода диагностики, позволяющего оценивать напряженно-деформированное состояние и уровень поврежденности энергетического оборудования, основанного на анализе результатов взаимодействия акустических волн со структурой металла [4, с.44].

Устройство, реализующее предлагаемый метод диагностики, содержит источник питания, генератор прямоугольных импульсов тока, электромагнитно-акустический преобразователь, состоящий из постоянного магнита, генераторной и измерительной обмоток, блок цифровой обработки сигнала измерительной обмотки.

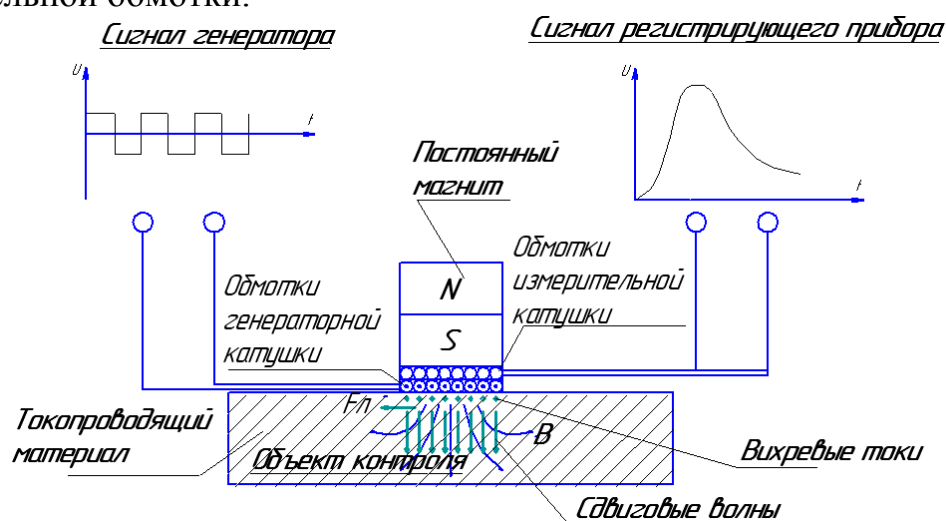


Рис. Принцип действия метода диагностики

На генераторную обмотку поступают прямоугольные импульсы тока частотой порядка 2,5-3 МГц, которые наводят вихревые токи в объекте контроля. В результате совместного действия вихревого тока и поляризирующего поля постоянного магнита возникают силы Лоренца, обеспечивающие генерирование акустических волн в металле. Отраженная акустическая волна возбуждает электромагнитный импульс, параметры которого в свою очередь зависят от напряженно-деформированного состояния и уровня поврежденности металла оборудования (рисунок). Электромагнитный импульс наводит в измерительной катушке ЭМА преобразователя сигнал в виде ЭДС. Анализ

параметров сигнала позволяет получить передаточную функцию системы «объект контроля – ЭМА преобразователь» и с её помощью идентифицировать напряженно-деформированное состояние и уровень поврежденности металла оборудования [2, с.63].

#### **Список литературы**

1. Баширов, М.Г. Система автоматизации управления техническим состоянием технологического оборудования нефтегазовых производств / М.Г. Баширов, Р.Н. Бахтизин, Э.М. Баширова, И.С. Миронова // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2011. № 3. С. 26-40.
2. Баширова, Э.М. Проблема оценки технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса оборудования нефтепереработки / Э.М. Баширова, В.К. Яковлев // Успехи современного естествознания. – 2004. – № 4 – стр. 63-64.
3. Вильданов, Р.Г. Датчик для оценки напряженно- деформированного состояния металлоконструкций / Р.Г. Вильданов // Приборы и системы. управление, контроль, диагностика. – 2010, № 10. – С. 44-48.
4. Ишмухаметов, В.С. Электромагнитный инденторный метод диагностики нефтегазового оборудования [Текст] / В.С. Ишмухаметов, А.Р. Ясафова, И.Г. Хуснутдинова, М.Г. Баширов // Газовая промышленность. – 2013, № 700. – С. 44-47.

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ГРУППОВОЙ РАБОТЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В ОБЛАЧНОМ РЕСУРСЕ**

***Беневоленский С.Б.***

глав. науч. сотр. ФГБНУ РИНКЦЭ, д.т.н., проф.,  
Россия, г. Москва

***Жалнова Е.В.***

доцент, «МАТИ»-РГТУ им. К.Э. Циолковского,  
Россия, г. Москва

***Кириянов А.А.***

директор ООО «Связь-строй», к.т.н.,  
Россия, г. Москва

***Ковзалина А.А.***

старший преподаватель, «МАТИ»-РГТУ им. К.Э. Циолковского,  
Россия, г. Москва

В работе представлены результаты разработки архитектуры программного комплекса и алгоритма хранения данных в частном облаке, обеспечивающего эффективный процесс хранения и передачи данных из облачного хранилища пользователям. Проведенные эксперименты по сравнению производительности предложенного алгоритма и реализующего его программного обеспечения с программным комплексом IBM Lotus Domino Server при прямом копировании данных с облачного сервиса пользователю показали рост скорости копирования примерно на 10% при использовании разрабатываемых программных средств.

*Ключевые слова:* программное обеспечение, алгоритм групповой работы пользователей, облачные технологии.

В настоящее время облачные технологии представляют собой одно из ведущих направлений развития информационных технологий [1-3]. Важнейшим достоинством облачных технологий, приводящем к широкому использованию данной концепции, является экономическая эффективность, обуславливаемая отсутствием необходимости у пользователя приобретения дорогостоящих аппаратных средств центров обработки данных, серверного оборудования и др.

Практическое внедрение облачных ресурсов в различных областях информатизации деятельности предприятий и отдельных пользователей вызывает интенсивный рост разработок, посвященных различным аспектам совершенствования облачной концепции развития информационных технологий.

В настоящей работе рассматривались особенности групповой работы пользователей в частном информационном облаке и решалась задача увеличения эффективности за счет совершенствования архитектуры и алгоритма программного обеспечения.

При построении структуры разрабатываемого программного комплекса была использована в его основе виртуальная файловая система, которая обеспечивает мост поверх физической файловой системы при организации системы хранения.

Разрабатываемый программный комплекс позволяет обмениваться храняемыми данными между пользователями и производить их совместное редактирование, использовать ресурсы рабочих станций частного облака и обеспечивать прозрачность на уровне доступа. Пользователи разрабатываемого программного комплекса групповой работы обладают фиксированным набором доступных им функциональных действий. Для обеспечения безопасности данных встроена функция добавления и редактирования учетных записей пользователей облака через администратора сервиса. При входе в систему пользователь проходит процедуру авторизации, вводит уникальный логин и пароль. Пользователи имеют возможность использования интуитивно понятного интерфейса, работать с привычными объектами файловой системы, обеспечивающей хранение и организацию файлов любых общеизвестных типов и каталогов. Программное обеспечение разрабатываемого комплекса предполагает независимость от пользовательской платформы, для чего применяются кросс-платформенные решения и используется веб-доступ.

Последовательность реализации процесса обработки файла из облака состоит в следующем: после авторизации у пользователя открывается страница «файлы», затем веб-сервер обращается к серверу распределённого хранилища, запрашивает структуру каталогов и файлов; сервер хранилища возвращает структуру каталогов и файлов; веб-сервер формирует html-страницу, отображающую структуру, и возвращает её клиенту, а пользователь может перемещаться по структуре каталогами, выбирая гиперссылки с именами каталогов; пользователь выбирает необходимый ему файл; веб-сервер транслирует запрос пользователя в распределённое хранилище; сервер хранилища формирует файл из облака и передаёт его веб-серверу; веб-сервер возвращает

файл пользователю, при этом ему предлагается сохранить или открыть файл в соответствующем приложении.

Оценка производительности разрабатываемого программного обеспечения проводилась путем сравнения с производительностью программного комплекса IBM Lotus Domino Server при прямом копировании пользователем данных с облачного сервиса.

В ходе проведения экспериментальной проверки производительности загруженность сервера (при условии неполной загрузки процессора) не оказывала существенного влияния на результаты. Испытания показали, что разработанное программное обеспечение повышает скорость копирования примерно на 10%. Кроме этого положительными свойствами разрабатываемого программного обеспечения являются свойства характерные для многих облачных средств, а именно, за счет того, что все данные находятся в облачном хранилище, возрастает надежность работы прикладных программ, динамическое выделение ресурсов и формирование виртуальных рабочих мест, а также за счет подключения ИТ-сервисов, в разрабатываемом программном комплексе обеспечивается гарантированный доступ к данным из любой точки сети с любого конечного устройства, такого как настольный компьютер, ноутбук, тонкий клиент или смартфон, т.е. обеспечивает сетевой доступ по требованию к комплексу конфигурируемых вычислительных ресурсов.

#### **Список литературы**

1. Cloud Computing: Principles, Systems and Applications / Nick Antonopoulos, Lee Gillam. – L.: Springer, 2010. – 379 p.
2. Беневоленский С.Б., Кирьянов А.А. Особенности построения CLOUD-сервиса хранения информационных ресурсов// Фундаментальные исследования, 2012, № 6. – С.631– 632.
3. Медведев А. Облачные технологии: тенденции развития, примеры исполнения// Современные технологии автоматизации, 2013, №2. – С. 6-9.

## **СОЗДАНИЕ ЗВУКОВОГО КОМФОРТА В ЗДАНИЯХ ПРОИЗВОДСТВА ОАО «СКДМ»**

***Гавриленкова В.Е.***

магистр кафедры промышленного и гражданского строительства  
Вологодского государственного университета,  
Россия, г. Вологда

***Кочкин А.А.***

профессор кафедры промышленного и гражданского строительства  
Вологодского государственного университета, д-р техн. наук, профессор,  
Россия, г. Вологда

В статье представлен расчет величины звукоизоляции стеновой панели, изготовленной из современных отделочных материалов, применяемых для строительства модульных зданий ОАО «СКДМ».

*Ключевые слова:* величина звукоизоляции, нормативная звукоизоляция стеновых панелей, индекс изоляции воздушного шума, частотная характеристика изоляции воздушного шума.

Целью данного исследования является обеспечение нормативной звукоизоляции стеновых панелей в зданиях произведенных ОАО «СКДМ».

Проблема звукоизоляции жилых, производственных и офисных помещений с каждым годом становится всё более актуальной, что связано, прежде всего, с ростом числа источников шума, особенно в крупных городах. Спрос рождает предложение, и на рынке появляются новые звукоизоляционные материалы, технологии и решения.

Нормируемыми параметрами звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий, а также вспомогательных зданий производственных предприятий являются индексы изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями  $R_w$ , дБ.

Величина звукоизоляции определяется путем сопоставления индекса изоляции воздушного шума  $R_w$ , дБ, ограждающей конструкцией с известной (рассчитанной или измеренной) частотной характеристикой изоляции воздушного шума с оценочной кривой, приведенной в таблице 4, п.1 [1].

Рассчитываем частотную характеристику изоляции воздушного шума каркасной панелью, обшитой с одной стороны ЦСП, с другой – ГСП и ГКЛО (слой внутренней отделки) при заполнении воздушного промежутка пористо-волокнуистым утеплителем. Металлический каркас панели выполнен из термопрофиля стоечного и термопрофиля направляющего по ТУ 1121-023-03414127-2006 соединенных между собой с помощью винтов самонарезающих; при расчете не учитывается.

Таблица 1  $R_w$ , дБ

Данные для расчета

Материал	Толщина, мм	Плотность, $\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>
ЦСП	12	1300
ГСП	10	1200
ГКЛО	12	1100
Утеплитель PureOne	150	22
ИЗОСПА Н А		0,072 кг/м <sup>2</sup>
ИЗОСПА Н В		0,072 кг/м <sup>2</sup>

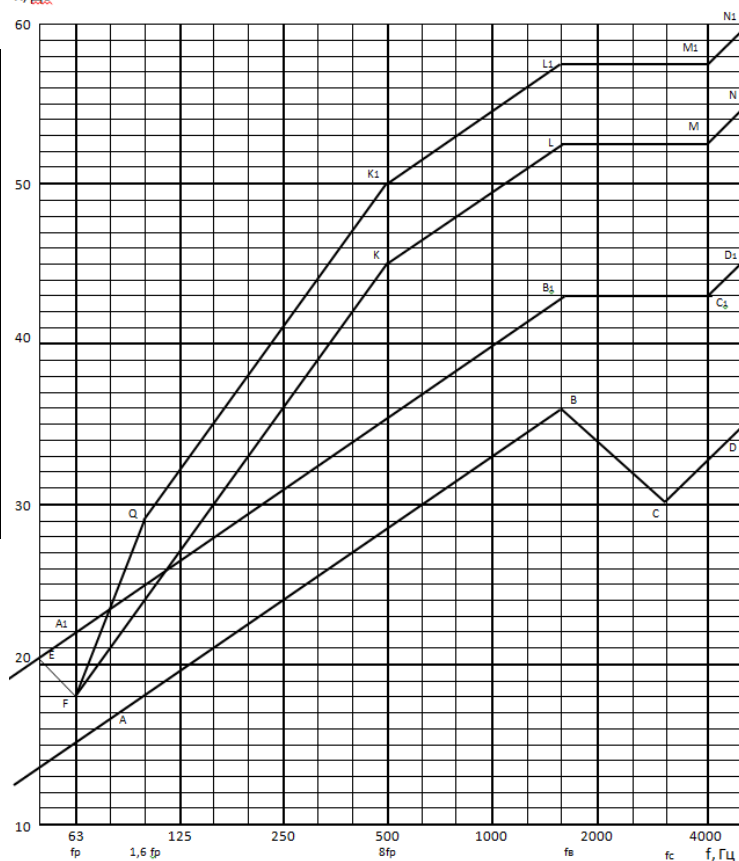


Рис. Изоляции воздушного шума



Строим частотные характеристики изоляции воздушного шума одно-  
слойной плоской тонкой ограждающей конструкцией из плитных материалов  
по 3.5 [1], изображая их в виде ломаных линии *ABCD* или *EFQKILIMIN*  
(см. рис).

Определяем поправку  $\Delta R_1$ , по таблице 12 [1]. При этом в общую по-  
верхностную плотность конструкции  $m_{\text{общ}}$  при определении  
ки  $\Delta R_1$  включается поверхностная плотность заполнения воздушного проме-  
жутка. Поправка по расчетам составила  $\Delta R_1 = 7,0$  дБ.

Определяем частоту  $f_{c2}$  для листа обшивки меньшей толщины.

$f_{c2} = 38000/10 = 3800$  Гц, округляем до 4000 Гц.

Определяем частоту резонанса конструкции по формуле:

$$f_p = 60 \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{d m_1 m_2}}, \text{ Гц}, \quad f_p = 60 \sqrt{\frac{15+12}{0,15 \times 15 \times 12}} = 60 \text{ Гц},$$

где  $m_1$  и  $m_2$  – поверхностные плотности основных обшивок, кг/м<sup>2</sup>,  
 $d$  – толщина воздушного промежутка, м.

После проведенных расчетов и построения графика получаем значения  
необходимые для определения индекса изоляции воздушного шума, которые  
представлены в таблице 2.

Таблица 2

Индекс изоляции воздушного шума  $R_w$  стеновой панелью

N п.п.	Параметры	Среднегеометрическая частота 1/3-октавной полосы, Гц										
		100	200	250	400	500	800	1000	1600	2000	2500	3150
1	Расчетная ча- стотная характе- ристика $R$ , дБ	29	38	41	47	50	53	54,5	57,5	57,5	57,5	57,5
2	Оценочная кри- вая, дБ	33	42	45	51	52	54	55	56	56	56	56
3	Неблагоприятные отклонения, дБ	4	4	4	4	2	1	0,5	-	-	-	-
4	Оценочная кри- вая, смещенная вниз на 1 дБ	32	41	44	50	51	53	54	55	55	55	55
5	Неблагоприятные отклонения от смещенной оце- ночной кривой, дБ	3	3	3	3	1	-	-	-	-	-	-
6	Индекс изоляции воздушного шу- ма $R_w$ , дБ					51						

За величину индекса изоляции воздушного шума принимаем значение  
смещенной оценочной кривой в 1/3-октавной полосе 500 Гц, т.е.  $R_w = 51$  дБ.

Принятая конструкция стеновой панели обеспечивает нормативное  
значение звукоизоляции для зданий категории Б и В, согласно таблице 4[1].

Чтобы подтвердить данные расчетов необходимо проведение опытных исследований образцов панели в акустической лаборатории, а также в построенных зданиях из панелей ОАО «СКДМ». После чего, по результатам исследований, возможно внесение изменений в конструкцию панели так, чтобы увеличить ее звукоизоляцию до зданий категории А таблица 4[1].

#### Список литературы

1. СП 23-103-2003 «Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий» / Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 320 с.

### РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ДУГОГАСИТЕЛЬНОЙ КАМЕРЫ И РЕШЕТКИ

**Горшков Ю.Е.**

ст. преподаватель кафедры компьютерных технологий  
ФГБОУ ВПО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»,  
Россия, г. Чебоксары

В статье рассматривается методика расчета геометрических размеров дугогасительной камеры и решетки. Основные оптимизируемые параметры дугогасительной камеры выбраны в результате исследования на ЭВМ степени влияния различных параметров дугогасительной камеры и решетки на дуговые и газокINETические процессы, происходящие в ней при отключении автоматическим выключателем токов короткого замыкания.

*Ключевые слова:* дугогасительные камеры, оптимизируемые параметры, методика расчета.

В качестве основных оптимизируемых параметров были приняты:  $n$  – число пластин решетки,  $\delta_n$  – расстояние между пластинами и  $V$  – объем воздуха в камере. Оптимальные параметры дугогасительной камеры вычисляются по программе OPTIMUM. Выходными параметрами этой программы являются: максимальное значение ограниченного тока дуги  $I_{\partial m}$ , энергия дуги  $W_{\partial}$ , время дуги в режиме отключения тока КЗ  $t_z$ , объем воздуха в камере  $V_{\text{опт}}$ , число пластин дугогасительной решетки  $n_{\text{опт}}$ , расстояние между пластинами решетки  $\delta_{\text{копт}}$ .

Результатами расчета являются геометрические размеры решетки и самой камеры: ширину пластин решетки  $h_{\min}$ , высоту выреза в пластинах  $h_g$ , длину пластин решетки  $l_{\text{пл}}$ , объем стали пластин решетки  $V_{\text{ст}}$ , площадь стенок камеры  $S_K$ , объем воздуха в дугогасительной решетке  $V_{\text{ВВР}}$ , объем камеры  $V_K$ , коэффициент заполнения сталью в дугогасительной камере  $K_{\text{ст}}$ .

Минимальная ширина пластин решетки вычисляется по формуле

$$h_{\min} = S_k + 2l_3, \quad (1)$$

где  $h_{\min}$  – минимальная ширина пластин решетки, см;  $S_k$  – ширина шины подвижного контакта;  $l_3$  – ширина зазора между контактом и пластинами решетки, см.

Высота выреза пластины определяется следующим образом:

$$h_{\beta} = h_{\min} / 2 \operatorname{tg}(\alpha_{\beta} / 2), \quad (2)$$

где  $\alpha_{\beta}$  – угол выреза, принимаемый равным углу скоса рога  $\alpha_p$ .

При известном времени горения дуги  $t_{\Gamma}$  а в решетке необходимая длина пластины определяется соотношением [3]:

$$l_{\text{пл. min}} = 1,73 \delta^2 \sqrt{I_{\text{эт}} t_2}, \quad (3)$$

где  $l_{\text{пл. min}}$  – необходимая длина пластин решетки, см;  $\delta$  – расстояние между пластинами решетки; мм;  $I_{\text{эт}}$  – максимальное значение тока дуги, А;  $t_2$  – время горения дуги в решетке, с.

Общая длина пластины:

$$l_{\text{пл}} = l_{\text{пл. min}} + h_b, \quad (4)$$

где  $l_{\text{пл}}$  – длина пластин решетки, см;  $h_b$  – высота выреза в пластинах, см;  $l_{\text{пл. min}}$  – длина части пластин решетки над вырезом, см.

Объем стали одной пластины,

$$V'_{\text{ст1}} = h_{\min} \Delta (h \cdot 0,5 + l_{\text{пл. min}} - 0,11 h_{\min}), \quad (5)$$

где  $\Delta$  – толщина пластины, см.

Объем стали дугогасительной решетки определяется по формуле

$$V_{\text{ст1}} = n V'_{\text{ст1}}, \quad (6)$$

где  $n$  – число пластин решетки, шт.

Объем стали пластин решетки вычисляется по формуле

$$V_{\text{ст2}} = \frac{KW_a}{W'}, \quad (7)$$

где  $K$  – доля энергии дуги, отбираемая от нее пластинами;  $W_a$  – энергия дуги отключения, Вт·с;  $W'$  – удельная энергия, отбираемая одним кубическим сантиметром ( $1 \text{ см}^3$ ) материала пластин решетки, Вт·с/см<sup>3</sup>.

Коэффициент  $K$  принимается равным 0,9.

В случае стальных пластин значение удельной энергии равно  $W' = 490 \cdot 7,9 \cdot 10^3 \cdot 300 = 1161 \cdot 10^6 \text{ Вт} \cdot \text{с/м}^3 = 1161 \text{ Вт} \cdot \text{с/см}^3$ .

Объем воздуха в решетке вычисляется как сумма объемов выреза пластин и промежутков между пластинами

$$V_{\text{ВВР}} = V''_B + V'''_B,$$

где  $V''_B = \delta h_{\min} [C \ell_{\text{пл}} - \frac{h_{\min}}{2}] (n-1)$ ;  $V'''_B = \frac{h_{\min} h b \Delta}{2} (n-1)$ ;  $\delta$  – расстояние между пластинами, см;  $n$  – число пластин решетки.

Объем дугогасительной камеры

$$V_k = V_{\text{ст}} + V_{\text{ВВР}},$$

где  $V_k$  – объем дугогасительной камеры, см<sup>3</sup>;  $V_{\text{ст}}$  – больший из объемов стали пластин вычисляемых по (6) и (7).

Коэффициент заполнения стали в камере вычисляется по формуле

$$\xi = \frac{V_{\text{ст}}}{V_k}.$$

Площадь сечения стенок камеры, закрытой сверху и имеющей выходные отверстия, определяются по формуле:

$$S_k = [2(l_{\text{пл}} \frac{h_{\text{min}}}{2} + \frac{\pi h_{\text{min}}}{2}]l_k - A, \quad (8)$$

где  $l_k$  – длина камеры по ходу контакта, см;  $A$  – площадь выходных отверстий, см<sup>2</sup>.

#### **Список литературы**

1. Горшков Ю.Е. Математические модели и алгоритмы оптимизации параметров дугогасительных камер автоматических выключателей. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2014, 178 с.

### **РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РАСЧЕТОВ КОРРЕКТНЫХ ПРОГНОЗНЫХ ОЦЕНОК ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

***Дзгоев А.Э.***

доцент кафедры Информационных систем в экономике Северо-Кавказского горно-металлургического института (Государственного технологического университета) СКГМИ (ГТУ), канд. техн. наук,  
Россия, г. Владикавказ

***Гасиева Д.К.***

магистр экономики СКГМИ (ГТУ),  
Россия, г. Владикавказ

***Бабочиев О.Р.***

аспирант кафедры Информационных систем в экономике СКГМИ(ГТУ),  
Россия, г. Владикавказ

***Нарतिकоева Е.Н.***

аспирантка кафедры Информационных систем в экономике СКГМИ (ГТУ),  
Россия, г. Владикавказ

Разработана полезная адекватная регрессионная модель для прогнозирования электропотребления и проведен ее анализ. Выявлены ранги независимых переменных по силе влияния на зависимую переменную. Проведен расчет поиска минимального и максимального потребления электроэнергии за выбранный период. Рассчитаны прогнозные оценки электропотребления.

*Ключевые слова:* регрессионные модели, математическая статистика, прогнозирование электропотребления, анализ и обработка экспериментальных данных.

Оперативное прогнозирование потребления электроэнергии является основой для формирования заявки, подаваемой администратору торговой системы. В случае если фактически поставленный на оптовый рынок объем

мощности генерирующего оборудования меньше объема мощности, составляющего обязательства поставщика по поставке мощности на оптовый рынок по регулируемым договорам, поставщик приобретает недостающий объем мощности, соответствующий разнице между указанными объемами, по максимальной из цены продажи мощности указанным поставщиком по регулируемому договору и цены, определенной по результатам конкурентного отбора мощности по соответствующей группе точек поставки. В случае если предельный объем поставки мощности генерирующего оборудования меньше объема мощности, составляющего обязательства поставщика по поставке мощности на оптовый рынок: поставщик уплачивает покупателю мощности по соответствующему договору штраф в размере 25% стоимости объема мощности, составляющего разницу между объемом, предусмотренным договором, и приходящейся на соответствующий договор частью предельного объема поставки мощности [1].

Проведена аппроксимация экспериментальных данных уравнением регрессии, в качестве которой выбран нелинейный полином второй степени.

Проведен экспериментальный расчет.

$N := 20$ ;  $k := 5$ , где  $N$  – число опытов;  $k$  – число коэффициентов регрессии в уравнении;  $X_0$  – фиктивная переменная (для формирования свободного члена коэффициента регрессии  $B_0$ );  $X_1$  – независимая переменная (сутки);  $X_1^2$  – независимая переменная (сутки<sup>2</sup>);  $X_2$  – температура атмосферы, средняя за каждые сутки с 9.06.2009 г. по 28.06.2009 года;  $X_3 = X_1 * X_2$ ;  $Y$  – зависимая переменная, кВт.\*ч. (потребление электроэнергии).

Исходная матрица для расчета представлена на рисунке 1.

	$X_0$	$X_1$	$X_1^2$	$X_2$	$X_1 \cdot X_2$		$Y$
$X :=$	1	1	1	21.5	21.5	$Y :=$	2357.85
	1	2	4	21.2	42.4		2669.7
	1	3	9	22.1	66.3		2669.7
	1	4	16	25.1	100.4		2998.05
	1	5	25	26.4	132		3512.85
	1	6	36	22.6	135.6		3542.55
	1	7	49	17.7	123.9		3248.85
	1	8	64	18.5	148		3341.25
	1	9	81	21.2	190.8		3453.45
	1	10	100	20.3	203		3598.65
	1	11	121	17	187		3413.85
	1	12	144	19.2	230.4		4271.85
	1	13	169	19.4	252.2		4393.95
	1	14	196	21.9	306.6		3686.1
	1	15	225	25.5	382.5		3682.8
	1	16	256	26.3	420.8		3550.8
	1	17	289	26.3	447.1		4719
	1	18	324	24.7	444.6		3979.35
	1	19	361	21.4	406.6		4131.6
	1	20	400	21.04	420.8		4141.5

Рис. 1. Исходная матрица независимых переменных  $X$  и матрица-столбец зависимой переменной  $Y$  [2]

Рассчитываем коэффициенты регрессии по формуле 1:

$$B := (X^T X)^{-1} X^T Y, \quad (1)$$

где  $B$  – коэффициенты регрессионного уравнения.

В результате получено 5 коэффициентов регрессии:

$$B = \begin{pmatrix} 275.504 \\ 353.048 \\ -5.165 \\ 89.955 \\ -7.074 \end{pmatrix}.$$

Далее записываем уравнение 2 для расчетных значений зависимой переменной

$$YR := X \cdot B, \quad (2)$$

И находим дисперсию адекватности по формуле 3:

$$Dad := \frac{\sum (Y - YR)^2}{N - k}, \quad Dad = 1,054 \cdot 10^5. \quad (3)$$

Затем рассчитываем среднюю арифметическую зависимой переменной по формуле 4:

$$YSR := \frac{\sum Y}{N}, \quad YSR = 3.568 \cdot 10^3. \quad (4)$$

Находим дисперсию зависимой переменной по формуле 5:

$$DY := \frac{\sum (Y - YSR)^2}{N - 1}, \quad DY = 3.655 \cdot 10^5. \quad (5)$$

Далее необходимо проверить уравнение регрессии на его адекватность, для этого посчитаем расчетное значение F–статистики по формуле 6 и сравним с табличным значением F–критерия Фишера

$$FR := \frac{DY}{Dad}, \quad (6)$$

$$FR = 3,467,$$

$FR$  – расчётное значение F–статистики.

$$F := qF(0.95, N - 1, N - k), \quad F = 2.34,$$

$F$  – табличное значение F–критерия Фишера.

Сделан следующий вывод: в связи с тем, что  $FR > F$  уравнение регрессии признано адекватным экспериментальным данным по потреблению электроэнергии на уровне значимости 0,05, что соответствует доверительной вероятности  $p = (1 - 0,05) \cdot 100 = 95,0\%$ .

Для определения тесноты связи между зависимыми переменными  $Y$  и расчетными значениями зависимой переменной рассчитаем между ними коэффициент корреляции  $corr(Y, YR) = 0.879$ .

Таблица значений  $YR$  и  $Y$  представлена на рисунке 2

	0		0
0	$2.405 \cdot 10^3$	0	$2.358 \cdot 10^3$
1	$2.568 \cdot 10^3$	1	$2.67 \cdot 10^3$
2	$2.807 \cdot 10^3$	2	$2.67 \cdot 10^3$
3	$3.153 \cdot 10^3$	3	$2.998 \cdot 10^3$
4	$3.353 \cdot 10^3$	4	$3.513 \cdot 10^3$
5	$3.282 \cdot 10^3$	5	$3.543 \cdot 10^3$
6	$3.209 \cdot 10^3$	6	$3.249 \cdot 10^3$
7	$3.387 \cdot 10^3$	7	$3.341 \cdot 10^3$
8	$3.592 \cdot 10^3$	8	$3.453 \cdot 10^3$
9	$3.68 \cdot 10^3$	9	$3.599 \cdot 10^3$
10	$3.74 \cdot 10^3$	10	$3.414 \cdot 10^3$
11	$3.866 \cdot 10^3$	11	$4.272 \cdot 10^3$
12	$3.953 \cdot 10^3$	12	$4.394 \cdot 10^3$
13	$4.007 \cdot 10^3$	13	$3.686 \cdot 10^3$
14	$3.997 \cdot 10^3$	14	$3.683 \cdot 10^3$
15	$3.991 \cdot 10^3$	15	$3.551 \cdot 10^3$
16	$3.988 \cdot 10^3$	16	$4.719 \cdot 10^3$
17	$4.034 \cdot 10^3$	17	$3.979 \cdot 10^3$
18	$4.167 \cdot 10^3$	18	$4.132 \cdot 10^3$
19	$4.186 \cdot 10^3$	19	$4.141 \cdot 10^3$

Рис. 2. Таблица значений YR и Y

Проведена проверка значимости коэффициентов регрессии.

Для проверки значимости коэффициентов регрессии построим матрицу обратную матрице нормальных уравнений, которая представлена на рисунке 3, по следующей формуле 7:

$$G := (X^T X)^{-1}.$$

$$G = \begin{pmatrix} 24.733 & -2.083 & 0.011 & -1.066 & 0.082 \\ -2.083 & 0.204 & -1.44 \times 10^{-3} & 0.087 & -7.597 \times 10^{-3} \\ 0.011 & -1.44 \times 10^{-3} & 6.279 \times 10^{-5} & -2.657 \times 10^{-4} & 6 \times 10^{-6} \\ -1.066 & 0.087 & -2.657 \times 10^{-4} & 0.047 & -3.632 \times 10^{-3} \\ 0.082 & -7.597 \times 10^{-3} & 6 \times 10^{-6} & -3.632 \times 10^{-3} & 3.293 \times 10^{-4} \end{pmatrix} \quad (7)$$

Рис. 3. Матрица обратная матрице нормальных уравнений

Затем определим доверительные интервалы коэффициентов регрессии.

$$t := qt(0.975, N - k),$$

$$t := 2.131,$$

где  $t$  – табличное значение критерия Стьюдента

$$\Delta_0 := t \sqrt{Dad * G_{0,0}}, \quad \Delta_0 = 3.441 \cdot 10^3,$$

$$\Delta_1 := t \sqrt{Dad * G_{1,1}}, \quad \Delta_1 = 312.404,$$

$$\Delta_2 := t \sqrt{Dad * G_{2,2}}, \quad \Delta_2 = 5.484,$$

$$\Delta_3 := t \sqrt{Dad * G_{3,3}}, \quad \Delta_3 = 150.032,$$

$$\Delta_4 := t \sqrt{Dad * G_{4,4}}, \quad \Delta_4 = 12.558$$

где  $\Delta_i$  – доверительные интервалы коэффициентов регрессии.

Отдельные коэффициенты регрессии оказались незначимыми при уровне значимости 0,05, но так как уравнение регрессии в целом оказалось адекватным экспериментальным данным, все коэффициенты решено было оставить в уравнении. Исследователь имеет право оставить в уравнении все

коэффициенты. Исключение отдельных коэффициентов уравнения позволяет увеличить расчетное значение F-критерия. Вследствие чего, уравнение как бы становится более адекватным, но в действительности прогнозирующее свойство уравнения ухудшается.

В итоге было получено следующее адекватное регрессионное уравнение (8) для прогнозирования потребления электроэнергии «на сутки вперед»

$$Y = 275,504 + 353,048 \cdot X_1 - 5,165 \cdot X_1^2 + 89,955 \cdot X_2 - 7,074 \cdot X_1 \cdot X_2 \quad (8)$$

Из уравнения (8) регрессии следует, что суммарное влияние двух последних членов при любом сочетании времени и температуры ведет к увеличению потребления электроэнергии.

Исследователь имеет право не включать в уравнение квадрат температуры окружающей среды, т.к. квадрат температуры окружающей среды не увеличивает адекватность уравнения регрессии, а показывает даже худшую адекватность, хоть в целом регрессионное уравнение адекватное [3].

Проведен расчет для выявления рангов независимых переменных по силе их влияния на зависимую переменную уравнения регрессии нелинейного полинома второй степени.

Ранги независимых переменных ( $X_1, X_1^2, X_2, X_1 \cdot X_2$ ) рассчитывают для того, чтобы понять силу их влияния на зависимую переменную ( $Y$ ).

Рассчитаем ранги для полученного уравнения регрессии

$$Y = 275,504 + 353,048 \cdot X_1 - 5,165 \cdot X_1^2 + 89,955 \cdot X_2 - 7,074 \cdot X_1 \cdot X_2.$$

Для этого:

1. Переписываем диагональные элементы матрицы обратной матрицы нормальных уравнений  $G$  и вычисляем квадратный корень каждого диагонального значения:

$$G_{00} = 24,733 \quad \sqrt{G_{00}} = 4,973,$$

$$G_{11} = 0,204 \quad \sqrt{G_{11}} = 0,4517,$$

$$G_{22} = 6,279 \cdot 10^{-5} \quad \sqrt{G_{22}} = 0,00793,$$

$$G_{33} = 0,047 \quad \sqrt{G_{33}} = 0,216,$$

$$G_{44} = 3,293 \cdot 10^{-4} \quad \sqrt{G_{44}} = 0,0182..$$

2. Рассчитываем среднеквадратическую ошибку:

$$S_y = \sqrt{DY},$$

Дисперсия зависимой переменной  $DY = 3,655 \cdot 10^5$ ,

$$S_y = \sqrt{DY} = \sqrt{604,566} = 24,588.$$

3. Рассчитываем значение рангов независимых переменных по формуле:

$$X_j = \frac{|B_j|}{S_y \cdot \sqrt{C_{jj}}},$$

а) для независимой переменной  $X_1$ :

$$X_1 = \frac{353,048}{24,588 \cdot 0,4517} = 31,79;$$



б) для независимой переменной  $X_1^2$ :

$$X_1^2 = \frac{5,165}{24,588 \cdot 0,00793} = 26,49;$$

в) для независимой переменной  $X_2$ :

$$X_2 = \frac{89,955}{24,588 \cdot 0,216} = 16,94;$$

г) для независимой переменной  $X_1 \cdot X_2$ :

$$X_1 \cdot X_2 = \frac{7,074}{24,588 \cdot 0,0182} = 15,81.$$

Оформим расчетные данные в виде таблицы 1.

Таблица 1

**Ранги независимых переменных по силе их влияния на зависимую переменную уравнения регрессии нелинейного полинома второй степени**

Ранг	Сила влияния	$X_j$
I	31,79	$X_1$
II	26,49	$X_1^2$
III	16,94	$X_2$
IV	15,87	$X_1 \cdot X_2$

Далее проведем расчет поиска минимального и максимального потребления электроэнергии за выбранный период.

Запишем начальные приближения независимых переменных:

$X_1:=1$ ;  $X_2:=1$ .

Уравнение регрессии:

$$f(X_1, X_2) := 275,504 + 353,048 \cdot X_1 - 5,165 \cdot X_1^2 + 89,955 \cdot X_2 - 7,074 \cdot X_1 \cdot X_2,$$

Given

$1 \leq X_1 \leq 20$   $17 \leq X_2 \leq 26,4$  Ограничения на независимые переменные

$Q1 := \text{Minimize}(f, X_1, X_2)$  Команда минимизации

Далее запишем значения независимых переменных, обеспечивающие минимум функции:

$$Q1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 17 \end{pmatrix}.$$

Вычисляем значение минимума функции:

$$f(1, 17) = 2032 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

Given

$1 \leq X_1 \leq 20$   $17 \leq X_2 \leq 26,4$ ,

$Q2 := \text{Maximize}(f, X_1, X_2)$ ,

$$Q2 = \begin{pmatrix} 20 \\ 17 \end{pmatrix}.$$

Находим значение максимума функции:

$$F(20, 17) = 4395 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Далее проведен расчет краткосрочного прогнозирования электропотребления «на сутки вперед» используя регрессионное уравнение (нелинейный полином второй степени) на основании двадцати экспериментальных данных (июнь – июль 2009 год).

Расчет прогнозной оценки электропотребления «на сутки вперед».

Рассчитаем ошибку прогноза по формуле 9.

$$D := X \cdot (X^T X)^{-1} X^T, \quad (9)$$

Далее находим доверительный интервал коридора ошибок и проведем расчет прогнозной оценки электропотребления

$$S_{i,i} := t * \sqrt{Dad * (1 + D_{i,i})}.$$

$i := 0..19$ .

$ORIGIN := 1$

$X_1 := 21$  – следующий прогнозный день ( $X_1 = X_1 + 1$ );

$X_2 := 21,3$  – прогнозная температура на 21-й день.

$XP := (X_1 \ X_1^2 \ X_2 \ X_1 \cdot X_2)$ ;

$$XP^T = \begin{pmatrix} 1 \\ 20 \\ 400 \\ 21.04 \\ 420.8 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 275.504 \\ 353.048 \\ -5.165 \\ 89.955 \\ -7.074 \end{pmatrix}.$$

По полученному уравнению регрессии находим расчетное значение потребления электроэнергии за 21-й день

$$Y = 275,504 + 353,048 \cdot X_1 - 5,165 \cdot X_1^2 + 89,955 \cdot X_2 - 7,074 \cdot X_1 \cdot X_2.$$

Вычислим верхний и нижний предел прогнозных значений потребления электроэнергии:  $S_{20,20} = 857,501$ ,

$$Y_{\max} := YP + S_{20,20}, \quad Y_{\max} = 5,021 \cdot 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

$$YP = 4.163 \cdot 10^3,$$

$$Y_{\min} := YP - S_{20,20}, \quad Y_{\min} = 3,306 \cdot 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Фактическое потребление электроэнергии крупным промышленным потребителем за 21-й день – 4027,65 кВт·ч.

Прогнозное значение потребления электроэнергии крупным промышленным потребителем за 21-й день – 4163 кВт·ч.

### Список литературы

1. Правила оптового рынка электрической энергии и мощности. Утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. N 1172.
2. Алкацев М.И., Дзгоев А.Э., Бетров М.С. Исследование и разработка метода прогнозирования потребления электроэнергии в системе управления электроснабжения региона // Известия вузов. Проблемы энергетики. №5-6, 2012 г.
3. Кремер Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 573 с.

# ДИНАМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ В МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПРИ ВИБРАЦИОННЫХ НАГРУЗКАХ

***Елисеев С.В.***

главный научный сотрудник-директор НОЦ современных технологий,  
системного анализа и моделирования Иркутского государственного  
университета путей сообщения, д.т.н., профессор,  
Россия, г. Иркутск

***Артюнин А.И.***

первый проректор Иркутского государственного  
университета путей сообщения, д.т.н., профессор,  
Россия, г. Иркутск

***Большаков Р.С.***

младший научный сотрудник  
НОЦ современных технологий, системного анализа и моделирования  
Иркутского государственного университета путей сообщения, к.т.н.,  
Россия, г. Иркутск

***Кинаш Н.Ж.***

начальник конструкторского отдела, Дорожный инженерный технологиче-  
ский центр (ДИТЦ) Московской железной дороги, филиала ОАО «РЖД»,  
Россия, г. Москва

Рассматриваются возможности построения математических моделей виброзащитных систем в виде структурных схем эквивалентных в динамическом отношении систем автоматического управления. Предлагается метод определения динамических реакций. Показано, что задача решается путем структурных преобразований исходной структуры к системе, состоящей из объекта защиты в виде интегрирующего звена второго порядка и охватывающей звено цепи обратной связи.

*Ключевые слова:* структурные схемы, виброзащитные системы, передаточные функции, реакции связей.

**Введение.** Обеспечение надежности работы машин и оборудования требует достаточно трудоемких предварительных исследований на предпроектных этапах оценки динамических свойств и проведения расчетов, связанных с выбором конкретных конструктивно-технических параметров. Повышение производительности машин, рост скоростей рабочих органов и динамических нагрузок происходят на фоне значительного роста уровня вибрационных воздействий, характерных для многочисленных технических, в том числе, и транспортных объектов. Общей тенденцией в создании современных машин становится усложнение конструктивных решений на основе использования эффектов взаимодействия механизмов и устройств различной физической природы [1÷3].

Учет вибрационных нагрузок традиционно занимает заметное место в задачах динамики машин, что предопределяет интерес к разработке способов и средств контроля и управления динамическим состоянием сложных механических систем, формируемым совместным действием управляющих сил и внешних возмущений. В этом плане актуальным направлением научных исследований и разработок является развитие существующих и создание новых методов, которые обладали бы возможностями обобщения и рационального применения в комплексных задачах, связанных с учетом взаимодействия разнородных систем [4,5].

В значительной мере такое направление научных разработок может быть соотнесено с развитием фундаментальных основ инженерных знаний, что нашло отражение в работах отечественных и зарубежных ученых [6÷8].

Вместе с тем, ряд научных направлений, развитие которых было заложено в предшествующие периоды, еще не получили должного освещения и могли бы быть продолжены в интересах создания обобщенных подходов в решении специфических задач динамики машин в направлениях виброзащиты и виброизоляции, мехатроники, роботехники и вибродиагностики. Это связано, в частности, с дальнейшей детализацией представлений об использовании приведенных параметров механических систем (приведенные жесткости, массы, моменты инерции и др.), определением динамических реакций в механических колебательных системах, разработкой методов динамического синтеза виброзащитных систем. В этом плане актуальными являются дальнейшие разработки в приложениях к задачам динамики методов теории цепей и автоматического управления, как некоторого достаточно общего подхода в решении широкого класса задач, связанных с оценкой динамических свойств систем и определением их динамических параметров.

В представленном докладе обсуждается концепция и вопросы обоснования метода математического моделирования динамических взаимодействий в механических колебательных системах и определения динамических реакций между типовыми элементами или звеньями виброзащитных систем на основе базовых положений теории колебаний, теории автоматического управления и теории механических цепей.

#### **I. Общие положения. Особенности постановки задач исследования.**

На основе сравнительного анализа работ показано, что расчетные схемы в задачах динамики, в том числе виброзащиты и виброизоляции, представляют собой механические колебательные системы с одной, двумя и более степенями свободы. Развитие подходов в разработке способов и средств вибрационной защиты приводит к расширению представлений о наборе типовых элементов, что связано с детализацией рассмотрения динамических свойств виброзащитных систем, имеющих в своем составе более сложные структуры в виде устройств для преобразования движения и механизмов. Анализ способов и средств виброзащиты и виброизоляции технических объектов показывает, что большинство технических реализаций упругих и диссипативных элементов используют механизмы, привносящие динамические особенности даже в простейшие задачи виброзащиты. Развитие обобщенных представле-

ний виброзащитных систем различного конструктивно-технического исполнения, позволяет сформулировать доказательную основу для расширения набора типовых элементов за счет введения новых звеньев, интерпретируемых в символике теории автоматического управления как дифференцирующие звенья второго порядка. Для построения более сложных систем используются правила структурных преобразований.

Показано, что определение статических и динамических характеристик, системы, в частности, реакций связей, достаточно просто реализуется на основе структурных методов [9, 10].

Реакции, возникающие в точках контакта элементов виброзащитного устройства имеют статическую и динамическую составляющие. Статические реакции формируются под действием постоянных сил, в том числе и сил тяжести. Предлагается метод определения статических реакций для механических колебательных систем, обладающих развитой структурой. Основой для соответствующих построений является математическая модель в виде структурной схемы эквивалентной в динамическом отношении системы автоматического управления.

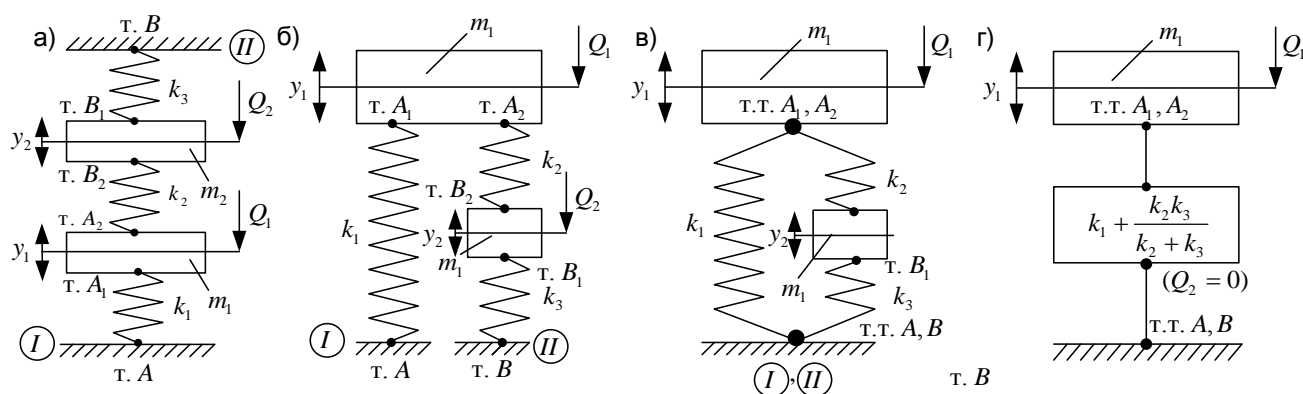


Рис. 1. Принципиальная схема для расчета статических реакций от действия сил веса:  
 а) расчетная схема с двумя силами веса  $Q_1$  и  $Q_2$ ; б) преобразованная схема с разделенными опорными поверхностями; в) схема с общей опорной поверхностью; г) схема при условии предположении  $Q_2 = 0$

Если опорные поверхности I и II (рис. 1а) разделены, то можно ввести некоторую детализацию в построение структурной схемы, как это показано на рис. 2, что соответствует введению дополнительной обратной связи.

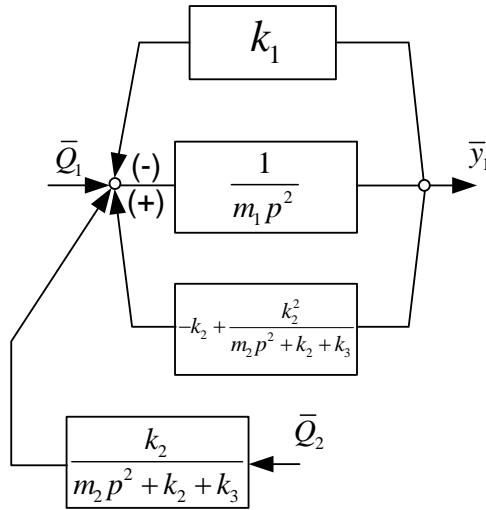


Рис. 2. Детализированная структурная схема для определения статических реакций, связанных с элементом  $m_1$

При взаимодействии с опорной поверхностью  $I$  (точка  $A$ ) статическая реакция от действия силы тяжести (в данном случае)  $\bar{Q}_1$  определится  $\bar{R}'_A = k_1 \bar{y}_1$ , чему соответствует обратная отрицательная связь с передаточной функций  $k_1$  (рис. 2). Физический смысл такой обратной связи заключается в том, что она соответствует величине жесткости пружины между элементами  $m_1$  и опорной поверхностью  $I$  (Рис. 1а при  $Q_2 = 0$ ). Что касается силы  $Q_2$  (рис. 2), то она формирует  $R''_A = k_1 y_1 = k_1 W_1(p) \bar{Q}_2$  (при  $Q_1 = 0$ ), что при  $p = 0$  дает  $\bar{R}''_A = k_1 \cdot \frac{k_2}{k_2 + k_3} \cdot \frac{k_2 + k_3}{A_0} = \frac{k_1 k_2}{A_0} \bar{Q}_2$  ( $A_0$  – характеристическое частотное уравнение системы). Окончательно получим, используя принцип суперпозиции, так как имеется два входа  $\bar{Q}_1$  и  $\bar{Q}_2$ ):

$$\bar{R}_A = \frac{k_1 (k_2 + k_3) \bar{Q}_1}{A_0} + \frac{\bar{Q}_2 k_1 k_2}{A_0}, \quad (1)$$

## II. Математические модели взаимодействий

Важным обстоятельством является то, что статические реакции в необходимых точках механической систем могут определяться на основе использования структурных схем эквивалентных в динамическом отношении систем автоматического управления. Отметим, что использование структурных подходов связано с определенными условностями, так как структурные схемы, в обычном понимании, используются при периодических сигналах. Отметим также, что при рассмотрении задач статики и статических реакций, вызванных силами веса или другими постоянными силами, формирующимися специальными устройствами, используемые передаточные функции представляют собой отношения изображений по Лапласу выходных сигналов в виде смещений при входных сигналах в виде постоянных сил. Предлагаемый метод, может быть распространен и на системы, в которых массоинерционные элементы могут быть представлены твердыми телами. В качестве примера, в частности, рассмотрена расчетная схема системы, которая имеет, до-

полнительную массу  $m$ , опирающуюся на упругий элемент жесткостью  $k_3$ , как показано на рис. 3 (расстояние  $OA_2 = l_0$ ).

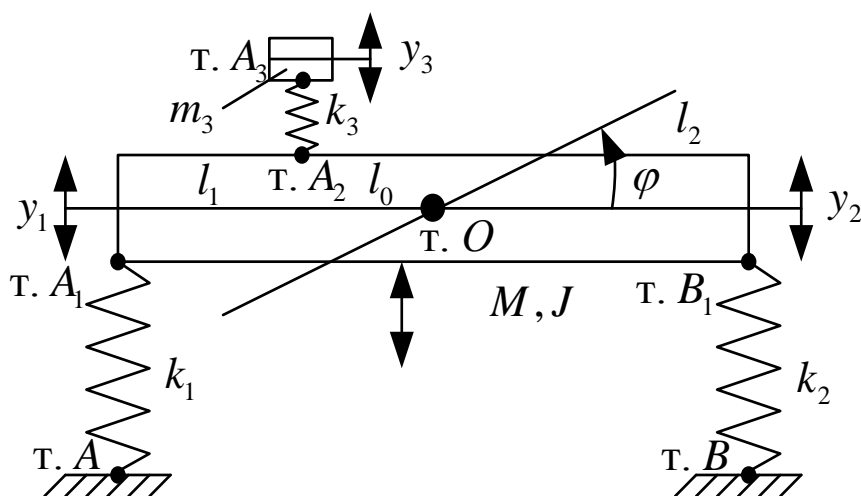
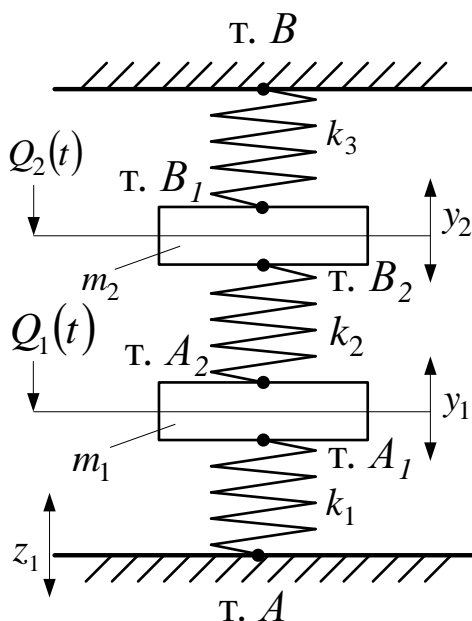


Рис. 3. Расчетная схема системы с дополнительной массой

Реакции в точках контакта с опорными поверхностями совпадают между собой только при отсутствии в конструкции независимо двигающихся массо-инерционных элементов. В общем случае реакции не равны между собой, а их определение должно учитывать особенности структуры виброзащитной системы. Показано, что конкретная реализация системы расположения сил влияет на величины статических реакций. Для определения необходимых значений реакций в технологии их нахождения используются передаточные функции системы, которые при обнулении комплексной переменной  $p = j\omega$ , дают необходимые данные о свойствах системы при передаче статических усилий [11].

### III. Метод определения реакций связей

а)



б)

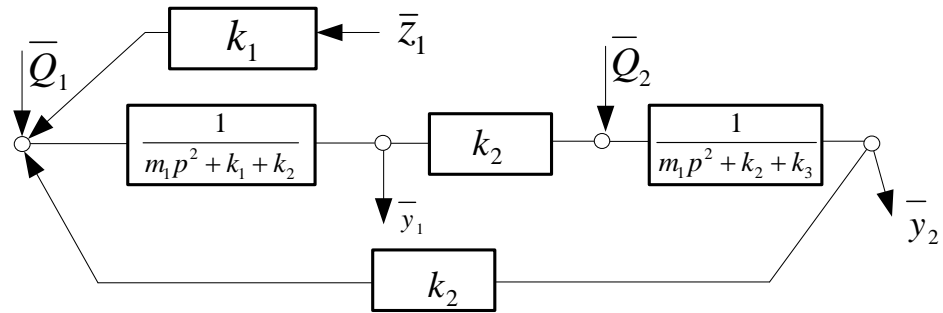


Рис. 4. Расчетная (а) и структурная (б) схемы виброзащитной системы

Точки  $A, A_1, A_2, B, B_1, B_2$  на рис. 4а выделены особо для последующего определения в них динамических реакций. На основании структурной схемы (рис. 4б) могут быть найдены передаточные функции системы при входном воздействии  $\bar{Q}_2(z_1(t)=0, Q_1(t)=0)$  и выходных сигналах в виде координат  $y_1$  и  $y_2$ :

$$W_1(p) = \frac{\bar{y}_1}{\bar{Q}_2} = \frac{k_2}{A_0}, \quad (2)$$

$$W_2(p) = \frac{\bar{y}_2}{\bar{Q}_2} = \frac{m_1 p^2 + k_1 + k_2}{A_0}, \quad (3)$$

где  $Q_2 = Q_0 \cdot \sin \omega t$ ,  $A_0$  – характеристическое уравнение.

Структурная схема системы (рис. 4б) может быть преобразована и разрешена относительно базового звена, соответствующего объекту защиты ( $m_2$ ), имеющего, в свою очередь, передаточную функцию интегрирующего звена второго рода ( $W_{m_2}(p) = \frac{1}{m_2 p^2}$ )

Из приведенных схем следует, что преобразование начальной структурной схемы позволяет обозначить прямую и обратную цепи. В прямой цепи выделяется объект защиты с передаточной функцией  $\frac{1}{m_2 p^2}$ , при этом передаточная функция цепи обратной связи может изменять знак (+) на знак (-) при соответствующем выборе структуры обратной связи. Доказана теорема о динамическом статусе обратной связи по отношению к объекту защиты.

**Формулировка теоремы.** Если механическая колебательная система представлена механической цепью и состоит из упругих и массоинерционных элементов, что в рамках структурной теории виброзащитных систем отображается структурной схемой, разрешенной относительно выделенного объекта защиты с передаточной функцией интегрирующего звена второго порядка (рис. 4а), то отрицательная обратная связь соответствует динамической жесткости, определяемой при приложении внешней силы  $\bar{Q}_2$  к объекту защиты массой  $m_2$ .

Физическая сущность отрицательной обратной связи на структурной схеме заключается в том, что этот упруго-инерционный блок представляет собой, в некотором смысле, обобщенную пружину, обладающую динамиче-



ской жесткостью. При  $p \rightarrow 0$  динамическая жесткость трансформируется в приведенную жесткость упругого блока в статике

Рассмотрены особенности определения динамических реакций для системы, содержащей объект защиты в виде твердого тела. Такой объект может рассматриваться в двух системах координат  $y_1$  и  $y_2$ , а также  $\varphi$  и  $y$  соответственно.

В конечном итоге, система с твердым телом может быть трансформирована в эквивалентную систему с элементами, содержащими поступательное движение. При этом в механической системе появляются новые звенья, реализующие рычажные взаимодействия и преобразования движения [12,13].

### **Заключение.**

1. Исследованы особенности формирования статических и динамических реакций в механических колебательных системах на основе использования аналитического аппарата теории цепей и теории автоматического управления и применении структурных интерпретаций систем и их передаточных функций. Показано, что понятие «реакция связей» может рассматриваться как аналог понятия передаточной функции цепи отрицательной обратной связи в структурной схеме виброзащитной системы, в которой объект защиты представлен интегрирующим звеном второго порядка.

2. Доказано, что для оценки статических реакций, связанной с определением положения статического равновесия механической колебательной системы, формируемого действием сил веса и дополнительных постоянных сил, могут использоваться структурные схемы и передаточные функции системы в предположении, что комплексная переменная в соответствующих передаточных функциях принимает нулевое значение.

3. Предложен метод построения математических моделей на основе которого показано, что в статическом состоянии приведенная жесткость механической системы определяется на основе использования соответствующей передаточной функции системы с последующим «обнулением» параметров массо-инерционных элементов. Понятие приведенной жесткости системы может применяться для определения статических реакций, возникающих между элементами системы и при их взаимодействиях с опорными поверхностями.

4. Предложен и разработан метод определения динамических реакций в механических колебательных системах при действии гармонических внешних сил, основанный на использовании структурных схем и соответствующих передаточных функций. Показаны возможности построения математических моделей обобщенных упругих элементов, свойства которых определяются динамическими жесткостями.

5. Предложена и обоснована методика построения математических моделей механических колебательных систем, включающих в свой состав дополнительные элементы, реализующие рычажные связи и преобразования относительных движений типовых элементов системы. Методика основана на возможностях структуры преобразований по правилам теории цепей в от-

ношении передаточных функций элементарных звеньев, а также блоков (или компактов) из их различных соединений.

### Список литературы

1. Елисеев, С.В. Вибрации и динамика машин: расчетные схемы, структуры и математические модели. Часть I [Текст] / С.В. Елисеев, А.Н., Трофимов, Р.С. Большаков // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2014. № 2 (20). С. 48-60.
2. Елисеев, С.В. Вибрации и динамика машин: расчетные схемы, структуры и математические модели. Часть I [Текст] / С.В. Елисеев, А.Н., Трофимов, Р.С. Большаков // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2014. № 3 (21). С. 59-68.
3. Хоменко А.П., Елисеев С.В., Ермошенко Ю.В. Системный анализ и математическое моделирование в мехатронике виброзащитных систем. – Иркутск: ИрГУПС. 2012. – 288 с.
4. Вульфсон И.И. Колебания машин с механизмами циклового действия. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990. – 309 с.
5. Брискин Е.С. Динамика и управление движением шагающих машин с цикловыми движителями. / Брискин Е.С. [и др]. М.: Машиностроение. 2009. – 191 с.
6. Фролов К.В. Прикладная теория виброзащитных систем / К.В. Фролов, Ф.А. Фурман. – М.: Машиностроение, 1985. – 286 с.
7. Harris' С.М., Allan G. Shock and Vibration Handbook. USA/ Mc Graw-Hill, New-York. 2002. – pp. 877.
8. Белокобыльский С.В., Елисеев С.В., Кашуба В.Б. Прикладные задачи структурной теории виброзащитных систем. – СПб: Политехника. 2013. – 374 с.
9. Хоменко А.П. Особенности взаимодействия парциальных систем в виброзащитном контуре с двумя степенями свободы: рычажные связи в динамическом гашении колебаний [Текст] / А.П. Хоменко, С.В. Елисеев // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2014. №3. с. 8- 19
10. Елисеев, С.В. Некоторые обобщения в задачах определения динамических реакций во взаимодействиях элементов механических колебательных систем [Текст] / С.В. Елисеев, А.И. Артюнин, Р.С. Большаков // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. Выпуск № 3(39). 2013. с. 44-50
11. Елисеев С.В., Резник Ю.Н., Хоменко А.П., Засядко А.А. Динамический синтез в обобщенных задачах виброзащиты и виброизоляции технических объектов. – Иркутск: ИГУ. 2008. – 523 с.
12. Хоменко А.П. Возможности эквивалентных представлений систем с угловыми колебаниями твердых тел [Текст] / А.П. Хоменко, С.В. Елисеев // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2014. №2. с. 8- 15
13. Белокобыльский, С.В. Обоснование и возможности метода определения динамических реакций в виброзащитных системах с объектом защиты в виде твердого тела Приведенные массы в механических колебательных системах с дополнительными инерционными связями [Текст] / С.В. Белокобыльский, С.В. Елисеев // Системы. Методы. Технологии. №2. 2013. с. 7-15

## **РЫЧАЖНЫЕ СВЯЗИ И МЕХАНИЗМЫ В ВИБРОЗАЩИТНЫХ СИСТЕМАХ ОБЪЕКТОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

***Елисеев С.В.***

г. н. с. — директор Научно-образовательного центра современных технологий, системного анализа и моделирования Иркутского государственного университета путей сообщения, доктор технических наук, профессор, Россия, г. Иркутск

***Артюнин А.И.***

первый проректор Иркутского государственного университета путей сообщения, доктор технических наук, профессор, Россия, г. Иркутск

***Кинаш Н.Ж.***

начальник конструкторского отдела дорожного инженерного технологического центра (ДИТЦ) Московской железной дороги, филиала ОАО «РЖД», Россия, г. Москва

***Каимов Е.В.***

м. н. с. Научно-образовательного центра современных технологий, системного анализа и моделирования Иркутского государственного университета путей сообщения, Россия, г. Иркутск

Предлагаются методологические подходы к построению математических моделей колебательных систем, элементы которых совершают прямолинейные и угловые колебательные движения. Показано, что в качестве базовой модели может быть использована структурная схема эквивалентной в динамическом отношении системы автоматического управления. Разработана методика учета рычажных связей, привносимых необходимостью реализации угловых движений. Исследованы возможности построения динамических гасителей рычажного типа.

*Ключевые слова:* механическая колебательная система, структурная модель, рычажные связи, рычажные динамические гасители.

**Введение.** Рычажные механизмы широко применяются в различных машинах и реализуют разнообразные функции, что нашло отражение в работах последних лет [1 ÷ 3]. В меньшей степени известны возможности эффективного использования рычажных связей и рычажных механизмов в задачах вибрационной защиты, хотя в этом направлении имеется ряд интересных работ [4 ÷ 6]. Одним из направлений исследований, связанных с поиском способов и средств динамического гашения колебаний [7 ÷ 9], стали, в особенности динамические взаимодействия элементов механических колебательных систем при реализации сочленений [10], в ходе которых параметры соедине-

тельных элементов систем (например, пружины, демпферы и др.) принимают предельные значения.

В предлагаемом докладе рассматриваются возможности построения рычажных динамических гасителей колебаний.

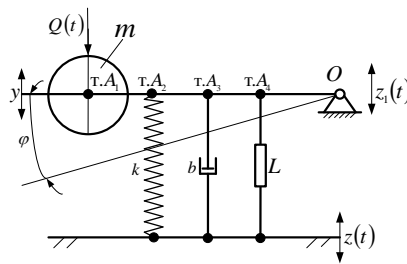


Рис 1. Расчетная схема системы с отдельными точками крепления элементарных звеньев

**I. Обобщенные подходы в задачах динамики виброзащитных систем.** Известен ряд работ, в которых приводятся обоснования адекватности математических моделей структурного вида и дифференциальных уравнений, получаемых методом Лагранжа: разработаны правила преобразования структурных схем [11, 12]. Расчетная схема виброзащитной системы, совершающей угловые колебания, приведена на рис. 1, на котором показаны возможности пространственного размещения отдельных типовых элементов системы.

Передаточная функция системы содержит информацию о параметрах точек закрепления элементов и имеет вид:

$$w'(p) = \frac{\bar{y}}{z} = \frac{Li_3 p^2 + bi_2 p + ki_1}{(m + Li_3) p^2 + bi_2 p + ki_1^2}, \quad (1)$$

где  $i_3 = \frac{l_3}{l}$ ;  $i_2 = \frac{l_2}{l}$ ;  $i_1 = \frac{l_1}{l}$  – передаточные отношения рычажных связей.

Рассматриваются особенности расчетных схем виброзащитных систем (рис. 2) вращательно-качательного типа с точкой вращения, обеспечивающей воздействия разных знаков (рычаг второго рода).

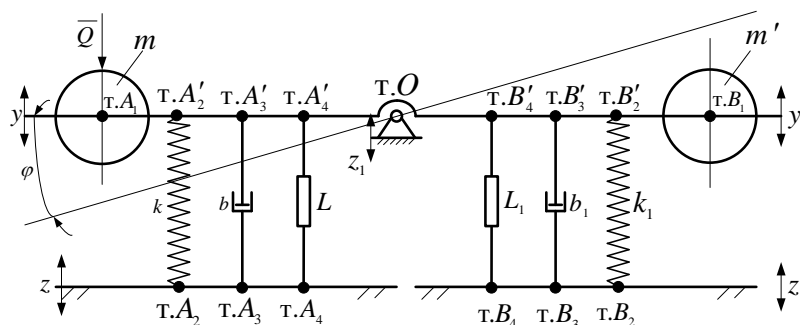


Рис. 2. Расчетная схема виброзащитной системы с разделением точек закрепления типовых элементов на невесомом стержне с промежуточным центром вращения

Уравнение движения системы при использовании координаты  $y$  имеет вид:

$$\begin{aligned} & \bar{y} \cdot \{ p^2 \cdot [m + m'(i')^2 + Li_3^2 + L_1(i'_3)^2] + p[bi_2^2 + b_1(i'_2)^2] + ki_1^2 + k_1(i'_1)^2 \} = \\ & = \bar{z}_1 \cdot \left\{ \begin{aligned} & [-m' \cdot i' \cdot (1-i') - L_1 i_3 \cdot (1-i_3) + L_1 i'_3 \cdot (1+i'_3)] \cdot p^2 + \\ & + p \cdot [-bi_2 \cdot (1-i_2) + b_1 \cdot i'_2 \cdot (1+i'_2)] + k_1 i'_1 \cdot (1+i'_1) - k i_1 (1-i_1) \end{aligned} \right\} + \\ & + \bar{z} \cdot [Li_3 p^2 + bi_2 + ki_1] + \bar{z}_2 \cdot [-L_1 i_3 p^2 - b_1 \cdot i'_2 p - k_1 \cdot i_1] \end{aligned} \quad (2)$$

где  $L, L_1$  – приведенные массы устройств для преобразования движения;  $b, b_1$  – коэффициенты вязкого трения;  $k, k_1$  – коэффициенты жесткости упругих элементов;  $p = j\omega$  – комплексная переменная [13, 14].

Для схем, приведенных на рисунках 1, 2 характерно пространственное расположение элементов виброзащитных систем, что в дальнейшем связано с формированием приведенных масс и жесткостей системы [15, 16].

Объект защиты, как это следует из структурных моделей, отображается интегрирующим звеном второго порядка; на вход звена подается усилие, а выходным сигналом является смещение. Такая структурная интерпретация и функциональные различия между типовыми элементами структурной схемы исходной механической колебательной системой объясняются особенностями аналитического аппарата теории автоматического управления. Что касается свойств массоинерционных элементов, то они могут проявляться в двух формах: массоинерционный элемент является объектом защиты (или управления), либо массоинерционный элемент работает как типовой элемент аналогично упругим и диссипативным звеньям. Поиски способов расширения набора типовых элементов приводят к введению дополнительных связей, реализуемых механизмами.

Показано, что в математическом виде свойства дополнительных связей (или механизмов) интерпретируются типовым звеном, реализующим функции дифференцирующего звена второго порядка. Дальнейшее усложнение дополнительных связей, вводимых в базовую схему, приводит к структурам, которые имеют передаточные функции в виде дробно-рациональных выражений, что позволяет даже в простых моделях отображать сложные динамические взаимодействия реальных технических объектов с пространственной метрикой.

## **II. Математическое моделирование, структурные преобразования.**

Характерными особенностями расчетных базовых схем системы вращательного типа является наличие рычага, имеющего пространственные размеры, поэтому существенное значение приобретают координаты точек закрепления типовых элементов, что формирует динамические взаимодействия, зависящие от геометрических параметров. Существенную роль приобретает и форма рычага, что предопределяет расположение элементов не только с одной стороны, но и с двух сторон точки вращения, а это обеспечивает при суммировании силовых факторов возможности взаимной компенсации.

Исходная модель может быть трансформирована, если технический объект достаточно сложен и при его упрощениях приходится учитывать ряд конструктивно-технических особенностей (рис. 3а – м).

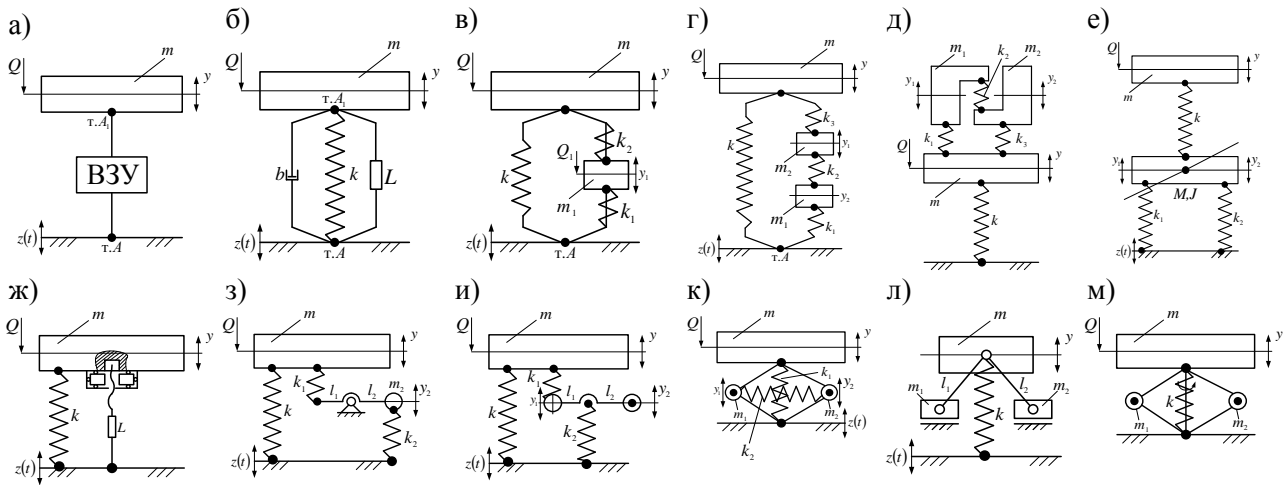


Рис. 3. Варианты конструктивно-технического оформления виброзащитных устройств в системы поступательного прямолинейного движения объекта защиты с одной степенью свободы

В работах [17, 18] дано детализированное описание виброзащитных устройств (ВЗУ) на основе рычагов первого и второго типов.

В точках контакта ВЗУ (рис. 3а) с объектом защиты (т.  $A_1$ ) и опорной поверхностью возникают динамические реакции. Кроме динамических в тт.  $A$ ,  $A_1$  возникают и статические реакции, вызванные постоянными силами, в том числе силами тяжести объекта (и элементов ВЗУ). В общем случае реакции в т.  $A$  и т.  $A_1$  не равны друг другу. К элементам ВЗУ также могут прикладываться внешние возмущения. В простейшем виде ВЗУ может быть представлено (набором или по одиночке) типовыми элементарными звеньями в виде пружин, демпферов и устройств для преобразования движения, имеющих простые передаточные функции усилительного звена, а также дифференцирующих звеньев первого и второго порядков (рис. 3б).

**III. Особенности виброзащитных систем.** Рассмотрены вопросы построения математических моделей механических колебательных систем, в том числе, виброзащитных систем, в составе которых используются различные механизмы, взаимодействующие с типовыми элементами. В качестве примера на рисунках 4а, б приведена расчетная схема виброзащитной системы поступательного типа с рычажным механизмом второго рода [8].

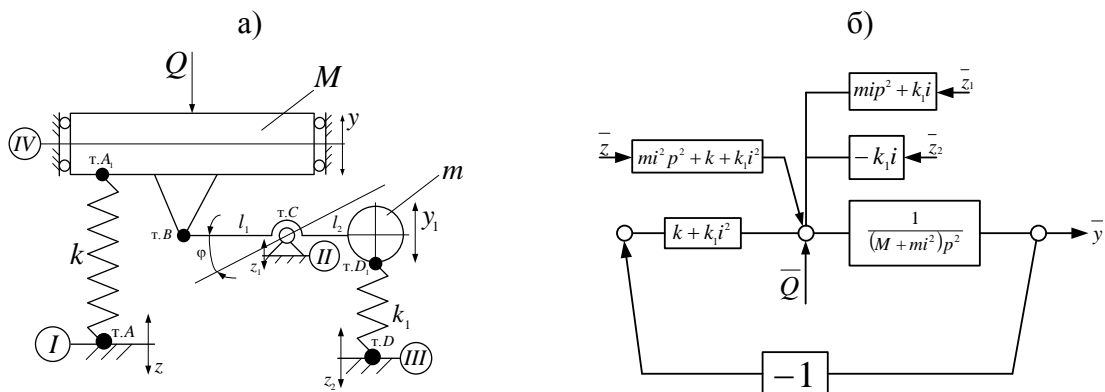


Рис. 4. Расчетная схема (а) и структурная (б) схемы виброзащитной системы с рычажным механизмом второго рода

Для движения по координате  $y$  уравнение движения принимает вид:

$$\bar{y} \cdot (M + mi^2)p^2 + \bar{y} \cdot (k + k_1 i^2) = \bar{z}_1 \cdot (mip^2 + k_1 i) + \bar{z} \cdot (mp^2 i^2 + k + k_1 i^2) - k_1 i \cdot \bar{z}_2. \quad (3)$$

где  $i = l_2 / l_1$  – передаточное отношение рычага второго рода.

При введении рычажного механизма и учете возможных внешних возмущений в предположении, что действует только кинематическое возмущение, получим передаточную функцию в виде:

$$W_2(p) = \frac{\bar{y}}{\bar{z}} = \frac{mi^2 p^2 + k + k_1 i^2}{(M + mi^2)p^2 + k + k_1 i^2}; \quad (4)$$

$\bar{Q}=0$   
 $\bar{z}_1=0$   
 $\bar{z}_2=0$

Структурная схема, приведенная на рисунке 4б, может быть преобразована к виду, как показано на рисунках 5а, б, что необходимо для определения динамических реакций, что определяется параметрами обратной связи относительно объекта защиты  $\left(\frac{1}{Mp^2}\right)$ .

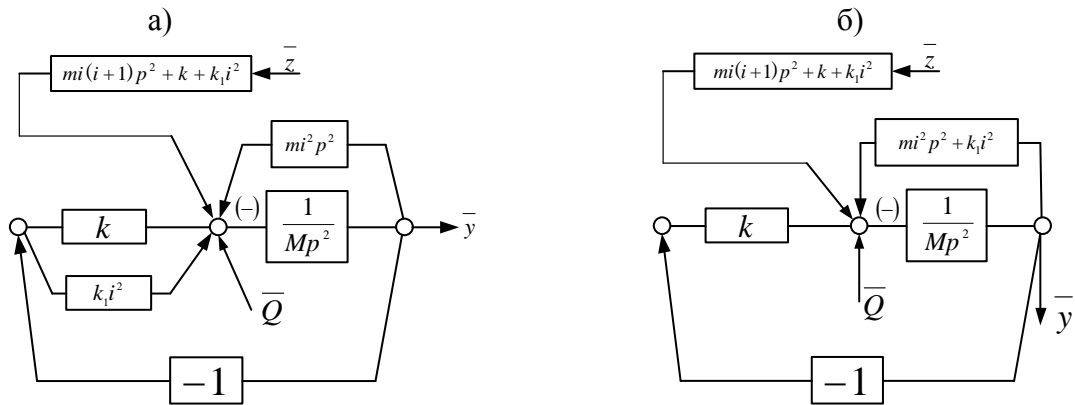


Рис. 5. Структурная схема виброзащитной системы с рычагом второго рода при введении дополнительной отрицательной обратной связи на основе элемента  $mi^2 p^2$  (а); введение дополнительной обратной связи на основе упругого элемента  $k_1$  (б)

Использование рычага первого рода обеспечивает формирование другой системы динамических взаимодействий, что находит отражение в структуре выражений для передаточных функций. Рассмотрены возможности использования устройств преобразования движения для изменения. Их особенности заключаются в том, что они дополнительно формируют силу, зависящую от относительного ускорения, что качественно изменяет свойства системы.

Более сложные формы механических систем предполагают учет возможностей упругих взаимодействий между звеньями рычажных механизмов, что позволяет использовать последние для формирования в виброзащитных системах дополнительных динамических режимов, в том числе с возможностями проявлений приведенной отрицательной жесткости обобщенной пружины.

Методика построения математических моделей изложена на примерах механических систем, приведенных на рисунке 6 [19].

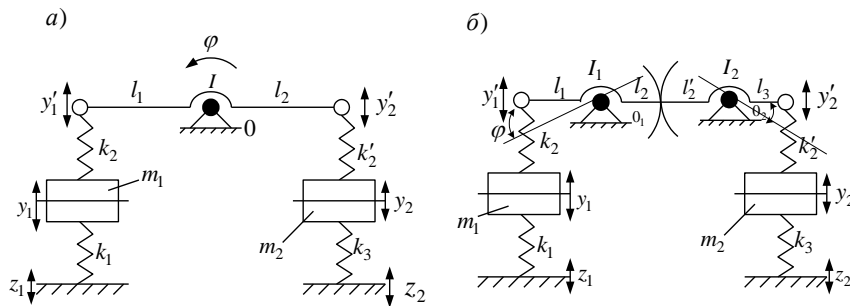


Рис. 6. Расчетные схемы механических колебательных систем с рычажными связями:  
а – рычаг первого рода; б – рычажная связь с зубчатым зацеплением

При построении математических моделей могут учитываться инерционные свойства рычажных механизмов. Показано, что механические системы, имеющие звенья вращательного типа могут приводиться к эквивалентным в динамическом отношении системам поступательного движения с соответствующими приведенными характеристиками, в частности, упругими, что показано на рис. 7.

Особенностью системы на рис. 7 является то, что рычажные связи вводятся в структуру компакта упругих элементов (или квазипружины). В теории цепей для учета рычажных связей применяются специальные приемы, которые не в полной мере отражают особенности динамических связей. В механических системах связь между парциальными системами, в физическом смысле, реализуется через рычажный механизм, который вращательное усилие превращает в силовые факторы взаимодействия между массами  $m_1$  и  $m_2$  в соответствии с теоретическими положениями механики. Таким образом, система с рычажными связями может быть представлена цепной системой с упругими элементами, образующими некоторые компакты (квазипружины); связи между парциальными системами имеют упругий характер; при этом массоинерционные свойства рычага для статических расчетов полагаются малыми. Тип рычажного устройства имеет значение для построения передаточных функций системы [20].

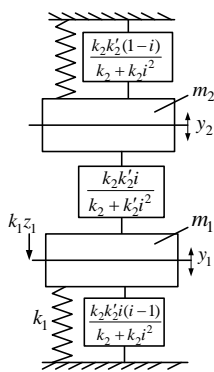


Рис. 7.

Расчетная схема системы, приведенной к цепному виду и содержащей рычажные связи

Новые связи могут изменять частоты собственных колебаний, а также частотные характеристики с формированием дополнительных динамических режимов. Развитие идей использования рычажных механизмов в формировании динамических свойств может проводиться с использованием рычагов с переменным передаточным отношением.

В заключительной части четвертой главы рассмотрены особенности построения математических моделей рычажного динамического гасителя колебаний с учетом особенностей его конструктивно-технического исполнения.

Упрощенная принципиальная схема рычажного динамического гасителя приведена на рисунке 4. Предлагается методика расчета основных пара-

метров системы, позволяющая определять частоты собственных колебаний и частотные характеристики системы с учетом особенностей его конструктивно-технического исполнения.

Упрощенная принципиальная схема рычажного динамического гасителя приведена на рисунке 4. Предлагается методика расчета основных пара-



метров рычажного динамического гасителя колебаний, исследованы динамические свойства системы при различных внешних воздействиях. Изготовлен и экспериментально изучались свойства гасителя на основе его лабораторного макета.

### **Заключение.**

1. На основе изучения закономерностей формирования динамических свойств виброзащитных систем с учетом особенностей объектов защиты, совершающих движения определенного типа, разработан метод построения математических моделей, в рамках которого возможна оценка способов и средств изменения динамического состояния динамических систем.

2. Разработаны методологические основы и соответствующая технологическая основа оценки и учета особенностей расположения типовых элементарных звеньев в структуре механических колебательных систем.

3. Изучены и определены возможности рычажных связей, возникающих при вращательно-качательных движениях объектов защиты в составе виброзащитных систем с одной, двумя и более степенями свободы. На основе результатов исследований предложена методика построения оригинальных конструктивно-технических решений в задачах вибрационной защиты.

4. Предложена и разработана методическая основа для оценки возможностей изменения динамических свойств виброзащитных систем при введении в состав систем механизмов различных конструктивно-технических форм. Показано, что реализация упругих, диссипативных и массоинерционных свойств в механических колебательных системах в большинстве практических ситуаций реализуется через различные механизмы, а в общем виде, через механические цепи.

5. Введение и учет возможностей механизмов в структуре механических колебательных систем основан на представлениях о том, что звенья механизмов совершают только малые упругие колебания относительно положения установившегося статического равновесия. В этом случае введение механизмов в рамках структурной теории виброзащитных систем интерпретируется как введение дополнительных обратных связей по ускорению движения объекта защиты.

6. Разработана методика определения динамических реакций, возникающих в точках контакта составных элементов колебательных систем между собой, а также в точках взаимодействия с опорными поверхностями. Показано, что такая задача решается как определение параметров обратной связи системы, приведенной к определенному виду. В частности, это связано с представлением объекта защиты от вибрации в виде звена интегрирования второго порядка.

### **Список литературы**

1. Левитский, Н.И. Колебания в механизмах [Текст] / Н.И. Левитский // Наука. – Москва, 1988. – 356 с.
2. Вульфсон, И.И. Колебания машин с механизмами циклового действия [Текст] / И.И. Вульфсон // Машиностроение. – Ленинград, 1990. – 309 с.

3. Брискин, Е.С. Динамика и управление движением шагающих машин с цикловыми движениями [Текст] / Е.С. Брискин, В.В. Жога, В.В. Чернышев, А.В. Малолетов: под ред. Е.С. Брискина // Машиностроение – Москва, 2009. – 191 с.
4. Иванов, Б.Г. Разработка методов расчета динамики и прочности агрегатов транспортной техники с рычажно-шарнирными связями [Текст]: автореф. дисс. докт. техн. наук / Б.Г. Иванов. – Самара, 2007. – 48 с.
5. Лаврусь, В.В. Совершенствование пневматических рычажно-шарнирных систем железнодорожного транспорта [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В.В. Лаврусь. – Орел, 2006. – 20 с.
6. Белокобыльский, С.В. Динамика механических систем. Рычажные и инерционно-упругие связи [Текст] / С.В. Белокобыльский, С.В. Елисеев, И.С. Ситов // Политехника. – СПб, 2013. – 319 с.
7. Патент 2440523 RUS, F16F15/04 F16F7/10. Способ регулирования жесткости виброзащитной системы и устройство для его осуществления / А.П. Хоменко, С.В. Елисеев, С.В. Белокобыльский, Р.Ю. Упырь, А.Н. Трофимов, Е.А. Паршута, В.В. Сорин. – №2010103239/11; заявл. 01.02.2010; опубл. 20.01.2012, Бюл. №2. – 9 с.
8. Патент 133232 RUS, МПК F16F7/10 F16F15/04. Устройство для гашения колебаний / С.В. Елисеев, А.А. Савченко, А.Н. Трофимов, Е.А. Паршута, А.И. Артюнин – №2013105925/11; заявл. 12.02.2013; опубл. 10.10.2013, Бюл. № 28.
9. Патент 136112 RUS, МПК F16F 15/04. Устройство для гашения колебаний / С.В. Елисеев, А.И. Артюнин, А.П. Хоменко, Е.В. Каимов, А.В. Елисеев – №2013135078/11; заявл. 25.07.2013; опубл. 27.12.2013, Бюл. № 36.
10. Елисеев, С.В. Сочленения звеньев в динамике механических колебательных систем [Текст] / С.В. Елисеев, Ю.В. Ермошенко // ИрГУПС. – Иркутск, 2012. – 156 с.
11. Елисеев, С.В. Взаимодействие твердых тел в колебательных системах с упругими связями и сочленениями при действии внешнего вибрационного возмущения [Электронный ресурс] / С.В. Елисеев, В.А. Пискунова, А.А. Савченко. – Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/en/doc/486817.html>
12. Елисеев С.В., Артюнин А.И. Каимов Е.В. Эквивалентные преобразования в структурах механических колебательных систем, содержащих материальные точки // Материалы XVIII Всероссийской с международным участием конференции «Информационные и математические технологии в науке и управлении» Часть I. – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 1 – 10 июля 2013. – С. 173-182
13. Елисеев, С.В. Мехатронные подходы в динамике механических колебательных систем [Текст] / С.В. Елисеев, Ю.Н. Резник, А.П. Хоменко // Наука. – Новосибирск, 2011. – 394 с.
14. Белокобыльский, С.В. Прикладные задачи структурной теории виброзащитных систем [Текст] / С.В. Белокобыльский, С.В. Елисеев, В.Б. Кашуба // Политехника. – Санкт-Петербург, 2013. – 364 с.
15. Хоменко, А.П. Кинематические возмущения в динамике механических колебательных систем: обобщенные подходы в построении математических моделей [Текст] / А.П. Хоменко, С.В. Елисеев // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2014. – № 4(44). – С. 8-18.
16. Елисеев, С.В. Приведенная жесткость и передаточная функция виброзащитной системы при стационарных и периодических воздействиях [Текст] / С.В. Елисеев, Ю.В. Ермошенко, А.А. Гордеева // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2011. – № 1(29). – С. 74.
17. Белокобыльский, С.В. Рычажные связи в механических цепях. Динамические аспекты [Текст] / С.В. Белокобыльский, С.В. Елисеев, В.Б. Кашуба, И.С. Ситов // Системы. Методы. Технологии. – 2012. – №3(15). – С. 7-16.
18. Елисеев, С.В. Рычажные связи в динамических взаимодействиях механических колебательных систем с двумя степенями свободы [Текст] / С.В. Елисеев, Ю.В. Ермошен-

ко, Р.С. Большаков // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2012. – №1-2. – С.6-12.

19. Хоменко, А.П. Мехатроника виброзащитных систем. Некоторые вопросы обеспечения адекватности расчетных схем и структурные интерпретации [Текст] / А.П. Хоменко, С.В. Елисеев // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2012. – № 1(33). – С. 8-13.

20. Елисеев, С.В. Передаточные функции механической колебательной системы. Возможности оценки приведенной жесткости [Текст] / С.В. Елисеев, Е.А. Паршута,

21. Р.С. Большаков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – №1. – С.11-18.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПРОВЕРКИ КОРРЕКТНОСТИ ПРОГРАММ, РЕАЛИЗУЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО КУРСУ «ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ»**

***Завьялов И.А.***

магистр кафедры «Кибернетика»,  
факультет «Кибернетика и информационная безопасность»,  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
Россия, г. Москва

***Тихомирова А.Н.***

доцент кафедры «Кибернетика», кандидат технических наук,  
факультет «Кибернетика и информационная безопасность»,  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
Россия, г. Москва

В статье изучение и написание алгоритмов в различных формах рассматривается в качестве способа обучения студентов основам построения алгоритмов и изучения принципов построения компьютерных программ. Развитие сферы ИТ технологий и всё усложняющиеся машиностроение требуют чёткого понимания принципов функционирования сложных кибернетических систем, играющих в жизни людей всё большую роль. Для формирования представления об этой сфере деятельности человека у начинающих специалистов необходимо значительное количество наглядного и подробного обучающего материала. Эту задачу решает программный комплекс, включающий в себя теоретические материалы по курсу, эмуляторы построения разного типа алгоритмов, систему проверки выполненных заданий и ряд других функций.

*Ключевые слова:* обучение, алгоритм, машины Тьюринга, алгоритмы Маркова, машина Поста, алгоритмическая неразрешимость, построение алгоритмов.

На сегодняшний день одной из самых активно и динамично развивающихся областей науки является сфера ИТ технологий. Различные электронные устройства, со всё расширяющимся функционалом, под управлением всё более сложных программ активно проникают во все аспекты жизни современного человека. Пользователь требует от машин всё новых возможностей, всё

более гибкого и сложного поведения, способности адаптироваться под меняющиеся обстоятельства. Таким образом, встаёт вопрос если не о разумной машине, то о машине, способной обучаться. Данный вопрос был поднят Тьюрингом ещё в 1950 году, в известной статье «Могут ли машины мыслить?», где автор выражает надежду, что машины в будущем смогут успешно соперничать с человеком во всех чисто интеллектуальных областях [6]. Однако, в основе работы любой машины, даже самой сложной и уже почти интеллектуальной, лежит какая-либо программа, алгоритм. Важнейшими проблемами при написании какой-либо системы являются проблемы логики её работы (алгоритмизация) и проверки правильности функционирования, нахождения противоречий и бесконечных циклов. Алгоритмы могут быть различной сложности и разветвлённости и иметь в своей основе различные принципы. Одни основаны на переборе возможных вариантов действий и выборе наилучшего в данных условиях при заданных критериях выбора. Другие используют более сложные принципы работы, например, различные правила и аналогии, специализированные знания о предметной области. На этих принципах построены интеллектуальные системы и системы распознавания образов. Однако, в основе и простых, и сложных систем всё также лежит некий алгоритм, которому подчиняется система. Алгоритмическая неразрешимость продолжает оставаться одной из самых существенных проблем при создании любого алгоритма. Невозможность строго доказать правильность работы той или иной системы ставит серьёзные задачи перед создателями программы, которым необходимо гарантировать её работоспособность.

Таким образом, возникает необходимость в создании сложнейших алгоритмов, способных описать поведение той или иной техники в самых различных ситуациях, не допустив сбоев и заикливания. Но для этого начинающий специалист должен максимально чётко представлять себе работу самых простых алгоритмов, понимать принципы их построения и логику работы. Для достижения этих и других целей во многих вузах в России и за рубежом изучается курс «Теория Алгоритмов», позволяющий студентам освоить азы построения программ и создать прочную базу для последующей более сложной работы. Данный предмет изучается в ведущих отечественных вузах, таких как МГУ, МГТУ имени Баумана, МФТИ, МАИ, СПбГУ, а так же в НИЯУ МИФИ. Для повышения эффективности преподавания указанного курса разработан программный комплекс, позволяющий наглядно продемонстрировать работу различных алгоритмов, упростить понимание предмета для студентов, облегчить работу преподавателей, автоматизировать процессы тестирования и выполнения лабораторных работ, и т.о. сделать курс «Теории Алгоритмов» более эффективным в целом.

В состав программного комплекса входят эмуляторы машин Тьюринга, алгоритмов Маркова [2] и машины Поста [7], теоретический материал, система проверки корректности работы и оценивания написанных студентами алгоритмов. Схематично строение программного комплекса проиллюстрировано на рисунке.

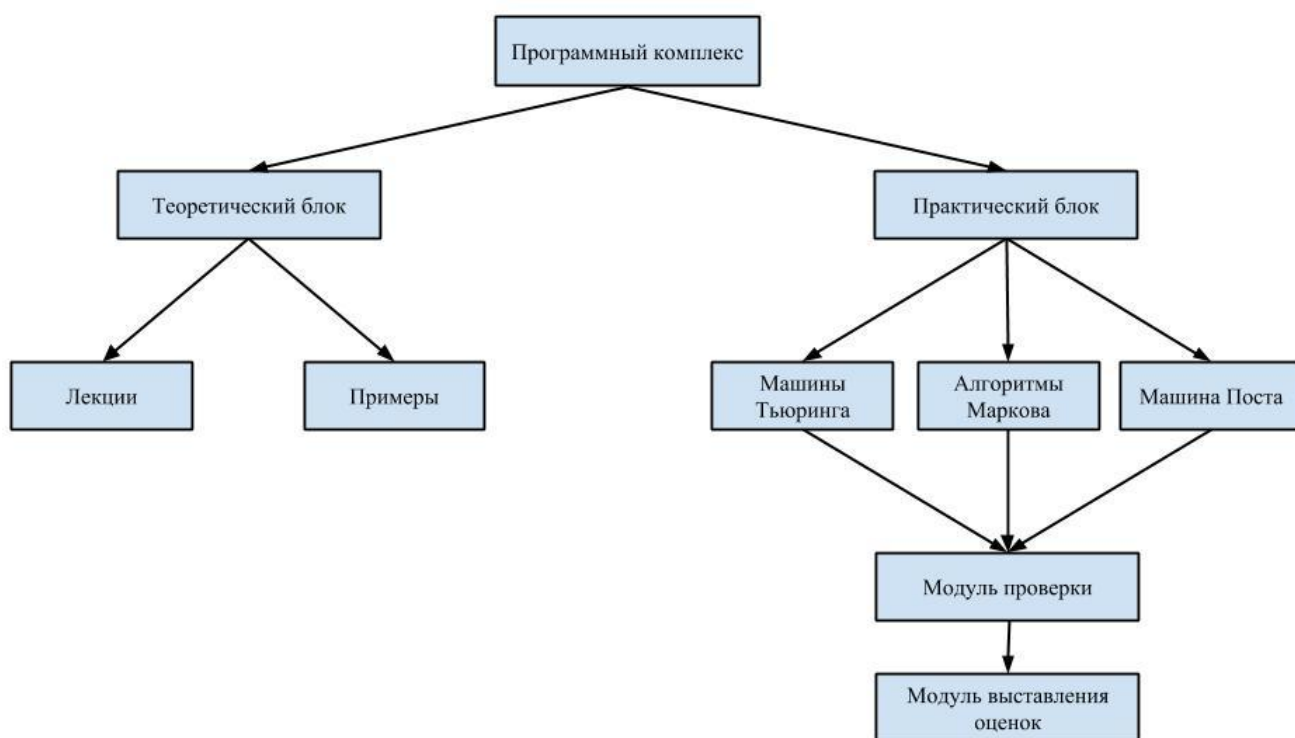


Рис. Схема программного комплекса

Машина Тьюринга – абстрактная (воображаемая) «вычислительная машина» некоторого точно охарактеризованного типа, дающая пригодное для целей математического рассмотрения уточнение общего интуитивного представления об алгоритме. Той же цели служат и алгоритмы Маркова и машина Поста. Доказано, что все перечисленные абстракции эквивалентны [5].

На сегодняшний день существует значительное количество программных средств, иллюстрирующих работу машины Поста, Тьюринга и алгоритмы Маркова. Но все они имеют существенные недостатки, не позволяющие использовать их в образовательных целях.

Отсутствие какого-либо теоретического материала и пояснений к интерфейсу программы, единственный режим работы (пользовательский), не достаточно детализированная система проверки – всё это не позволяет использовать существующие эмуляторы никак иначе, кроме как в качестве демонстрационных приложений или не самых удобных элементов для самообучения.

Программный комплекс, сопровождающий изучение курса «Теория алгоритмов», позволит студентам практиковаться в написании программ для классических машин Тьюринга, алгоритмов в соответствии с нотацией алгоритмов Маркова, а так же программ для машин Поста.

Для обеспечения легкого доступа к лабораторному комплексу он размещается на сайте, при входе на который студент сможет практиковаться в работе над курсом и выполнять контрольные задания. Так же на сайте представлен теоретический материал по курсу «Теория Алгоритмов», позволяющий разобраться в работе программ и вникнуть в суть написания алгоритмов [4]. Пользовательская документация, описывающая интерфейс и его работу

существенно упрощает использование комплекса для начинающего пользователя.

Как было сказано выше, одной из главных проблем, возникающих при создании лабораторного комплекса, является проблема проверки правильности работы введенного алгоритма, что, в свою очередь, связано с теоретической алгоритмической неразрешимостью задач подобного рода [1, 3].

Для решения данной проблемы в комплексе реализованы два режима – пользовательский и режим преподавателя. В пользовательском режиме система позволяет ввести любые инструкции, а после подтверждения студентом окончательной конфигурации программы выдаёт только итоговую оценку. В режиме преподавателя будут выделены ошибочные (приводящие к некорректной работе) строки кода, не пройденные тесты, заикливание программы и другие ошибки. Именно этот момент вызывает наибольшие трудности при реализации комплекса, что связано с принципиальной теоретической невозможностью эффективного (алгоритмического) определения любых нетривиальных инвариантных свойств машин, к которым в т.ч. относится классическая задача останова машины Тьюринга. Фактор останова машины является индикатором окончания процесса выполнения алгоритма, что в свою очередь необходимый шаг при проверке его корректности.

В рамках комплекса данная проблема решается двумя путями. Во-первых, для проверки знаний студентов составлены задачи, алгоритмы для решения которых заведомо имеют незначительную для данных вычислительных мощностей сложность. При таком условии появляется возможность установить критичный временной интервал, в рамках которого алгоритмы, структура которых корректна (нет заикливания или недопустимых конфигураций), обязательно остановятся. В противном случае алгоритм считается некорректным. Во-вторых, для проверки алгоритмов, структура которых признана корректной, на предмет правильности решения поставленной задачи используются разработанные вручную тестовые последовательности символов входного слова, написанные специально для каждого из вариантов задания, а также правильные последовательности символов слова выходного (результата выполнения алгоритма). В списке таких последовательностей присутствуют, в том числе, крайние случаи: пустое слово, слова, состоящего из одного символа, из нескольких одинаковых символов алфавита и т.д. Такая система контроля правильности введенного алгоритма позволяет с уверенностью утверждать, что тот или иной введенный алгоритм верен или ошибочен.

Использование данной обучающей программы позволит повысить усвояемость материала, создать чёткое представление об алгоритме и методике построения программ у студентов, а также существенно снизить нагрузку на преподавателей.

#### **Список литературы**

1. Игошин, В. И. Математическая логика и теория алгоритмов [Электронный ресурс] / В. И. Игошин. – Режим доступа: [http://www.e-reading.link/djvureader.php/134621/Igoshin\\_-\\_Matematicheskaya\\_logika\\_i\\_teoriya\\_algoritmov.html](http://www.e-reading.link/djvureader.php/134621/Igoshin_-_Matematicheskaya_logika_i_teoriya_algoritmov.html).

2. Марков, А. А. Нагорный, Н. М. Теория алгоритмов [Текст] : А. А. Марков, Н. М. Нагорный. – Москва, 1984.
3. Носов, В. А. Основы теории алгоритмов и анализ их сложности. Курс лекций [Текст] : В. А. Носов. – Москва, 1992.
4. Рублёв, В. С. Основы теории алгоритмов [Электронный ресурс] / В. С. Рублёв. – Режим доступа: [http://ivt.corp7.uniyar.ac.ru/moodle/pluginfile.php/65/mod\\_page/content/1/edu/Informatika.pdf](http://ivt.corp7.uniyar.ac.ru/moodle/pluginfile.php/65/mod_page/content/1/edu/Informatika.pdf).
5. Тихомирова, А. Н. Сафоненко, Н. В. Практикум по теории алгоритмов [текст] : доцент / А. Н. Тихомирова. – Москва, 2010.
6. Тьюринг, А. Могут ли машины мыслить? [Электронный ресурс] / А. Тьюринг. – Режим доступа: <https://inf.1september.ru/2000/2/art/alan1.htm>.
7. Успенский, В. А. Машина Поста [Текст] : В. А. Успенский. – Москва, 1988.

## **ТЕРМОДИНАМИКА РАСТВОРОВ КИСЛОРОДА В ОБЛАСТИ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ХРОМА В РАСПЛАВЕ**

***Коврига Е.В.***

доцент кафедры машиностроения,  
Армавирский механико-технологический институт  
(филиал) ФГБОУ ВПО «КубГТУ», канд. хим. наук, доцент,  
Россия, г. Армавир

***Сумская О.А.***

доцент кафедры машиностроения,  
Армавирский механико-технологический институт  
(филиал) ФГБОУ ВПО «КубГТУ», канд. техн. наук, доцент,  
Россия, г. Армавир

В статье показаны результаты исследований по растворимости кислорода в высокохромистых сталях.

*Ключевые слова:* растворимость, концентрация, высокохромистые стали.

Современное машиностроение характеризуют непрерывно растущая энергонапряженность, а также тяжелые условия эксплуатации машин (высокий вакуум, низкие или высокие температуры, агрессивные среды, высокая радиация и т. д.). Такие условия работы машин предъявляют к материалам особые требования. Для удовлетворения этих требований создано много сплавов на основе различных металлов.

В современной технике непрерывно расширяется применение хромистых и высокохромистых сталей, что связано с развитием химического и энергетического машиностроения. Однако растворимость кислорода в этих сталях, определяющая в значительной степени качество готового металла, изучена еще недостаточно. Некоторые вопросы термодинамики растворов кислорода в железо-хромистых расплавах нуждаются в дополнении, несмотря на довольно большое число работ, посвященных этой проблеме.

В литературе, в частности, практически отсутствуют экспериментальные данные и термодинамические расчеты, относящиеся к растворимости кислорода в железо-хромистых расплавах при концентрациях хрома более 25%.

В связи с этим изучение растворимости кислорода в этих расплавах представляет не только теоретический, но и большой практический интерес.

Ввиду того, что концентрация хрома в высокохромистых расплавах существенно выше концентрации кислорода, уравнение для коэффициента активности, выраженное через параметры взаимодействия первого и второго порядков, имеет вид:

$$\ln \gamma_0^{Cr} = \varepsilon_0^{Cr} \cdot N_{Cr} + \rho_0^{Cr} \cdot N_{Cr}^2 \quad (1)$$

в этом случае:

$$a_0 = N_0 \exp(\varepsilon_0^{Cr} \cdot N_{Cr} + \rho_0^{Cr} \cdot N_{Cr}^2). \quad (2)$$

$$K_{Cr_2O_3} = \frac{1}{N_{Cr}^2 \cdot a_0^3} = \frac{1}{N_{Cr}^2 \cdot N_0^3 \cdot (\gamma_0^{Cr})^3}. \quad (3)$$

Из уравнения (3) с учетом (2) вытекает, что растворимость кислорода в Fe-Cr расплавах в области высоких концентраций хрома описывается следующей зависимостью:

$$N_0 = \frac{\exp(-\varepsilon_0^{Cr} \cdot N_{Cr} - \rho_0^{Cr} \cdot N_{Cr}^2)}{\sqrt[3]{K_{Cr_2O_3} \cdot N_{Cr}^2}}. \quad (4)$$

Параметры взаимодействия первого  $\gamma_0^{Cr}$  и второго ( $\rho_0^{Cr}$ ) порядков вычисляются путем совместного решения двух уравнений, одно из которых находится из условия минимальной растворимости кислорода по уравнению (4), согласно методике работ [1, 2], а другое – из условия его предельной растворимости в чистом жидком хrome при экстраполяции зависимости (4) на  $N_{Cr}=1$ .

Таким образом получаем следующую систему уравнений:

$$\partial N_0 / \partial N_{Cr} = 3 \cdot \varepsilon_0^{Cr} \cdot N_{Cr} + 6 \cdot \rho_0^{Cr} \cdot N_{Cr}^2 + 2 = 0 \quad (5)$$

$$N_{0,Cr}^m = K^{-\frac{1}{3}} \cdot \exp(-\varepsilon_0^{Cr} - \rho_0^{Cr}). \quad (6)$$

Предельная растворимость кислорода ( $N_{o,Cr}^m$ ) в чистом жидком хrome была определена экстраполяцией экспериментальных данных по растворимости кислорода в Fe-Cr расплавах на область чистого хрома.

В результате было найдено, что  $[O]_{Cr}^m = 0.30\%$  или  $N_{o,Cr}^m = 0.009684$  при  $1600^\circ \text{C}$  и  $[O]_{Cr}^m = 0.40\%$  или  $N_{o,Cr}^m = 0.0130$  при  $1650^\circ \text{C}$ .

Полученные данные удовлетворительно совпадают с результатами расчета растворимости кислорода в чистом жидком хrome по формуле, предложенной в работе [2], при экстраполяции ее на область температур  $1600^\circ \text{C}$  и  $1650^\circ \text{C}$ .

На основании наших данных температурная зависимость растворимости кислорода в чистом жидком переохлажденном хrome имеет вид:

$$\lg [O]_{Cr}^m = -\frac{8998}{T} + 4.281. \quad (7)$$



Совместное решение уравнений (5) и (6) с учетом (7), в пересчете на молярные доли, позволяет найти параметры взаимодействия  $\varepsilon_0^{Cr}$  и  $\rho_0^{Cr}$  при различных температурах.

Так, при 1600°C:  $\varepsilon_0^{Cr} = -10.4$ ;  $\rho_0^{Cr} = 5.72$ ;

при 1650°C:  $\varepsilon_0^{Cr} = -10.1$ ;  $\rho_0^{Cr} = 5.56$ .

Полученные значения параметров взаимодействия передаются следующими уравнениями:

$$\varepsilon_0^{Cr} = -\frac{21614}{T} + 1.14 \quad (8)$$

$$\rho_0^{Cr} = \frac{11538}{T} - 0.44. \quad (9)$$

Расчет растворимости кислорода в железо-хромистых расплавах по уравнению (4) с учетом найденных значений  $\varepsilon_0^{Cr}$  и  $\rho_0^{Cr}$  удовлетворительно описывает экспериментальные данные практически от 1%Cr до 70%Cr.

Значения  $\rho_0^{Cr}$  сравнивать практически, кроме как с нашими данными [2, 3, 4], не с чем, ввиду отсутствия о них сведений в литературе.

Как и следовало ожидать, значения  $\gamma_0^{Cr}$  и  $a_0$  непрерывно уменьшаются с увеличением концентрации хрома в расплаве, удовлетворительно совпадая с данными ряда авторов [1, 5, 6].

#### Список литературы

1. Аверин, В.В. К термодинамике растворов кислорода в жидких металлах и сплавах [Текст] / В.В. Аверин, А.М. Самарин // Изв. АН СССР, О.Т.Н., сер. Metallургия и топливо. – 1961. – № 5. – С. 3-10.
2. Коврига, Е.В. Термодинамика растворов кислорода, элементов-раскислителей и легирующих элементов в металлических расплавах на основе железа [Текст]: дис. ... канд. хим. наук / Е.В. Коврига – Краснодар, 2006. – 182 с.
3. Стороженко, И.Д. Термодинамика легирующих элементов и растворов кислорода в системе Fe-Cr-Si [Текст] / И.Д. Стороженко, Е.В. Коврига // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 9. – С. 65-66.
4. Термодинамика растворов кислорода в железо-хромистых расплавах [Текст] / Е.В. Коврига, В.Н. Данилин, В.Е. Шевцов, Н.И. Гусева // Сб. тр. научно-практ. конф. профес.-препод. состава АМТИ (филиала) ГОУ ВПО "КубГТУ". – 2005. – С. 181-190.
5. Новохатский, И.А. К методике исследования процессов раскисления металлических расплавов [Текст] / И.А. Новохатский, Б.Ф. Белов // Физическая химия. – 1970. – Т. 44. – № 8. – С. 2013-2017.
6. Солоненко, В.Г. Повышение качества режущих инструментов [Текст] / В.Г. Солоненко, Л.А. Солоненко, И.В. Двадненко, Е.А. Кривонос, А.А. Гоев, В.Н. Пучкин // СТИН. – 2007. – № 6. – С. 12-15.

# **МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ УГЛА ОТКЛОНЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ПОДВОДНОГО ПЛАНИРУЮЩЕГО ЗОНДА ОТ ЗАДАННОЙ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ БОКОВЫХ ТЕЧЕНИЙ**

***Куликовский К.Л.***

профессор кафедры «Информационно-измерительная техника» Самарского государственного технического университета, доктор технических наук, Россия, г. Самара

***Матвеев О.В.***

аспирант кафедры «Информационно-измерительная техника» Самарского государственного технического университета, Россия, г. Самара

***Долгов Ф.Н.***

аспирант кафедры «Информационно-измерительная техника» Самарского государственного технического университета, Россия, г. Самара

В статье предложен метод измерения угла отклонения подводного планирующего зонда от заданной траектории, под воздействием боковых течений. Метод основан на использовании двух пар преобразователей давления, измеряющих величину угла отклонения, направление, время появления и время воздействия силы течения на планирующий зонд. Приведено основное выражение для вычисления угла смещения реальной траектории от заданной.

*Ключевые слова:* подводный планирующий зонд, математическая модель траектории движения, метод измерения угла отклонения траектории, информационно-измерительная и управляющая система.

Для исследования океана в последние годы широко используются подводные планирующие зонды (ППЗ), которые за счёт изменения своей плавучести и положения центра тяжести совершают перемещения под водой, по траектории, близкой к синусоиде. Эти изменения происходят периодически и не требуют больших затрат энергии, что позволяет ППЗ перемещаться на большие расстояния, без всплытия на поверхность.

ППЗ являются носителями измерительной аппаратуры, тип которой зависит от поставленной цели, например: поиск тепловых потоков, поиск планктонных полей, определение геохимических свойств океана, поиск полезных ископаемых, обнаружение археологических и затонувших объектов, обслуживание технологических объектов таких как, нефтепроводы, газопроводы, кабели связи и т.д. [1, с. 5].

Для любых исследований, при измерении требуемых параметров, необходимо точно знать координаты положения ППЗ в водной среде: глубину погружения и смещение относительно заложенной траектории движения (координаты в горизонтальной плоскости), так как точность определения положе-

ния ППЗ, в момент получения информации, не менее важна, чем точность самого результата измерения.

Основным элементом ППЗ является информационно-измерительная и управляющая система (ИИУС), в которой на основании математической модели его движения закладывается соответствующая программа, управляющая изменением положения центра тяжести и плавучести во времени. В результате этого, в любой момент времени с момента начала движения можно определить место положения ППЗ в водном пространстве [2, с. 48].

Однако существующие математические модели движения не учитывают воздействие таких случайных факторов, как подводные течения, изменения стратификата температур, а также изменение плотности водной среды. Кроме того на определение координат ППЗ влияет неточность формирования управляющих воздействий.

Если неточность формирования управляющих воздействий может быть определена заранее и могут быть внесены дополнительные корректирующие воздействия, то подводные течения и изменения стратификата температур являются случайными факторами. В результате происходит смещение ППЗ относительно заданной траектории, что вызывает погрешность координаты его места положения.

Если смещение в вертикальной плоскости легко корректируются за счёт использования в ППЗ глубиномеров, то боковые смещения никак не измеряются, а следовательно, не корректируются, в связи с отсутствием соответствующих приборов и устройств. В этом случае, коррекция положения и вывод на требуемую траекторию могут быть осуществлены только при всплытии ППЗ на поверхность, однако сносы при этом могут достигать нескольких десятков километров.

Поэтому большой интерес вызывает разработка моделей, позволяющих определять отклонения траектории движения ППЗ от заданной, под воздействием боковых течений, а также формировать корректирующие воздействия.

Для определения угла сноса и отклонения траектории от заданного направления необходимо разработать ИИС, которая будет определять величину, направление, время появления и время воздействия силы течения на планирующий зонд.

Для этой цели был разработан метод измерения угла отклонения ППЗ от заданной траектории, на основании которого будет построена ИИС, позволяющая оперативно определять углы отклонения, начиная с момента попадания ППЗ в зону действия течений.

Принцип действия метода измерения, принципиальная схема которого представлена на рисунке, основана на использовании преобразователей давления.

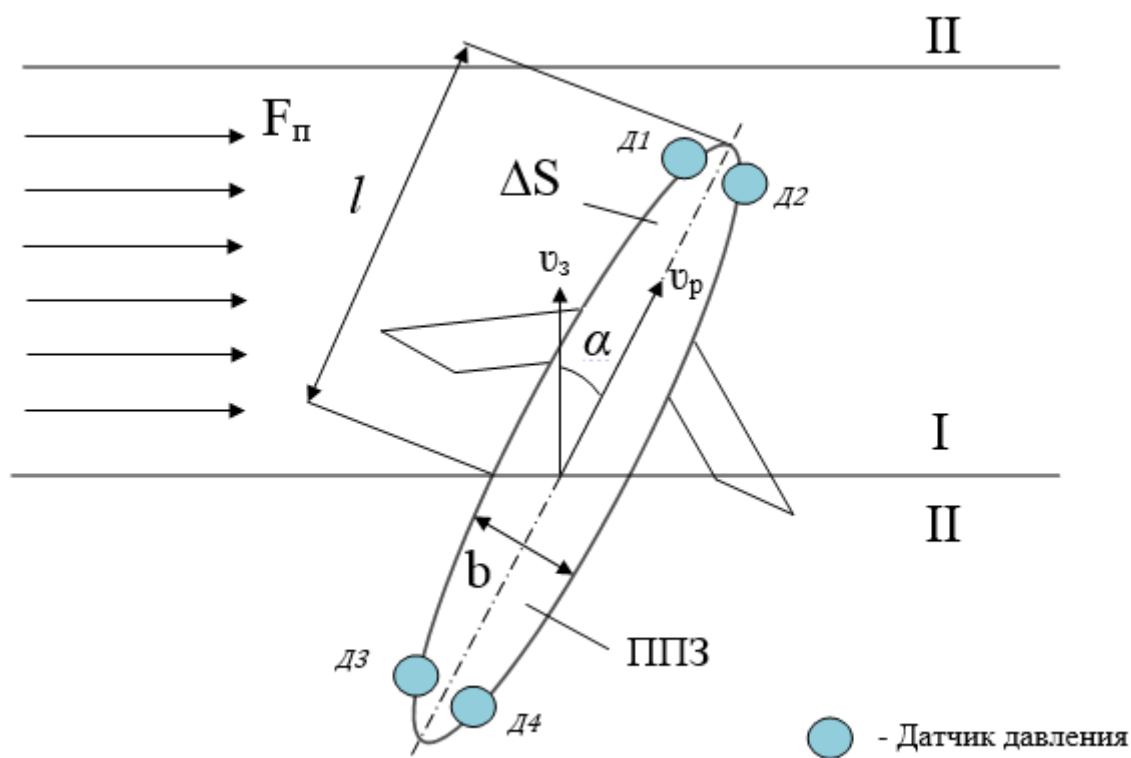


Рис. Принципиальная схема метода измерения

На рисунке: I – подвижная среда (зона течения); II – неподвижная среда;  $F_p$  – сила воздействия потока на корпус ППЗ; Д1, Д2, Д3, Д4 – датчики давления;  $\alpha$  – угол смещения;  $v_z$  и  $v_p$  – заданное и реальное направление движения;  $\Delta S$  – площадь,  $l$  – длина части корпуса,  $b$  – высота части корпуса ППЗ находящиеся в потоке среды I.

Метод основан на использовании четырёх преобразователей давления, расположенных симметрично относительно оси ППЗ, с двух сторон попарно – на носу Д1, Д2 и на корме Д3, Д4. Датчики расположены с двух сторон ППЗ, для того, чтобы определить направление движения потока.

При движении в неподвижной среде II, давление на всех датчиках будет одинаковое. Поток  $F_p$  действует с левой стороны (рис. 1), поэтому при вхождении ППЗ в область течения (систему координат I), появляется разность давлений: давление на датчиках Д1 и Д3 увеличится относительно давления на датчиках Д2 и Д4.

До того момента пока ППЗ полностью не войдёт в поток I (не выровняются все значения датчиков давления) он будет находиться в зоне действия силы изменяющей угол траектории движения по отношению к заданной.

В момент увеличения давления на датчике Д1 включается таймер, который ведёт отсчёт времени до выравнивания давлений на всех датчиках.

При выходе ППЗ из потока, возникнет аналогичная ситуация, т.е. носовые датчики будут измерять силу торможения, а хвост будет заноситься. При этом ППЗ будет поворачиваться в направлении, обратном направлению потока, и как следствие произойдёт обратный поворот ППЗ.

Сигналы с датчиков давления, после соответствующих преобразований, поступают в блок обработки информации, в котором, на основании разработанной специально для этой цели математической модели, рассчитывается угол отклонения  $\alpha$  реальной траектории от заданной, а также формируются корректирующие сигналы для изменения положения центра тяжести и плавучести, с целью возвращения ППЗ на исходную траекторию.

Формула для вычисления угла смещения  $\alpha$  реальной траектории от заданной имеет следующий вид:

$$\alpha(t) = P_0 \times \frac{H \sqrt{1 - \frac{l^2}{L^2}} \times \pi \times t}{(m_3 + k \times \rho_B \times V_{ВЖ}) \times (S - \pi \times v_3 \times h \times t)} \quad (1)$$

В выражении (1):  $\alpha$  – угол отклонения реальной траектории от заданной;  $P_0$  – динамическое давление потока воды;  $t$  – время, в течении которого рассматривается движение ППЗ;  $H, L, m_3, S, v_3$  – высота, длина, масса, площадь и скорость ППЗ соответственно;  $l, h$  – длина и высота части корпуса ППЗ, находящаяся в данный момент времени в потоке жидкости;  $k$  – коэффициент формы присоединённой массы воды;  $\rho_B$  – плотность воды;  $V_{ВЖ}$  – объём вытесненной жидкости ППЗ (объём ППЗ).

На основании выражения (1), зная скорость движения ППЗ, время прохождения корпуса ( $L$ ) границы между двумя средами, рассчитав угол смещения траектории по отношению к заданной, и зная время нахождения ППЗ в зоне действия течений, можно определить на каждый момент времени величину смещения ППЗ относительно заданной траектории. На основании полученных данных формируются корректирующие воздействия, позволяющие вернуть ППЗ на исходную траекторию.

#### Список литературы

1. Агеев М.Д. Создание автоматизированной сети океанографических измерений на основе АНПА с солнечной энергетикой [Текст] // Подводные исследования и робототехника. – 2006. – № 2. – С. 5-12.
2. Daniel, L. Underwater Gliders for Ocean Research [Текст] / L. Daniel et al. // Marine Technology Society Journal. – Spring 2004. – V. 38, № 1. – P. 48–59.

## ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ИНТЕРНЕТ ДЛЯ ПРОДВИЖЕНИЯ БИЗНЕСА

*Лазебная И.А.*

студентка кафедры ПОиВТ Белгородского государственного  
технологического университета им. В.Г. Шухова,  
Россия, г. Белгород

Большая и активная аудитория социальных площадок Интернета привлекает внимание маркетологов. Социальные сети предоставляют специальные инструменты для продвижения бизнеса в Интернете. Рассмотрены возможности социальных сетей Интернет при использовании их в маркетинговой деятельности, а также преимущества их использо-

вания перед традиционными видами рекламы. Для грамотного и эффективного продвижения бизнеса в социальных сетях необходимо проведение комплекса мероприятий. Social Media Marketing (SMM) – современный маркетинговый инструмент для многих видов бизнеса.

*Ключевые слова:* социальные сети; продвижение бизнеса; маркетинговая деятельность в Интернет; Social Media Marketing (SMM); оформление сообщества сети.

Одним из достаточно новых, но крайне интересным и эффективным маркетинговым инструментом для многих видов бизнеса является продвижение в Интернете. Среди основных способов продвижения бизнеса через Интернет можно выделить: продвижение сайта путем поисковой оптимизации, размещения контекстной и баннерной рекламы, а также методы продвижения через форумы, доски объявлений и социальные сети.

Главной особенностью современной онлайн-среды является то, что Интернет стремительно социализируется. Суммарная аудитория социальных площадок превышает миллиард пользователей и по некоторым оценкам в ближайшее время обгонит аудиторию поисковых систем [1, с.14]. Конечно же, такая большая и активная среда не могла не привлечь внимания маркетологов, поскольку одна из задач маркетинга – быть там, где есть аудитория.

На сегодняшний день специальный инструментарий, представляющий собой комплекс мероприятий по продвижению в социальных сетях – Social Media Marketing (SMM) становится отдельной наукой по грамотному и эффективному продвижению бизнеса в социальных сетях. Основными задачами при этом являются повышение продаж, спроса на услуги, анонсирование акций. Рассмотрим возможности, предоставляемые для этого социальными сетями и их преимущества в сравнении с другими средствами продвижения бизнеса.

Современный человек «перегружен» рекламой, он получает её из телевизора, со страниц печатных СМИ, с постеров в транспорте и т.д. В результате его мозг блокирует её восприятие. Это, естественно, сказывается на эффективности рекламы. В случае с социальными сетями, реклама выглядит как общение на актуальные для пользователя темы и распространение интересного для него контента.

Работа с аудиторией при использовании других маркетинговых инструментов, как правило, проводится в одностороннем формате: рекламодатель доносит информацию о своем продукте и не имеет возможности получить обратную связь. Использование же социальных сетей позволяет организовать этот процесс в двустороннем формате: пользователи могут высказывать свое мнение, спрашивать, участвовать в опросах. В результате происходит более глубокое взаимодействие с целевой аудиторией, чем в случае с традиционной рекламой [1, с.18].

Социальные сети используют такой актуальный инструмент, как создание сообществ. Сообщество – является одной из ключевых единиц для продвижения в социальных медиа. Вступая в сообщество, пользователи фактически остаются на постоянной связи. Администратор же получает возмож-

ность постоянно рассказывать о новинках, акциях, хитах продаж, что должно увеличивать эффективность ведения бизнеса.

Пользователи склонны делиться интересной им информацией со своим окружением. И социальные сети для этого предоставляют отличные возможности. Во-первых, пользователь может адресно отправлять информацию о продукте, услуге, либо ссылку на связанный с ним контент из своего окружения. Во-вторых, это возможность распространения понравившегося ему контента для всей своей аудитории с помощью встроенных механизмов социальных сетей. При верном подходе данная особенность может быть использована для максимально широкого распространения информации.

Социальные сети предоставляют максимальные возможности для фокусировки рекламной кампании на конкретный сегмент целевой аудитории. Пользователи добровольно публикуют информацию о себе, своих взглядах, интересах, предпочтениях и так далее. Ввиду этого рекламодатели могут весьма четко определять, каких именно пользователей заинтересует их объявление, и направить свои рекламные объявления конкретным пользователям в зависимости от информации в их профилях (возраст, пол, место жительства и прочее). Такой тип рекламы получил название таргетированной (англ. «*Target*» – цель).

Также важным вопросом при использовании социальных сетей для продвижения бизнеса является формат «кругового продвижения». В классическом маркетинге существует так называемый «закон трех контактов». Принцип «кругового продвижения» в социальных сетях состоит в том, чтобы вести активную деятельность на всех основных площадках и в каждом сообществе анонсировать остальные [1, с. 28].

В результате будет происходить частичный обмен аудиториями между сообществами различных площадок. Очевидным преимуществом такого подхода является то, что пользователю предоставляется возможность выбирать наиболее комфортную площадку, а не навязывается единственный вариант.

При этом работа на каждой площадке имеет свои особенности и свой оптимальный формат подачи материалов. Подавляющее большинство пользователей «ВКонтакте» лучше воспринимают визуальный контент, поэтому рекомендуется, чтобы не менее 50 % всех материалов занимал фото- и видеоконтент. Оптимальный формат для Facebook – информативные посты в микроблоге, размером в 300–1000 символов. Главный акцент Twitter – публикация привлекающих внимание объявлений со ссылками на страницы, где можно получить больше информации [1, с. 30].

Одной из важнейших задач маркетинговой деятельности является оценка эффективности проводимой кампании путем мониторинга отношения пользователей к продукту или услуге. Социальные сети предоставляют более широкие возможности для аналитики, нежели традиционные маркетинговые инструменты, такие как наружная или телевизионная реклама. Они дают возможность отслеживать целый ряд показателей через встроенную систему статистики. При этом ответы на многие вопросы носят конкретный количественный характер. Перечислим основные источники информации для ис-

следований: посещаемость, активность пользователей, выполнение целевых действий, анализ действий пользователей в социальных сетях, посещаемость, количество просматриваемых страниц, портрет аудитории, участие в опросах и др.

Естественно, что при малом охвате аудитории, SMM редко оказывается эффективным, поэтому работа в социальных сетях предполагает глобальный подход, большое количество контактов, часть из которых будет конвертироваться в целевые действия.

Еще одним преимуществом социальных сетей является то, что они предлагают достаточно широкий набор инструментария для оформления сообществ, который позволяет сделать страницу практически полнофункциональным сайтом, например, wiki-разметка для создания текстового или графического меню и хэштеги для оптимизации поиска пользователем всех сообщений, отнесенных к какой-либо теме.

Рассмотренный ряд возможностей социальных сетей при использовании их в маркетинговой деятельности, а также преимущества их использования перед традиционными видами рекламы позволяют сделать вывод, о том, что SMM представляет собой эффективный маркетинговый инструмент для многих видов бизнеса.

#### **Список литературы**

1. Халилов Д. Маркетинг в социальных сетях: первое руководство по маркетингу в соцсетях от российского практика. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 240 с.

## **ДИЛАТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СОСТАРЕННЫХ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ**

***Мамонтов С.А.***

ассистент кафедры «Конструкции зданий и сооружений»  
ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»,  
Россия, г. Тамбов

***Киселева О.А.***

доцент кафедры «Конструкции зданий и сооружений» ФГБОУ ВПО  
«Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент,  
Россия, г. Тамбов

В статье описывается исследование теплового расширения древесноволокнистого композита, подверженного тепловому и световому старению. На основе результатов дилатометрии рассчитаны коэффициенты линейного термического расширения и сделаны выводы о возможных структурных и фазовых изменениях, возникающих в материале под действием повышенной температуры и ультрафиолета.

*Ключевые слова:* древесноволокнистые плиты, термическое расширение, тепловое старение, УФ-облучение.



Древесноволокнистые плиты, широко применяются в строительстве. В процессе эксплуатации они могут подвергаться длительному воздействию повышенных температур, влажности, солнечного облучения и других факторов внешней среды, которые снижают их работоспособность. Таким образом происходит старение большинства полимерсодержащих композитов. Наиболее агрессивными факторами считаются повышенная температура и солнечная радиация (особенно УФ-часть) [1]. При этом, старение вызывает изменение как физической, так и химической структуры композитов.

Структурные изменения, возникающие в материале в процессе теплового старения и УФ-облучения, можно выявить с помощью прямых физических методов. Одним из таких является дилатометрия, которая исследует тепловое расширение тел и влияние на него различных факторов [2]. В работе исследовались ДВП, подверженные искусственному тепловому старению при температуре 80<sup>0</sup>С и УФ-облучению лампой ДРТ1000 в течение заданных промежутков времени.

Расположение дилатометрических кривых, представленных на рис. 1 свидетельствует о том, что длительное действие повышенной температуры (80<sup>0</sup>) и УФ-облучения приводит к изменению структуры ДВП. Наблюдаемое в интервале температур 20-40<sup>0</sup>С сужение образцов характерно для полимерных древесных композитов и объясняется испарением гигроскопической влаги из стенок клеток древесного вещества, а также возможной температурной усадкой полимера [1, 3].

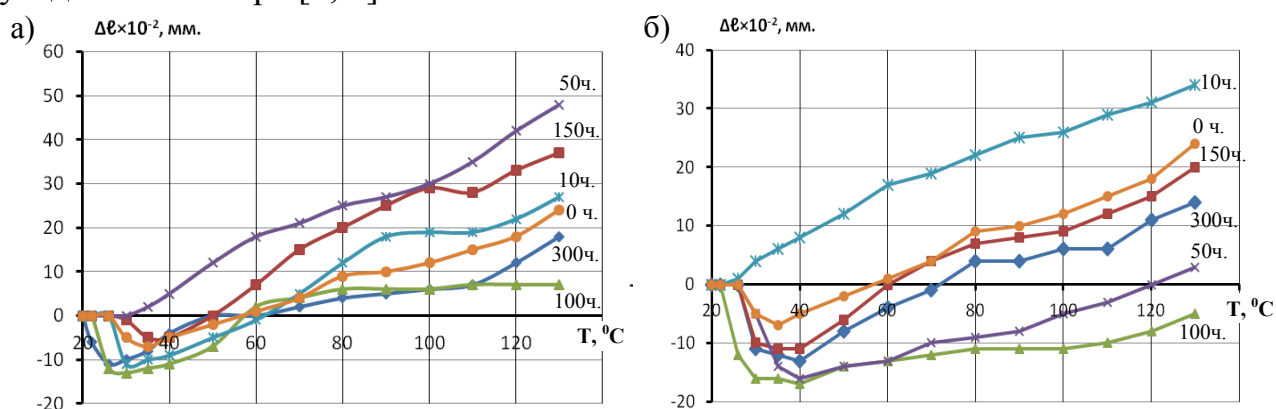


Рис. 1. Дилатометрические кривые древесноволокнистых плит, подверженных тепловому старению (а) и УФ-облучению (б)

Термоокислительные реакции, протекающие в композите под действием повышенной температуры, вызывают нарушение связей и делают материал рыхлым. В результате после 50 ч. теплового старения термическое расширение ДВП увеличивается, поэтому соответствующая дилатометрическая кривая лежит выше кривой, описывающей температурные деформации материала, не подверженного тепловому старению (рисунок 1 а).

Дальнейшее прогревание инициирует образование новых связей, повышающих жесткость композита. Данный факт подтверждается расположением кривой, соответствующей 100 ч. термического старения. Подобное поведение материала объясняется доотверждением полимерного термореактив-

ного фенолформальдегидного связующего, входящего в состав древесного композита [1, 3].

Вновь образовавшиеся связи, по-видимому, обладают слабой стойкостью к более продолжительному воздействию повышенной температуры. В результате, после 150 ч. прогрева наблюдается рост величины температурных деформаций (рисунок 1 а).

Дилатометрические кривые для ДВП, подверженных длительному УФ-облучению, представлены на рисунке 1б. Фотохимические реакции, вызванные ультрафиолетом, протекают в поверхностных слоях материала. При этом, после 50 и 100 ч. облучения наблюдается повышение жесткости композита, т.е. уменьшение его температурных деформаций. Данный факт можно объяснить дополнительным структурированием поверхностных полимерных слоев. Кроме того, установлено, что температура образцов в процессе УФ-облучения достигает 30<sup>0</sup>С, что также способствует образованию в нем дополнительных связей в результате разогрева изнутри.

С увеличением продолжительности облучения до 150 и 300 ч. реакции фотоокислительной деструкции проникают вглубь материала, что увеличивает его термическое расширение из-за нарушения однородности структуры.

Оценить влияние факторов старения на термическое расширение древесного композита, и соответственно на его структуру можно по изменению величины коэффициента термического расширения (таблица).

Таблица

**Влияние теплового старения (80<sup>0</sup>С) и УФ-облучения на величину коэффициента линейного термического расширения ДВП,  $\alpha$  (1/<sup>0</sup>С)**

	Величина коэффициента термического расширения $\alpha$ , 1/ <sup>0</sup> С					
	0	10	50	100	150	300
Тепловое старение	10,4x10 <sup>-5</sup>	15,8x10 <sup>-5</sup>	15,5x10 <sup>-5</sup>	11,5x10 <sup>-5</sup>	18,5x10 <sup>-5</sup>	9,45x10 <sup>-5</sup>
УФ-облучение	10,4x10 <sup>-5</sup>	10,1x10 <sup>-5</sup>	6,7x10 <sup>-5</sup>	5,5x10 <sup>-5</sup>	10,8x10 <sup>-5</sup>	12,2x10 <sup>-5</sup>

По величине коэффициента заметно, что термоокислительная деструкция увеличивает термическое расширение ДВП после 50 ч. прогрева в 1,5 раза. Образование дополнительных связей в следующие 50 ч. теплового старения снижает коэффициент в 1,3 раза. В целом после 150 ч. действия повышенной температуры температурные деформации материала увеличились на 44%.

Световое старение оказывает большее влияние на термическое расширение ДВП. Так, после 100 ч. облучения в результате дополнительного структурирования, коэффициент снижается в 2 раза. Зарождение дефектов в глубине материала после 300 ч. действия фактора вызывает рост термического расширения в 1,3 раза.

В заключении хотелось бы отметить положительный эффект от применения метода дилатометрии в изучении влияния старения на структуру древесных композитов. Проведенное исследование выявило увеличение термического расширения древесноволокнистых плит после длительного воздей-

ствия на них повышенной температуры в 1,8 раза, а после УФ-облучения – в 1,2 раза, что необходимо учитывать при их монтаже и эксплуатации.

#### Список литературы

1. Павлов, Н.Н. Старение пластмасс в естественных и искусственных условиях [Текст] / Н.Н. Павлов. – М.: Химия, 1982. – 220 с.
2. Новикова, С. И. Тепловое расширение твердых тел [Текст]: монография / С.И. Новикова. – М.: Наука, 1974. – 294 с.
3. Азаров, В.И. Химия древесины и синтетических полимеров [Текст] : учебник для вузов / В.И. Азаров, А.В. Буров, А.В. Оболенская. – СПб.: СПбЛТА, 1999. – 628 с.

## МЕТОДЫ ВНУТРЕННЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ САЙТОВ

**Мышенков К.С.**

профессор кафедры информационных систем  
ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», д-р. техн. наук, профессор,  
Россия, г. Москва

**Посевин А.К.**

магистрант кафедры информационных систем  
ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН»,  
Россия, г. Москва

В статье рассматриваются методы внутренней оптимизации веб-сайта и его отдельных страниц, а также влияние этих методов на ранжирование сайта в поисковых системах.

*Ключевые слова:* сайт, внутренняя оптимизация, продвижение, ранжирование.

Ключевую роль в процессе поискового продвижения любого интернет-проекта играет внутренняя оптимизация. Внутренняя оптимизация – это изменение страниц сайта с целью повышения их релевантности нужным поисковым запросам. В отличие от внешней оптимизации, методы внутренней оптимизации в большей степени влияют на результаты ранжирования во всех поисковых системах. Внутреннюю оптимизацию можно разделить на два вида: оптимизация сайта в целом и оптимизация отдельных веб-страниц.

**Рассмотрим методы внутренней оптимизации сайта.**

**1. Валидный, чистый код сайта.** Роботы поисковых систем не видят сайт глазами человека. Они способны лишь «читать» исходный код веб-документов, и если он содержит какие-либо ошибки, то это отрицательно сказывается на общем результате ранжирования сайта и на его позициях в поисковых запросах [1, с. 91].

**2. Тег Title (заголовок страницы).** Важный тег, которому поисковые роботы придают особое значение. Необходимо использовать ключевые слова в данном теге. Ссылка на сайт в результатах поискового запроса содержит текст из тега **Title** и является визитной карточкой веб-страницы. Именно по

данной ссылке происходит переход посетителя из поисковой системы на сайт, поэтому данный тег должен не только содержать важные ключевые слова, но и нести информацию о сайте в целом. Размер заголовка страницы желательно ограничить длиной в 60-80 знаков.

3. **Иерархия контента.** Чем выше располагается информация в текстовом документе, тем больше её важность. Поэтому, ниже шапки сайта должна сразу размещаться максимально важная часть текстового материала.

4. **Служебные элементы сайта** следует закрывать от индексации в файле **robots.txt** (если данная процедура возможна, не все конструкторы сайтов это позволяют). Кроме того, каждый блок на странице, направленный только на пользователя (человека), можно закрыть тегом **noindex** и добавить к ссылкам атрибут **nofollow**, тем самым закрыть эти блоки от индексации (скрыть от глаз поисковых роботов).

5. **Тематические материалы.** Желательно, чтобы все страницы сайта их содержали.

6. **Навигационное меню** должно быть в виде обычных ссылок. Если в дизайне веб-проекта в этих местах вставлены картинки, Flash-элементы или скрипты, то необходимо продублировать меню на главной странице текстовыми ссылками (иногда это делают в «подвале» сайта).

7. **Перелинковка.** Рекомендуется размещать в тексте гиперссылки на внутренние страницы сайта (на одной веб-странице желательно ставить 3-5 ссылок на другие страницы) [1, с. 23].

8. **Микроразметка.** Внедряя микроразметку, мы помогаем поисковому роботу лучше понимать суть контента и извлекать нужную информацию сайта для формирования сниппетов. Микроразметка дает возможность описывать различные типы информации (мероприятия, организации, рейтинги и т.д.) доступным для робота языком. **Schema.org** – это стандарт семантической разметки данных в сети, объявленный поисковыми системами Google, Bing и Yahoo! летом 2011 года [2].

Методы **внутренней оптимизации веб-страниц сайта** – это мероприятия, осуществляемые, как правило, при создании новых страниц.

1. **Подбор ключевых слов.** Это важный процесс, требующий особого внимания. При создании проекта новой веб-страницы для сайта должно решаться несколько задач: составление перечня ключевых слов; написание уникального текста под эти слова; придумывание заголовка страницы и её названия в меню. Все эти элементы должны быть идеально согласованы, только тогда можно рассчитывать на высокую релевантность страницы и попадание её в поисковую выдачу.

2. **Контент.** Размещаемый на странице сайта контент должен быть интересным, полезным и уникальным. Роботы поисковых систем высоко это ценят и ранжируют [1, с. 71].

3. **Заголовок веб-страницы (тег Title)** должен быть уникальным, легко читаемым и содержать ключевые слова. Длина заголовка страницы не должна превышать 80 знаков.

4. **Мета-теги keywords и description.** С недавних пор поисковики Google и Яндекс при ранжировании перестали их учитывать. Не стоит пренебрегать только тегом **description**, ведь он влияет на результаты поисковой выдачи. Кроме того, он существенно влияет на показатель CTR.

5. **Оптимизация веб-страницы** под 3-5 ключевых слов или фраз (исключением может являться главная страница сайта).

6. **Присутствие ключевых слов в тегах h1-h2** положительно влияет на релевантность веб-страниц.

7. **Плотность ключевых слов** на странице уже не актуальна. Вполне достаточно 3-5% и добротный текстовый контент, отвечающий общим запросам пользователей.

8. **Теги b, i, strong.** Выделяя данными тегами слова и фразы на страницах сайта, вы обращаете на них внимание поисковых роботов, указывая их важность. Злоупотреблять этим нет необходимости – достаточно употреблять их на одной странице 2-3 раза.

9. **Важную информацию** необходимо размещать как можно выше на странице.

10. **Ключевое слово, упомянутое в тегах title и alt на какой-либо картинке**, размещённой на веб-странице – приветствуется.

11. **Присутствие видео, фотоматериалов и другого медиаконтента** на веб-странице положительно сказывается на результатах оптимизации.

12. **URL-адреса веб-страниц** должны быть понятными и запоминающимися, в идеале, в них нужно встроить ключевое слово.

13. **Ссылки на другие внутренние страницы сайта**, имеющие отношение к тематике материала, встраиваются в тексты веб-страниц.

В условиях высокой конкуренций администраторам и разработчикам сайтов для повышения эффективности их использования и продвижения в поисковых системах необходимо провести комплекс мероприятий по внутренней оптимизации сайтов. Использование описанных выше методов при разработке и оптимизации веб-сайта позволит при индексации поисковым роботом получить доверительное отношение к сайту со стороны поисковых систем, что обеспечит ему более высокие позиции ранжирования при поисковых запросах [3, с. 35].

#### Список литературы

1. Гроховский, Л. SEO. Руководство по внутренним факторам. – Москва, 2012. – 125 с.
2. Яндекс Help [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://help.yandex.ru/webmaster/>
3. Бабаев, А. Раскрутка. Секреты эффективного продвижения сайтов. – СПб.: Питер, 2013. – 215 с.

# **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРНЫХ АГРЕГАТОВ В СИСТЕМЕ ГАЗЛИФТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН МОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**Наджафкулиева Р.С.**

ассистент кафедры «Инженерная графика»  
Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии,  
Азербайджан, г. Баку

**Габиев И.А.**

заведующий кафедры «Инженерная графика» Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии, д-р техн. наук, профессор,  
Азербайджан, г. Баку

**Алиев В.И.**

старший научный сотрудник НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия», д-р техн. наук, профессор,  
Азербайджан, г. Баку

В статье дается анализ существующей системы охлаждения ГМК установленных на ГКС или ДКС и практические причины возникновения осложнений в системе охлаждения приводящегося к потери производительности и сложные технические недостатки. Для устранения недостатков в системе охлаждения авторами предложена новая конструкция холодильников, способных конструктивно и технологично устранить практические дефекты при работе в системе охлаждения ГМК.

*Ключевые слова:* компрессорный газлифт, поршневой компрессор, морские нефтегазоконденсатные месторождения, попутный нефтяной газ, сжатый попутный нефтяной газ высокого давления.

Энергия является главным ключевым моментом жизни в XXI веке.

В этом аспекте нефтегазодобыча играет важную роль в энергетической системе.

Главным звеном в обустройстве нефтегазового или газоконденсатного месторождения является создание рациональной технологической системы «добычи, сбор, подготовки и транспортировки» добываемой продукции (нефть, газ, вода, механические примеси) и эффективное размещение нефтегазопромыслового оборудования.

Система «добычи, сбор, подготовки и транспортировки газа» называется совокупностью физических подобъектов для осуществления конкретного технологического процесса, заключенного в конечной области «нефтегазовый пласт-бурение – эксплуатация скважин – устья скважин – система сбора, подготовки и транспортировки продукции к потребителю» с определенными границами.

При этом система характеризуется не только своими промышленными границами, но и технологическими параметрическими свойствами добываемой продукции и внутренней энергией.

Поэтому нефтегазопромысловое оборудование подобранное проектным решением должен обеспечить нормальную эксплуатацию нефтегазовых скважин, как при процессе фонтанирования, так и при механическом воздействии в призабойную зону скважин.

Широкое внедрение компрессорного газлифтного способа позволяет осуществить интенсификацию добычи нефти и газа, повышение эффективности подготовки и утилизации попутного нефтяного газа и нефти из нефтегазовых месторождений, в т.ч. морских.

В системе ГНКАР компрессорная газлифтная добыча нефти и газа применяется во всех нефтегазодобывающих управлениях, эксплуатирующие морские нефтегазоконденсатные месторождения.

В промысловой практике непрерывный компрессорный газлифт характеризуется высокой технико-экономической эффективностью, отсутствием в нефтяных скважинах механизмов и трущихся деталей, простотой обслуживания и регулирования технологического режима работы каждой скважины.

Технологический процесс добычи нефти и газа компрессорным газлифтным способом заключается в основном в эксплуатации и обслуживании скважин, технологического оборудования и установок, система распределения газа, компрессорных агрегатов, установленных на газлифтных или дожимных компрессорных станциях (ГКС или ДКС), принадлежащих нефтегазопромысловому производству.

Совершенно ясно, что нормальная производственная деятельность всего комплекса технологических процессов в области добычи нефти и газа компрессорным газлифтным способом может осуществляться только на основе обустройства нефтегазовых месторождений высокоэффективным оборудованием. В этой связи усовершенствование существующей системы «компрессорной газлифтной добычи, сбора, подготовки и транспортировки продукции» путем повышения эффективности работы каждого оборудования нефтегазовых скважин и качественный сбор информации о технологических параметрах работы всей системы в т.ч. компрессорных агрегатов, позволяющие достоверно анализировать и рационально регулировать процесс добычи нефти и газа, являются весьма актуальными [1].

В промысловой практике в процессе эксплуатации газлифтных нефтегазовых скважин технологические параметры часто меняются. Это связано с изменением геологического и технологического состояния пласта, следовательно в забое скважины. Здесь необходимо отметить, что изучение технологических параметров связано как с технологическими операциями газлифтных скважин для определения добывных возможностей месторождений, так и разработкой и анализом добычи продукции, предопределяющими как первоначальные, так и текущее состояние геологопромысловой, технологической и технико-экономической информации.

В этом аспекте единая неразрывная система нефтегазодобывающих месторождений включает в себя следующие составляющие:

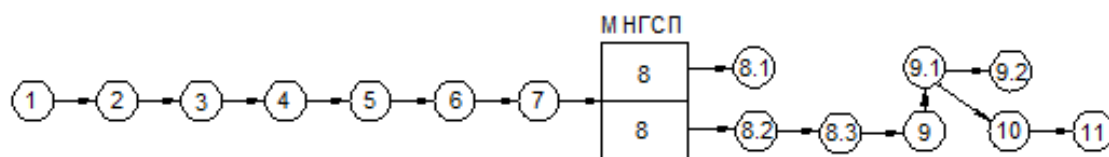


Рис. 1.

1 – пласт; 2 – газлифтные нефтегазовые скважины как источники добычи продукции; 3 – устья скважин; 4 – выкидные линии скважины для транспорта до первичного пункта подготовки продукции; 5 – блок технологический; 6-нефтегазосборный пункт (НГСП); 7-трубопроводная сеть для одновременного транспорта продукции нескольких скважин на морской нефтегазосборный пункт (МНГСП); 8-МНГСП; 8.1 – промысловые нефтепроводы для транспорта нефти на пункт подготовки (ГСП); 8.2 – промысловые газопроводы для транспорта попутного нефтяного газа низкого давления на газосборный пункт (ГСП); 8.3.- газопроводы для транспорта природного или попутного нефтяного газа высокого давления; 9-промысловые газопроводы для транспорта попутного нефтяного газа низкого давления от ГСП до ГКС или ДКС; 9.1-ГКС или ДКС; 9.2-промысловые газопроводы для транспорта сжатого попутного нефтяного газа к газлифтным скважинам; 10 – газопровод для транспорта сжатого попутного нефтяного газа высокого давления для переработки на газоперерабатывающем заводе; 11 – газопровод для транспорта сухого газа после его переработки к потребителю

Для создания оптимального давления газа на устье скважины перед направлением его на забой для подъема продукции наверх необходимо помнить, что это давление может обеспечивать заданный дебит скважины. Поэтому газлифтная или дожимная компрессорные станции (ГКС или ДКС) должны обеспечить непрерывно газлифтные нефтяные скважины сжатым газом в соответствии с установленным оптимальным рабочим давлением. При этом полная нагрузка для обеспечения всей системы газлифта сжатым газом падает на газомоторные поршневые компрессоры (ГМК), которые устанавливаются на ГКС или ДКС.

Как показывает практика, за все время эксплуатации ГМК условия работы агрегатов, особенно в морских условиях, не полностью соответствуют техническим условиям эксплуатации этих агрегатов указанной в ТУ завода-изготовителя и производительности действительной уменьшается, что не позволяет конкретно определить необходимое количество ГМК, для установления на ГКС или ДКС.

На основе накопленного многолетнего опыта работы ГМК в системах газлифта и транспорта попутного нефтяного газа низкого давления, которая проходит с технологической точки зрения в крайне тяжелых промышленных условиях, установлено, что показатели работы ГМК в единой системе газлифта и транспорта газа, технологически взаимосвязаны между собой (рис.2).



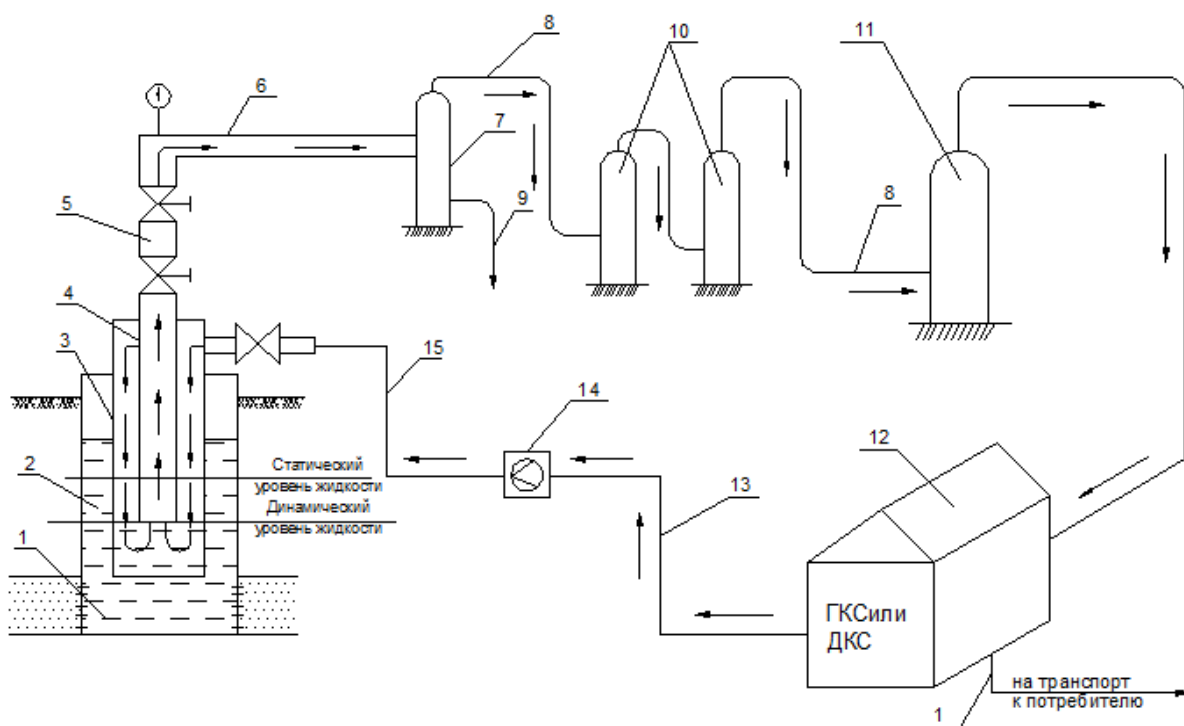


Рис. 2. Технологическая схема эксплуатации нефтяных скважин в компрессорной газлифтной системе

На рис.2. показана технологическая схема газлифтной системы эксплуатации нефтяных скважин, где одним из основных оборудования являются ГМК, установленные на ГКС или ДКС.

Как видно из технологической схемы, в процессе эксплуатации газлифтных нефтяных скважин продукция, добываемая из забоя скважины 1, через лифтовые трубы (насосно-компрессорные трубы) 4, фонтанную арматуру 5 и выкидную линию 6 поступает в промысловый первичный пункт подготовки продукции, где с помощью нефтегазосепаратора 7 происходит разделение на жидкость (нефть, вода, механические примеси) и попутный нефтяной газ.

Жидкость по линии 9 направляется в пункт подготовки нефти, а попутный нефтяной газ по промысловым газопроводам 8 с давлением  $1,1 \div 1,2$  МПа направляется в промысловый газосепарационный пункт 10 и, пройдя там 2-ступенчатую сепарационную подготовку, по промысловому газопроводу 8 транспортируется на расстоянии 25-35 км к головному газосепаратору 11 ГКС или ДКС. Попутный нефтяной газ низкого давления после подготовки на головных газосепараторах направляется на прием ГМК установленные на ГКС или ДКС 12, где газ с давлением  $0,5 \div 0,6$  МПа дожимается до давления  $3,5 \div 3,7$  МПа для одной газлифтной системы или до давления  $7,5 \div 7,8$  МПа для другой газлифтной системы. На каждой ГКС или ДКС, согласно потребности промысла в сжатом газе, устанавливается до 10 единиц ГМК.

Сжатый до требуемого давления попутный нефтяной газ по промысловому газопроводу высокого давления 13 транспортируется на газораспределительную станцию 14 и оттуда после замера по распределительным газо-

проводам (разводящий газопровод) 15 подается в скважину 1. Со следующей последовательностью: сжатый до требуемого давления газ поступает в межтрубное пространство между первым 4 и вторым 3 насосно-компрессорными трубами, который спускают во внутрь эксплуатационной колонны 2, где попадая в забой, разгазирует жидкость. Разгазированная продукция из забоя по подъемным трубам 4 поднимается наверх и через фонтанную арматуру 5 направляется к выкидной линии 6 скважины и замкнутый цикл непрерывно повторяется.

Таким образом, этот технологический процесс происходит непрерывно во всем периоде разработки месторождения газлифтным способом до следующего этапа замены способа добычи нефти другими механизированными способами.

Следует отметить, что независимо от условий работы ГМК в системах газлифта и транспорта попутного нефтяного газа в морских условиях эти компрессоры при соблюдении условий эксплуатации должны отвечать таким показателям, как производительность, надежность, безопасность, технологичность и экономичность.

Несмотря на общие эксплуатационные характеристики двух разных по давлению и потребляемому объему сжатого газа газлифтных систем, при добыче нефти из газлифтных скважин, постоянно появляется ряд геологических, технологических и технических осложнений в пласте, следовательно и в забое 3, что приводит к осложнениям в работе ГМК.

Изучив работы многих авторов в области газодинамического расчета поршневых компрессоров, в т.ч. их производительности, коих в последние годы публиковалось несметное количество, мы выявили, что нигде не рассматривались реальные процессы, происходящие в компрессорных агрегатах особенно 1-ой ступени и в силовых цилиндрах ГМК, работающих в системах газлифта и транспорта попутного нефтяного газа низкого давления с часто изменяющимися технологическими параметрами, связанного с системой охлаждения, как рабочей среды, так и компрессорных цилиндров, силовых цилиндров и систем смазки ГМК.

Поэтому, трудно переоценить важность тщательного изучения и понимания реального газодинамического процесса, происходящего в системах охлаждения поршневых компрессорных агрегатов при сжатии газа по ступеням и систем смазки от нормальной работы которого полностью зависит производительность и потребляемая мощность ГМК в целом.

В промысловой практике нарушение в системах охлаждения ГМК установленные в ГКС или ДКС всегда приводит к уменьшению производительности компрессорных агрегатов и увеличению технических дефектов особенно в цилиндрово-поршневой группе, как в силовой части, так и в компрессорной части [2].

После длительного изучения работы ГМК в системе газлифта авторами обобщены усредненные практические значения коэффициентов полезного действия ГМК в компрессорной газлифтной системе (и ее звеньев), объединенной для условий двух НГДУ ГНКАР, приведены в табл.1.

**Усредненные значения коэффициентов полезного действия ГМК  
в компрессорной газлифтной системе**

П/П	Коэффициенты звеньев	ГКС или ДКС в системе газлифта
1	Полной отдачи мощности при сжатии газа газового двигателя, $\eta_{гд}$	0,91
2	Газомоторный поршневой компрессор (компрессорной части ГМ), $\eta_{гmk}$	0,75
3	Промысловые газопроводы, $\eta_{пг}$	0,2
4	Газораспределительные станции, $\eta_{грс}$	0,1
5	Разводящие газопроводы, $\eta_{рг}$	0,1
6	Газлифтная нефтяная скважина, $\eta_{скв}$	0,7
7	Вся система компрессорного газлифта $\eta_{кгс}$	0,5-0,6

Анализ таблицы позволило выявить два направления повышения эффективности добычи нефти и газа компрессорной газлифтной системой:

1. Повышения эффективности охлаждения силовых и компрессорных цилиндров согласно техническому условию завода-изготовителя, охлаждения межступенчатого сжатого газа и систем смазки и сокращение при этом промежуточных непредвиденных простоев работы ГМК из-за перебоев в системах охлаждения;

2. Повышения эффективности удельного расхода мощности ГМК для сжатия 1 кг попутного нефтяного газа и технико-экономических показателей работы ГМК в непрерывном цикле системах газлифта и транспорта газа.

Как известно в системе нефтяной компании Азербайджана для нормальной работы ГМК установленные на ГКС или ДКС проектом предусматриваются следующие системы охлаждения (рис.3).

– охлаждения силовых цилиндров умягченной водой согласно техническому паспорту завода-изготовителя. Однако в морских условиях из-за отсутствия умягченной воды проектным решением предусматривается применение обыкновенной питьевой воды, в которой в процессе эксплуатации ГМК в рубашках силовых цилиндрах осаждаются накипи приводящие к нагреву силовых цилиндров;

– охлаждения компрессорных цилиндров без необходимой подготовки морской водой, температура которого осенне-зимний период не более 5-10 °С, в весенне-летний период не более 15-17 °С. В процессе эксплуатации рубашки компрессорных цилиндров загрязняются и происходит отложения ракушки, водоросли и другие механические примеси. В результате этого проход в рубашках значительно уменьшается и поступление очередного количества охлаждающей морской воды снижается. В результате компрессорные цилиндры нагреваются намного больше чем в техническом паспорте и производительность уменьшается.

– охлаждения в холодильниках сжатого попутного нефтяного газа низкого давления по ступеням компрессорных цилиндров, от которого в значительной степени зависит производительность в целом ГМК.

— охлаждения в холодильниках смазочного масла по требованию технического условия завода-изготовителя, от которого зависит устранения технических дефектов, особенно износ трущихся деталей и узлов и их преждевременного выхода из строя.

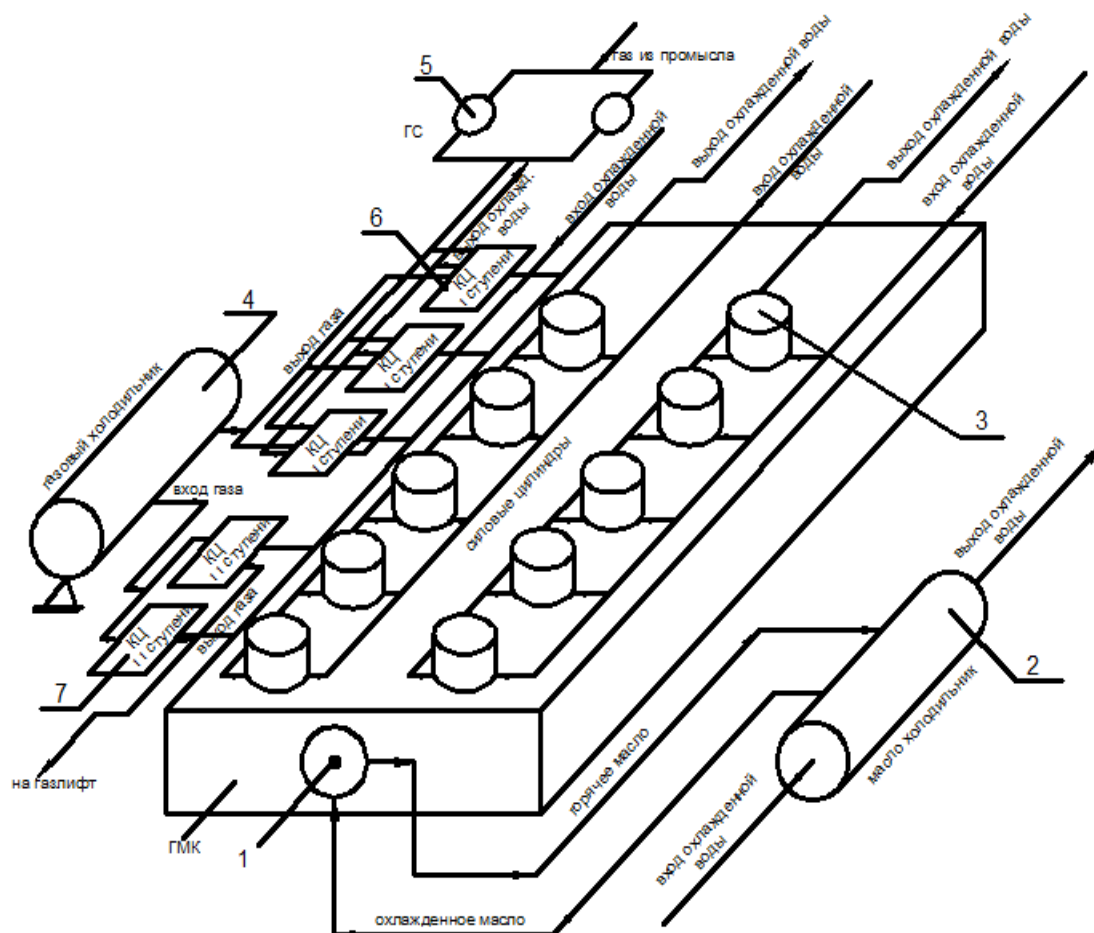


Рис. 3. Характерная схема расположения коммуникации и подачи охлаждающей жидкости для одного ГМК установленные на ГКС или ДКС

- 1 – масляной насос; 2 – холодильник для охлаждения масла; 3 – силовые цилиндры;
- 4 – газовый холодильник; 5 – газосепаратор; 6 – компрессорные цилиндры I ступени;
- 7 – компрессорные цилиндры II ступени

В настоящее время в системах газлифта, закачки газа в подземного хранения и транспорта газа в Государственной нефтяной компании Азербайджанской Республики эксплуатируются более 200 единиц ГМК разной модификации с суммарной мощностью более 220 МВт мощностью. Поэтому вопрос повышения эффективности и разработка новых высокоэффективных холодильников для системы охлаждения связанного с сжатием попутного нефтяного газа низкого давления и его транспортирования для промысловых нужд с использованием ГМК является крайне актуальным [3].

Изучение длительного времени причины выхода из строя нескольких существующих конструкций холодильников показывают, что охлаждающая жидкость при проходе зигзагообразном пространстве между трубочками очень быстро накапливается грязь, площадь прохода охлаждающей жидкости снижается и соответственно снижается поверхность охлаждения. Здесь при-

чиной является то, что скорость течения охлаждающей воды переходит в ламинарный режим и увеличивается объем застоя воды и площадь пространства для движения охлаждающей воды постепенно забивается.

Авторы изучив эти недостатки предложили совершенно другую конструкцию холодильника позволяющего исключить осаждения ракушек, водорослей и других механических примесей за счет поддержания постоянного турбулентного режима и скорости винтообразного течения охлаждающей воды.

Лабораторные исследования изготовленного малогабаритного образца новой конструкции максимально приближенного в промышленных условиях первоначально показали удовлетворительные технологические показатели.

### **Выводы**

1. Практически долгие годы изучив работы системы охлаждения ГМК установленные на ГКС или ДКС и эксплуатирующиеся в системе газлифтной эксплуатации морских нефтегазовых скважин установлена, что существующая система охлаждения далеко не эффективна из-за частого появления дефектов и снижения поверхности охлаждения холодильников, следовательно и остановки холодильных установок.

2. Для повышения эффективности работы холодильников и значительного снижения их остановки из-за дефектов предложена новая конструкция холодильников и согласовано промышленниками для его дальнейшей разработки чертежей и изготовления опытно-промышленного образца.

### **Список литературы**

1. Асадов О.С., Алиев В.И., Макаров В.В. Новый научный подход к определению реальной производительности поршневых компрессоров в системах газлифта и транспорта газа. М.: Издательство «Спутник +», 2011.
2. Беззубов А.В., Бухаленко Е.И. Компрессоры для добычи нефти. – М.: «Недра», 1987.
3. Пластинин П.И. Поршневые компрессоры. Том1. Теория и расчет, – М.: «Колос», 2000.

## **БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ – МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

***Никишев В.К.***

профессор кафедры компьютерных технологий  
Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова, к.т.н.,  
Россия, г. Чебоксары

***Сергеев Е.С.***

ассистент кафедры компьютерных технологий  
Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова,  
Россия, г. Чебоксары

Рассматриваются вопросы использования беспилотных летательных аппаратов при выполнении задач гражданского характера, Приводятся основы математического модели-

рования движения летательных аппаратов в нормальной системе координат.

*Ключевые слова:* БПЛА, беспилотный летательный аппарат, гуманитарные задачи, нормальная система координат, земная система координат.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) обладают рядом преимуществ: они обходятся намного дешевле пилотируемых аппаратов, исключают риск для жизни пилота, потребляют меньше топлива, большинство из современных БПЛА не нуждается в специальных взлетно-посадочных полосах [1]. Изначально предназначенные для военных целей, БПЛА все чаще используются при выполнении задач гражданского характера. Наиболее вероятное гуманитарное применение в области доставки и логистики – доставка небольших медицинских материалов, вакцин.

Для создания имитационной модели БПЛА используют специальные программные продукты, авиасимуляторы. Моделирование движения всех летательных аппаратов записывается в виде математических формул в проекциях на оси выбранных систем координат. Для построения математической модели существуют следующие наиболее распространенные системы координат: земная система, нормальная система координат, скоростная система координат.

В земной системе координат точкой отсчета может быть любая точка на поверхности Земли, летательный аппарат задается тремя осями координат:  $OX$ ,  $OY$ ,  $OZ$ . Ось  $OX_g$  направлена на север (в горизонтальной плоскости), ось  $OZ_g$  направлена на восток (в горизонтальной плоскости), а ось  $OY_g$  направлена вверх по вертикали.

Нормальная система координат. Центр масс летательного аппарата служит точкой отсчета, оси нормальной системы координат параллельны осям земной системы координат, т. е. оси  $OX_g$  и  $OZ_g$  в горизонтальных плоскостях направлены на север и восток соответственно, а ось  $OY_g$  направлена вверх по вертикали. Положение между этими системами координат определяется вектором  $r$  между их точками отсчета (рис. 1). Вектор  $r$  в проекциях на ось  $OY_g$  называется геометрической высотой.

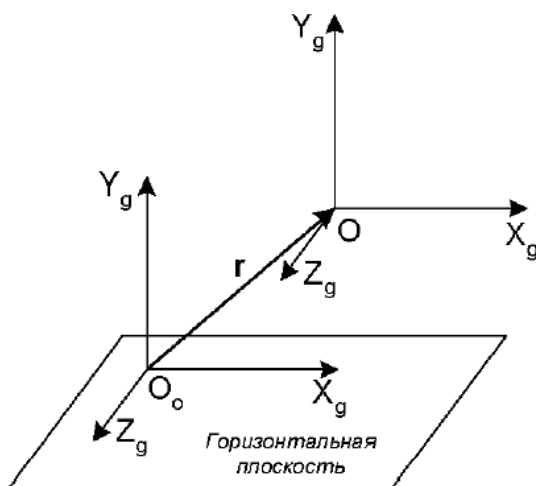


Рис. 1. Земная и нормальная система координат

*Связанная система координат.* Точка отсчета находится в центре масс самолета. Ось ОХ (продольная ось) направлена вперед по носу самолета. Ось ОZ (поперечная ось) направлена вдоль крыльев вправо. Ось ОУ (нормальная ось) направлена вверх в плоскости симметрии самолета (рис. 2).

Относительное положение ЛА между связанной и нормальной системой координат определяется через девять направляющих косинусов [2]. Чаще для определения относительного положения используют углы Эйлера. При пересчете через углы Эйлера последовательность поворотов по углам такова: поворот на угол рыскания  $\Psi$  (вокруг ось ОУ), поворот на угол тангажа  $\theta$  (вокруг нового положения оси ОZ) и поворот на угол крена  $\varphi$  (вокруг оси ОХ).

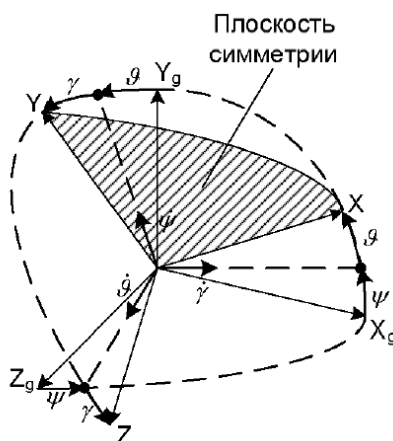


Рис. 2. Нормальная и связанная системы координат

Матрица перехода от нормальной к связанной системе координат имеет следующий вид (1):

$$D_{CB}^H = \begin{pmatrix} \cos \psi \cos \vartheta & \sin \gamma \cos \psi - \cos \gamma \cos \psi \sin \vartheta & \cos \gamma \sin \psi + \sin \gamma \cos \psi \sin \vartheta \\ \sin \vartheta & \cos \gamma \cos \vartheta & -\sin \gamma \cos \vartheta \\ -\sin \psi \cos \vartheta & \sin \gamma \cos \psi + \cos \gamma \sin \psi \sin \vartheta & \cos \gamma \cos \psi - \sin \gamma \sin \psi \sin \vartheta \end{pmatrix} \quad (1)$$

В рассмотренных системах координат описывается продольное движение летательного аппарата, кроме продольного моделируют боковое движение летательного аппарата. Для создания полной математической модели с учетом бокового движения, нужно учитывать все силы, действующие на БПЛА.

Стоит заметить, что несмотря на свой потенциал, использование БПЛА вызывает проблемы и требует дополнительных исследований.

#### Список литературы

1. The Unmanned Aerial Vehicle Systems Association (UAVS), [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.uavs.org/>, свободный.
2. Лурье А. И. «Аналитическая механика – М.: Физматлит – 1961. – 824 с.

# **ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ КАБЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ЧАСТОТНОГО МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ**

***Новикова Фрейре Шавиер Ж. да К.***

студент 4 курса кафедры «Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий» факультета Филиала ФГБОУ ВПО УГНТУ в г. Салавате,  
Россия, г. Салават

***Миронова И.С.***

доцент кафедры «Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий» Филиала ФГБОУ ВПО УГНТУ в г. Салавате,  
к-т. техн. наук, доцент,  
Россия, г. Салават

***Чернов К.В.***

магистрант 2014 года обучения кафедры «Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий» Филиала ФГБОУ ВПО УГНТУ в г. Салавате,  
Россия, г. Салават

***Максютов И.Н.***

магистрант 2013 года обучения кафедры «Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий» Филиала ФГБОУ ВПО УГНТУ в г. Салавате,  
Россия, г. Салават

В данной статье рассматривается оценка технического состояния высоковольтных кабелей, основанная на определении уровня деградации диэлектрических свойств изоляции путем анализа их частотных характеристик. Построение и анализ временных характеристик позволит количественно определить область предельного состояния, что даст возможность выйти на новый уровень оценки текущего состояния кабельных линий.

*Ключевые слова:* высоковольтный кабель, деградация изоляции, частотный метод, временные характеристики, оценка технического состояния.

Для предотвращения аварийных ситуаций связанных с выходом из строя кабельных линий и разработки стратегии по замене кабелей с опасными дефектами или с выработанным ресурсом изоляции необходимо иметь достоверную информацию о текущем состоянии изоляции кабелей. Для оценки состояния изоляции кабелей в условиях эксплуатации применяется регламентированный метод испытания повышенным выпрямленным напряжением [1, с. 34].

Но практика показывает, что испытания повышенным постоянным напряжением не только не гарантируют безаварийную последующую работу кабельной линии (далее КЛ по тексту), но и достаточно часто приводят к сокращению срока службы КЛ и преждевременному пробою изоляции кабелей и муфт. Особенно опасны такие испытания для КЛ с длительными сроками эксплуатации или с сильно состаренной изоляцией [2, с. 147].



Поэтому предлагается анализ амплитудно-фазовых частотных характеристик гармонического спектра периодического синусоидального сигнала при различных технических состояниях изоляции кабеля. Схема экспериментальной установки представлена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема экспериментальной установки

Определение частотных характеристик производится следующим образом: на вход кабеля подается единичный ступенчатый сигнал, на выходе кабеля регистрируется кривая переходного процесса, дающая передаточную функцию  $W(p)$ , из которой формальной заменой  $p$  на  $j\omega$  получаем обобщенную частотную характеристику [3, с. 83].

$$W(j\omega) = \frac{k \cdot (1 - T^2 \cdot \omega^2)}{(1 - T^2 \omega^2)^2 + T_1^2 \cdot \omega^2} + j \cdot \frac{k \cdot T_1 \cdot \omega}{(1 - T^2 \omega^2)^2 + T_1^2 \cdot \omega^2}. \quad (1)$$

По записям входного и выходного сигналов определяют отношение амплитуд на частоте  $\omega_i$  и получают  $|W(j\omega_i)|$ . Фазовый сдвиг  $\varphi(\omega_i)$  получают из сравнения положения максимумов кривых  $x_{вх}$  и  $x_{вых}$  [2, с. 125].

По результатам измерений строятся следующие зависимости: амплитудная частотная характеристика, фазовая частотная характеристика; амплитудная фазовая частотная характеристика (представлена в виде годографа на комплексной плоскости) [4, с. 65].

Пользуясь передаточной функцией и нормированными значениями основных электрических параметров кабеля можно определить расчетным путем область  $G$  расположения корней характеристического уравнения на комплексной плоскости, которая соответствует исправному состоянию кабеля, и грани-

цы области  $G$  соответствующие предельному состоянию кабеля. В результате сопоставления координат корней характеристического уравнения с границами области  $G$  делается заключение о состоянии кабельной линии. Для количественной оценки уровня деградации диэлектрических свойств изоляции кабеля использован метрический метод распознавания образов. Мерой уровня деградации служит расстояние между текущими значениями координат корней характеристического уравнения и координатами корней, соответствующих либо исходному, либо предельному состоянию изоляции.

На рисунке 2 изображена область  $G$  на комплексной плоскости корней характеристического уравнения, построенная по результатам расчета, и нанесены координаты корней, полученных экспериментальным путем при разных уровнях деградации диэлектрических свойств изоляции высоковольтного кабеля.

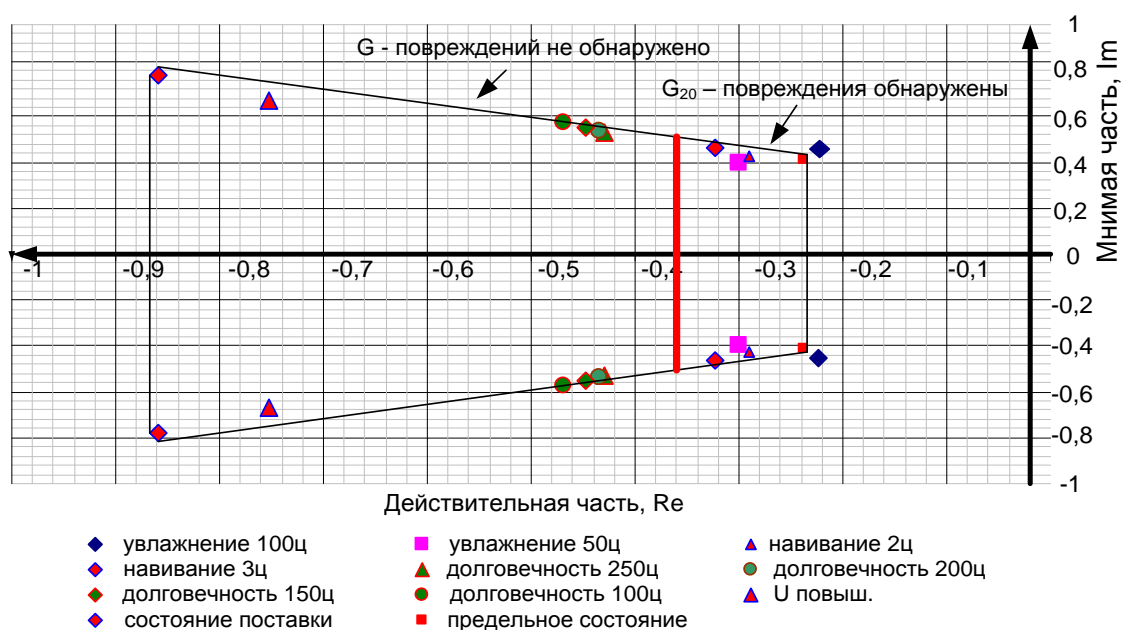


Рис. 2. Расположение корней характеристического уравнения передаточной функции высоковольтного кабеля при различных уровнях деградации диэлектрических свойств изоляции

В частотном методе диагностики, состояние изоляции кабеля подразделяется, в зависимости от расположения корней передаточной функции на комплексной плоскости, на 3 подгруппы – «Повреждение не обнаружено», «Повреждение обнаружено», «Обнаружено критическое повреждение». Состояние «Повреждение не обнаружено» соответствует расположению корней передаточной функции в области  $G$ . Расположение корней передаточной функции, не принадлежащее области  $G$ , соответствует состоянию «Обнаружено критическое повреждение».

Таким образом, построение и анализ временных характеристик позволит выйти на новый уровень оценки текущего состояния кабельных линий, то есть количественно определить область предельного состояния.

### Список литературы

1. Баширов, М. Г. Способ диагностики состояния изоляции кабельных линий [Текст] / М. Г. Баширов, Д. А. Заварихин, М. А. Миндолин, С. К. Мокшанцев // Электро-технологии, электропривод и электрооборудование предприятий – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2007. – 157 с.
2. Востриков, А. С. Теория автоматического регулирования: Учеб. пособие для вузов [Текст] : А. С. Востриков – 2-е изд. стер. – М.: Высш.шк., 2006. – 365 с.
3. Заварихин, Д. А. Оценка технического состояния и прогнозирование ресурса безопасной эксплуатации кабельных линий 6-10 кВ магистральных перекачивающих станций [Текст] / Д. А. Заварихин, М. Г. Баширов, М. А. Миндолин // Проблема сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2009. № 2. – С. 83-88.
4. Петрухин, В. В. Основы вибродиагностики и средства измерения вибрации [Текст] / В. В. Петрухин, С. В. Петрухин – М.: Инфра-Инженерия, 2010 – 176 с.

## К ПРОБЛЕМЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДЫХ КОМПОНЕНТОВ ОТРАБОТАННЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

**Овчинников В.П.**

заведующий кафедрой «Геотехника» ТюмГАСУ, д-р техн. наук, профессор,  
Россия, г. Тюмень

**Аксенова Н.А.**

доцент кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин» ТюмГНГУ, к.т.н.,  
Россия, г. Тюмень

**Иванова К.В.**

ассистент кафедры «Техносферная безопасность» ТюмГНГУ,  
Россия, г. Тюмень

**Рожкова О.В.**

ассистент кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин» ТюмГНГУ,  
Россия, г. Тюмень

В статье рассматривается проблема утилизации буровых отходов и последующего его применения для крепления скважин. Рассмотрен метод обжига шихты при высокой температуре и результаты предложены для использования полученного шлака в качестве клинкера для крепления высокотемпературных скважин.

*Ключевые слова:* утилизация, отходы бурения, строительство скважин, обжиг, клинкер, помол, шихта.

Рост объемов добываемых углеводородов, являющихся основным сырьевым материалом топливно-энергетического комплекса страны, не обходится без строительства новых нефтегазодобывающих скважин, объемы бурения которых составляют несколько десятков миллионов метров и постоянно увеличиваются.

Процесс строительства скважин сопровождается применением технологических жидкостей: промывочных растворов, жидкостей глушения, освоения, перфорационных сред и т.д. Все они, как правило, являются гетерогенными дисперсными системами, состоящими из твердых, жидких и газообразных компонентов. Химические реагенты, применяемые при бурении скважин, добыче и подготовке нефти, а также добываемые углеводороды и смеси к ним являются вредными веществами для растительного и животного мира, а также для человека.

Только предприятия нефтедобывающей промышленности России в последнее время ежегодно выбрасывают в атмосферу более 2,5 млн т загрязняющих веществ, сжигают около 6 млрд м<sup>3</sup> нефтяного газа, оставляют неликвидированными десятки амбаров с буровым шламом, забирают из водоемов 740 млн м<sup>3</sup> пресной воды. Ежегодно нарушается около 13 тыс. га земель, при этом рекультивируется менее половины. Общий объем отходов бурения от одной скважины составляет 2450 м<sup>3</sup>. Предполагая, что при плотности в 2300 и 1200 кг/м<sup>3</sup> для шлама и раствора соответственно, общая масса получается 3450 тонн отходов бурения на скважину.

После окончания строительства скважины, из-за негативного воздействия на геоэкологическую системы в районах ведения работ отходы следует утилизировать. Существует несколько способов утилизации. Это их термическая переработка (обжиг) в целях получения керамзита, это их сушка, и т.д. Наиболее распространенный способ ликвидации шламовых амбаров выглядит следующим образом: амбары освобождают от жидкой фазы, которую направляют в систему сбора с последующим использованием для поддержания пластового давления, а оставшийся шлам засыпают минеральным грунтом, обработанным соответствующим материалом, в частности торфосодержащим, а рекльтированную площадку засаживают растениями. Описанный способ ликвидации амбаров, утилизации твердых отходов бурения, имеет ряд существенных недостатков: возможность загрязнения природных объектов из-за разрушения (обвалов) стенок, их переполнения, недостаточной гидроизоляции стенок шламового амбара, что существенно при их сооружении в проницаемых грунтах и достаточно высоком содержании в буровом шламе нефтеуглеводородов, тяжелых металлов в подвижной форме, агрессивных поверхностно активных веществ и других химических реагентов [1, с.211; 2 с. 195].

Используемые при строительстве скважин, для разобщения интервалов залегания сыпучих горных пород и несовместимых по условиям бурения обсадные колонны крепятся растворами на основе тампонажных материалов. Наиболее распространенным является тампонажный портландцемент. В строительной промышленности используется строительный портландцемент. Их потребление составляет десятки, а может и сотни миллиардов тонн. Но на сегодня он в дефиците. Основным компонентом его производства является клинкер, получаемый обжигом до спекания основных сырьевых материалов – глины и карбонатсодержащих минералов (известняк, мергель, доломит и т.д.) В качестве последнего можно использовать и твердый остаток содового про-

изводства, на 60-70 % представленного карбонатом кальция и магния [3, с.218]. Следует отметить, что состав буровых шламов преимущественно представлен глинистой фазой. Это обусловлено технологией получения бурового раствора (обеспечением требований: выноса разбуриваемых пород, устойчивости стенок ствола скважины, предупреждением поглощения, поддержанием во взвешенном состоянии выбуренного шлама при прекращении циркуляции и т.д.), а так же наличием в геологическом разрезе месторождений глин и глиносодержащих пород различного минералогического состава. Таким образом, их использование в качестве вторичного сырья, например при производстве портландцемента позволило бы снизить затраты на разработку глинистых карьеров и обеспечить сохранность экологической обстановки в районах нефте- и газодобычи, а так же районах цементного производства.

Технология работ в этом случае будет заключаться в установке в районе базирования крупного нефтегазодобывающего предприятия печи обжига. Основным критерием выбора места установки – расположение объектов поставщиков сырьевых материалов, в данном случае бурового шлама и известьсодержащего материала. В процессе обжига смеси указанных материалов содержащаяся вода, органика и другие химические реагенты будут удалены в зоне «сушки», а в зонах «кальцинирования», «спекания» будут протекать химические реакции в твердом и расплавленном состоянии с образованием основных клинкерных минералов (алита, белита и т.д.) которые после охлаждения образуют готовый продукт – клинкер. Последний может быть использован для производства тампонажного материала различного назначения (в зависимости от геологотехнологических условий его применения: для повышенных температур и давлений, для интервалов с низкими положительными и отрицательными температурами, для интервалов с агрессивными пластовыми флюидами, содержащими коррозионные агенты и др.) Хотелось бы отметить, что в предложенной технологии из-за повышенной влажности глиносодержащего компонента (отхода бурения) обеспечивается однородность смешения (гомогенезация) сырьевых материалов и тем самым обеспечивается высокое качество шихты (смесь глинистого и карбонатсодержащего компонентов).

Изложенные предпосылки были апробированы при проведении лабораторных экспериментов. Для этого со скважины была отобрана проба бурового раствора, при бурении под кондуктор (0-450 м), содержащий до 70 % глинистой фазы. Остальное – утяжеляющая добавка и прочие компоненты разбуриваемых пород. В качестве кальцийсодержащего материала – известняк. Влажность шихты составляла 10-15 %, средняя плотность 1292 кг/м<sup>3</sup>. Обжиг осуществлялся в термошкафу Nabertherm CmbHL 9//11/SKM. Время обжига варьировалось от 30 до 45 минут, ориентировочно равна времени обжига в заводских условиях. Температура обжига составляла 1350-1450 °С. Результаты обжига оценивались визуально – по цвету и форме продукта обжига. Некоторые результаты представлены в таблице.

После охлаждения шихты № 3 на выходе были получены гранулы кристаллического состава по форме и виду сходные с клинкером портландцемента.

Таблица

**Результаты обжига смеси при температуре 1400 °С**

№	Состав шихты	Содержание, %	Явления, возникающие при обжиге
1	Буровой шлам	75-78	Реакции взаимодействия не наблюдается. Изменение цвета и формы не наблюдается
	Известняк	22-25	
2	Буровой шлам	50	Отмечаются процессы взаимодействия малой интенсивности Изменение формы, цвета продуктов обжига незначительно
	Известняк	50	
3	Буровой шлам	25-28	Смесь приобретает зеленоватый оттенок. Происходит изменение формы образца, наблюдается спекание, образование гранул
	Известняк	72-75	

Плотность продукта обжига составляла 2920 кг/м<sup>3</sup>. Полученные образцы были подвержены помолу до удельной поверхности порядка 300 м<sup>2</sup>/кг и затворены на технической воде. Помол осуществлялся с введением порядка 3% полуводного гипса. Водотвердое (В/Т) отношение составляло порядка 0,48 из условия обеспечения подвижности (растекаемость) по конуса АзНИИ 18-20 см. Твердение раствора протекало при температуре 22 °С в водной среде. Начало схватывания наступило через 55 мин, конец схватывания через 240 мин после затворения. Прочность сформированного при этих условиях цементного камня составила 2,72 МПа. Таким образом, была подтверждена возможность утилизации, в данном случае рационального использования отходов бурения.

Следует акцентировать внимание на то, что сходные приемы утилизации отработанного бурового раствора предлагались и ранее (например в SU182145 А1 от 15.06.1993 г.). Однако сведений о широком промышленном внедрении рассматриваемой технологии отсутствуют. По-видимому, для решения данной проблемы отсутствовала социальная необходимость, наличие кризисной ситуации в поставках импортных и производстве отечественных материалов. Необходимо так же указать и об отсутствии сведений по влиянию влияния минералогического и химического состава глин на качество конечного продукта. В настоящее время с развитием научно-технического прогресса и появления доступного оборудования для изучения и лабораторного исследования растворов в условиях скважины, применение отходов бурения обоснованно и является технически и экономически выгодно, так как позволяет решить сразу две актуальные проблемы, встающие при бурении глубоких и горячих скважин.

**Список литературы**

1. Овчинников, В. П. Буровые промывочные жидкости: учебное пособие для вузов / В. П. Овчинников, Н. А. Аксенова, Ф. А. Агзамов. – Тюмень: Изд-во «Нефтегазовый университет», 2011. – 354 с.

2. Технология бурения нефтяных и газовых скважин: Учебник для студентов вуза /В.П. Овчинников, Р.А. Исмаков, А.В.Оганов и др.; под общей ред. В.П. Овчинникова.Т.1-5. -Тюмень: ТюмГНГУ, 2014.

3. Овчинников В.П., Аксенова Н.А., Овчинников П.В. Физико-химические процессы твердения, работа в скважине и коррозия цементного камня : Учебное пособие. – Тюмень: Изд-во «Экспресс», 2011. – 368 с.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ШИРОКОПОЛОСНЫХ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СВЯЗИ В УСЛОВИЯХ СИНТЕЗА НОСИМЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ**

***Омётов А.Я.***

аспирант кафедры сетей связи и передачи данных Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича  
Россия, г. Санкт-Петербург

***Петров В.И.***

аспирант кафедры сетей связи и передачи данных Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича  
Россия, г. Санкт-Петербург

В статье рассматривается классическая модель функционирования носимых беспроводных сетей, а также представляется возможное перспективное направление развития данной технологии в условиях Интернета Вещей. Приведена информация о возможных преимуществах и проблемах предлагаемой концепции перед уже существующими.

*Ключевые слова:* Интернет вещей, широкополосный канал беспроводного доступа, множественный доступ, обзор концепции, носимые сети, IoT, Body Area Networks.

### **Введение**

Развитие современных технологий беспроводной связи открывает множество перспектив для реализации концепции носимых устройств, основной целью которых является контроль за здоровьем человека [1]. Существующие и находящиеся в разработке носимые устройства позволяют получать широкий спектр данных о работе человеческого тела: от таких параметров, как температура и кровяное давление, до частоты дыхания и ритма сердцебиения. Для обмена информацией друг с другом или с внешними узлами, носимые устройства могут формировать собственные беспроводные сети малого радиуса действия на поверхности и внутри человеческого тела. Ключевыми требованиями к подобным сетям являются простота реализации, минимальный размер и стоимость конечных узлов, а также длительное время автономной работы [2]. Важно отметить, что основную обработку данных предлагается производить удаленно (например, в «облаке»), что значительно снижает энергозатраты на стороне конечного пользователя и существенно снижает стоимость системы [3]. В то же время, оперативная передача акту-

альной информации с носимых устройств требует решения множества проблем, в первую очередь с точки зрения архитектуры. В частности, необходимо обеспечить надежную передачу данных между носимыми устройствами, беспроводные интерфейсы которых могут передавать сигнал только на расстояние нескольких метров, и удаленным сервером подключённым по кабелю к сети Интернет [4], [5].

В последующих разделах описана классическая архитектура носимых сетей, предлагаемая модификация данной архитектуры в рамках концепции Интернета Вещей, а также качественное сравнение указанных подходов.

### **Классическая архитектура носимых сетей**

На Рисунке 1 представлена общепринятая модель используемая в условия носимых беспроводных сетей, где ключевым узлом является мобильный шлюз [6]. В роли шлюза может выступать портативное устройство, в котором присутствует как интерфейс для взаимодействия с носимой сетью, так и классические беспроводные интерфейсы среднего (например, Wi-Fi) и дальнего (например, GSM) радиуса действия для передачи информации в сеть Интернет. Основная задача шлюза заключается в агрегации данных с сенсоров и дальнейшая передача в сеть [7]. Данные могут быть сохранены на удаленном сервере и позже обработаны лечащим врачом. Также при необходимости, ряд данных может быть оперативно проанализирован на предмет необходимости оказания срочной медицинской помощи.



Рис. 1. Классическая топология носимых беспроводных сетей

Стоит отметить, что критическим узлом такой системы является сам шлюз, т.к. необходимо постоянное наличие специального устройства (например, мобильного телефона) в непосредственной близости от тела пользователя. Данная проблема является существенной и может быть решена при использовании подхода, представленного в следующем разделе.

### **Предлагаемая архитектура носимых сетей**

Концепция Интернета Вещей базируется на предположении, что группа устройств соединена между собой для совместного сбора, передачи и об-



работки данных по средствам канала связи [8]. Сложность использования проводных решений возрастает на основании дороговизны развертывания и изменения топологий сетей личного и, в особенности, индустриального масштабов [9]. Таким образом, очевидным решением является использование беспроводных технологий связи (например, IEEE 802.11 Wi-Fi), которые уже сейчас находят широкое применение в повседневной жизни. Полносвязность по средствам одной беспроводной технологии громоздкого офисного и домашнего оборудования приводит нас к логическому заключению, что установка дополнительного радиомодуля не окажется большой проблемой ни с ценовой, ни с энергетической точек зрения. Следовательно, отпадает необходимость постоянного наличия единственного шлюзового узла в системе, т.к. даже в процессе передвижения пользователя остается возможность постоянной передачи данных с носимых устройств на соответствующие сервера глобальной сети Интернет (см. Рисунок 2).

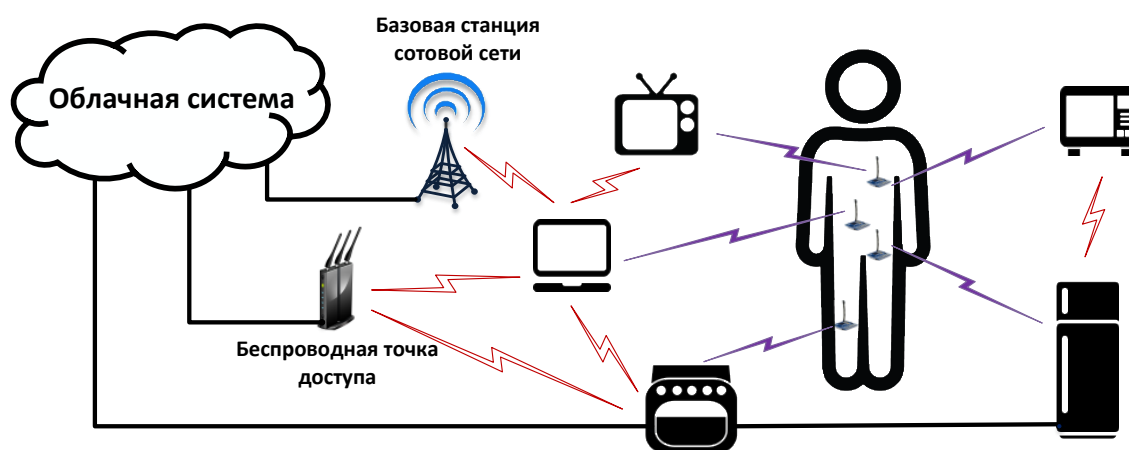


Рис. 2. Предложенная топология для условий Интернета Вещей

### Качественное сравнение предлагаемых подходов

К несомненным достоинствам классической архитектуры следует отнести ее универсальность – описанное решение работает даже в отрыве от инфраструктуры, например, на улице или за городом. Единственным требованием является наличие стабильного канала связи между шлюзом и удаленным сервером обработки данных. В то же время, классическая архитектура обладает и существенными недостатками. В частности, требует постоянного наличия дополнительного устройства в непосредственной близости от пользователя. В некоторых сценариях (например, в домашней обстановке) данное требование снижает уровень удобства использования системы в целом.

Предлагаемая архитектура решает указанную проблему при допущении, что во время перемещения по помещению пользователь все время находится в радиусе действия одной из сетей, образованных умной электроникой. Однако, предлагаемое решение, во-первых, по-прежнему требует наличия шлюза в отрыве от инфраструктуры, а во-вторых, налагает более строгие ограничения на используемые алгоритмы и протоколы передачи данных между носимыми устройствами. В частности, требуется протокольная совме-

стимость с решениями, работающими в умной электронике. Более того, необходимо обеспечить приемлемые характеристики обслуживания как запросов от окружающей техники, так и от носимых устройств. Для выполнения второго требования требуется, во-первых, применение технологий беспроводной связи достаточной емкости, а во-вторых, адаптация существующих протоколов множественного доступа к описанной разнородной сети.

Одним из перспективных подходов к решению может быть использование широкополосных систем связи ближнего радиуса действия [3], а также энергоэффективных протоколов случайного множественного доступа [5].

### **Заключение**

В данной работе рассмотрена классическая архитектура беспроводной сети, образованной носимыми устройствами. Предложена модификация данной архитектуры с учетом концепции Интернета Вещей. При проведении качественного сравнения архитектур отмечено, что предлагаемая архитектура обладает рядом существенных достоинств по сравнению с классической. В заключении отмечены основные сложности, связанные с реализацией предлагаемой архитектуры, а также обозначены возможные подходы к решению указанных сложностей.

### **Список литературы**

1. Кучерявый, А.Е., Кучерявый Е.А., От е-России к и-России: тенденции развития электросвязи [Текст] / А.Е. Кучерявый, Е.А. Кучерявый // Электросвязь – 2005. – №5.
2. Кучерявый, Е.А., Баласупраммян С., Интернет Нановещей и наносети [Текст] / Е.А. Кучерявый, С. Баласупраммян // Электросвязь – 2014. – №4.
3. Кучерявый, А.Е., Интернет Вещей [Текст] / А.Е. Кучерявый // Электросвязь – 2013.
4. Омётов, А.Я., Кучерявый, Е.А., Андреев, С.Д., О роли беспроводных технологий в развитии «Интернета вещей» [Текст] / А.Я. Омётов, Е.А. Кучерявый, С.Д. Андреев // Информационные Технологии и Радиокоммуникации. – 2014. – №3. – С. 29-39.
5. Akyildiz, I. F., Jornet, J. M., and Han, C., TeraNets: Ultra-broadband Communication Networks in the Terahertz Band [Text] / I. F. Akyildiz, J. M. Jornet and C. Han // IEEE Wireless Communications Magazine, vol. 21, no. 4, pp. 130-135, August 2014.
6. Кучерявый, А.Е., Салим А. Выбор головного узла кластера в однородной беспроводной сенсорной сети [Текст] / А.Е. Кучерявый, А. Салим // Электросвязь. – 2009. – № 8.
7. Кучерявый, А.Е., Прокопьев, А.В., Кучерявый, Е.А. Самоорганизующиеся сети [Текст] / А.Е. Кучерявый, А.В. Прокопьев, Е.А. Кучерявый // СПб.: Любавич. – 2011.
8. Бутенко, В.В., Назаренко, А.П., Сарьян, В.К. IoT – новая точка развития ИКТ и средство кардинального повышения адаптивных возможностей человека при взаимодействиях с ухудшающейся антропогенной средой [Текст] / В.В. Бутенко, А.П. Назаренко, В.К. Сарьян // Тр. 54-й научной конференции МФТИ. Радиотехника и кибернетика. – М.: МФТИ. – 10-30 ноября 2011 г.
9. Молчанов, Д. А. Самоорганизующиеся сети и проблемы их построения [Текст] / Д.А. Молчанов // Электросвязь. – 2006. – № 6.

## **БИЗНЕС-ИНКУБАТОР В СИСТЕМЕ ОБЪЕКТОВ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА**

***Паутова Н.В.***

преподаватель кафедры «Архитектура промышленных сооружений»  
Московского архитектурного института (государственной академии),  
Россия, г. Москва

В статье рассматриваются структурные изменения в архитектурной организации технических ВУЗов при их развитии по модели исследовательского университета. Обосновывается необходимость данных преобразований, приводится полный состав элементов инновационной инфраструктуры и освещается цель их применения. Рассматривается взаимосвязь ряда пространств функциональных блоков инновационных структур и закономерностей их объёмов и соотношений. Обращается внимание на значение территориальных резервов для осуществления преобразований, планировочного развития ВУЗов.

*Ключевые слова:* инновационная среда, технический ВУЗ, инновационная инфраструктура, бизнес-инкубатор, стартап.

Проводимая модернизация высшей школы предусматривает проведение широкого круга системных изменений в части содержания и методов образовательного процесса, исследовательской и инновационной деятельности, защиты и использования интеллектуальной собственности.

Особая роль отводится созданию инновационной инфраструктуры, коммерциализации результатов научных исследований.

Изменения не могут не затрагивать и функционально-планировочную структуру ВУЗа: в дополнении к традиционному образовательному ядру создаются новые лабораторные мощности, объекты инновационной инфраструктуры, развиваются способствующие подразделения.

В этой связи актуальны поиски подходов к проектированию бизнес-инкубатора, как элемента инновационной инфраструктуры ВУЗа и эффективной формы локализации и инфраструктурной поддержки малых наукоемких стартап-компаний.

Быстрое развитие стартап-компаний наблюдается во всех ведущих экономиках мира.

В университетах США, где 10-15 лет назад в коммерциализации интеллектуальной собственности превалировало патентование с последующим заключением лицензионных соглашений с существующими компаниями, сейчас все большее предпочтение отдается запуску стартап-компаний.

Не говоря об университетах Бостона и Нью-Йорка, ставшими в США старт-хабами №1 и №2, тенденция наблюдается в университетах, которые до этого практически не имели такой практики. Например, в университете штата Миннесота (находится на 8 месте по объемам исследований) в 2007-2008 выпускалось по 2-3 стартапа. В 2012 году было запущено 12 стартапов. Сейчас в университете на разных этапах запуска находится 24 стартапа [5].

Общепринятой формой локализации стартап-компаний являются бизнес-инкубаторы – объекты инновационной инфраструктуры университета, предоставляющие малым инновационным предприятиям (МИП) на этапе старта, становления (иногда и развития) необходимые помещения, рабочие места, офисные сервисы, менторинг, консалтинг, тренинг и др.

Одновременно с ростом запусков наукоемких стартап-компаний наблюдается бум создания бизнес-инкубаторов. Например, в Европе их количество выросло с 2007 года по 2013 год почти в пять раз (вместе с акселераторами) [4]. В настоящее время в США насчитывается более 1,7 тыс. бизнес-инкубаторов, в Западной Европе – около 1,1 тыс. [1].

Эффективность создания бизнес-инкубатора закладывается на стадии его проектирования и зависит от выбранной объемно-планировочной схемы, состава и площади помещений, которые принимаются в свою очередь в зависимости от возможностей использования инновационной инфраструктуры вуза.

Эффективность локализации МИП в бизнес-инкубаторе определяется, не сколько прямыми затратами на инкубацию, сколько временем вывода на рынок новой технологии (продукта).

Отправным моментом поиска подходов к проектированию бизнес-инкубатора является, по нашему мнению, получение понимания внешних функциональных связей МИП на этапах его жизненного цикла вообще и в период нахождения в инкубаторе (от входа до выхода) в частности.

В инкубаторе в основном размещаются офисные помещения стартапов для взаимодействия с внешними рыночными структурами и места для разработчиков. Но вывод на рынок новых продуктов и технологий сопряжен, особенно для технического вуза, с необходимостью, в той или иной степени, их доработки, отладки. Для доведения технологии до рыночных требований могут задействоваться лабораторные и опытно-конструкторские ресурсы ВУЗа (на всех этапах нахождения МИП в инкубаторе). Данные объекты не относятся к инфраструктуре вуза, но могут быть отнесены, к инфраструктуре инкубатора.

Инновационная инфраструктура технического вуза состоит из следующих функциональных блоков:

А. Блок управления интеллектуальной собственностью. Все результаты проведенных в университете научных исследований здесь регистрируются и получают экспертную оценку на коммерческий потенциал с выстраиванием соответствующей стратегии. Здесь же выявляется направление коммерциализации новой технологии (продукта): 1) через патентирование и заключение лицензионных соглашений или 2) через создание стартапа. В университетах США исследователи до публичной дискуссии по их изобретению должны об этом уведомить орган интеллектуальной собственности (на предмет коммерциализации) [6].

В. Трансфер-центр (венчурный центр). В университетах США является бизнес-единицей блока А для работы с предпринимателями, исследователями и инвесторами по созданию стартап-компаний на основе использования

результатов исследований, выполненных в вузе. Деятельность блока отражает заинтересованность (ответственность) вуза в успешном и по возможности быстром завершении проекта и включает:

- оценку бизнес-планов, оказание помощи в их подготовке, выполнение заключений;
- мониторинг проектов, проведение профессиональной экспертизы;
- формирование менеджмента команд и советов директоров;
- оценку стоимости стартап-компаний;
- подготовку презентаций для инвесторов;
- подготовку договоренностей по условиям инвестирования в бесплатные лицензии университета (о передаче ноу-хау).

С. Блок правовой защиты интеллектуальной собственности. Патентное право, написание заявок, оформление прав на запатентованную интеллектуальную собственность, договоров о передаче ноу-хау.

Д. Блок финансового посредничества. Привлечение грантов, источников финансирования для разработки и вывода на рынок технологии (продукта) на посевной и венчурной стадиях развития стартапов.

Е. Менторинг (управленческий консалтинг).

Ф. Маркетинговый блок. Оценка аналогов и потребностей целевой аудитории. Конкурентный анализ. Первичный дизайн. Тестирование инновации. Реклама и отношения с общественностью

Г. Инженерно-технологический блок (инжиниринговый консалтинг). Ресурсное обеспечение, прототипирование, оценка технологических возможностей, подготовка производственного процесса.

Н. Информационный блок. Создание и сопровождение специализированных баз данных.

И. Рекрутмент. Подбор кадров, предоставление «разгонных команд», имеющих реальный положительный опыт работы с венчурными финансистами.

Ж. Оборудование коллективного пользования (прототипирование, измерительные и вычислительные комплексы и др.).

К. Производственные мощности (опытно-экспериментальные производства, мастерские).

Л. Бухгалтерское обслуживание.

М. Юридическое обслуживание.

Н. Инновационно-учебный блок. Осуществляет подготовку команд стартапов к работе с внешними партнерами, отработку навыков привлечения клиентов.

О. Блок физической среды МИП (бизнес-инкубатор), предоставляющий стартап-командам и МИП необходимые помещения (рабочие места) с сопутствующей офисной инфраструктурой. Различаются (не считая студенческих и виртуальных инкубаторов) три типа инкубаторов: 1- посевной инкубатор (на срок пребывания 3-6 месяцев, до момента представления проекта инвесторам), 2 – инкубатор развития, с пребыванием до 3-х лет, 3 – прединкуба-

тор (с углубленным изучением продукта и рынка) со сроком пребывания от 3 месяцев до 1 года и более.

Инфраструктурные блоки за исключением блоков В, Е, М и N находятся в составе научно-исследовательской части вуза. Связи между этими блоками и блоком N – периодические и эпизодические.

Блоки В, Е, N О, постоянно между собой связаны, особенно на стадии старта, составляют комплекс бизнес-инкубатора вместе с его офисной инфраструктурой и буфетом. В него рекомендуется также включить помещение для наставников из функциональных блоков F и G.

В зависимости от конкретных градостроительных условий и общей концепции функционально-планировочного развития ВУЗа выбирается оптимальный вариант состава и компоновки инфраструктурных комплексов: от размещения блоков в одном многофункциональном инфраструктурном комплексе до полностью распределенной инфраструктурной сети.

В университетских инкубаторах США и Европы широко практикуется предоставление помещений для внешних исследователей, которых привлекают развитая инновационная инфраструктура, возможность удобного проживания. Например, в инкубаторах Техасского университета команды внешних исследователей составляют 80% [3].

В ведущих университетах систематически проводятся конкурсы на локализацию стартапов в инкубаторах. Например, в Аалто-университете (Финляндия) такие конкурсы проводятся четыре раза в год. На конкурсах консультанты, менторы, инвесторы тестируют идеи и продукты на соответствие мировому уровню. При этом университеты получают возможность притока как новых технологических идей, так и талантливых инноваторов.

Обращает внимание применение современных дизайнерских решений, высокий уровень комфорта внутренней среды инкубаторов. Для стартапов, продвигающих высокотехнологичную продукцию на основе междисциплинарных исследований, кроме офисов, предлагаются лабораторные помещения, в т.ч. для жидкостных технологий.

Развивая сеть бизнес-инкубаторов в России целесообразно применять новейшие практики, предусматривая для этого соответствующие проектные решения и площади.

При этом важно иметь ввиду необходимость сопоставленности развития всех составляющих инновационной инфраструктуры. Каким бы архитектурно интересным не был бизнес-инкубатор, он не будет привлекателен для продвинутого исследователя-стартапера, если на сопредельных территориях не окажется доступных для пользования современных исследовательских лабораторий, новейшего оборудования коллективного пользования, необходимых производственных мощностей, не будет комфортных жилищных условий, а окружающая природная среда окажется неблагоприятной.

В этом плане интересна программа развития Санкт-Петербургского государственного политехнического университета [2] и ряда других российских ВУЗов по типу форсайт-структуры, предусматривающая создание распределенной системы научно-инновационных институтов, научно-

образовательных и инновационно-технологических центров (ресурсных авторизованных, инжиниринговых, консалтинговых, повышения компетенции и переподготовки кадров, трансфера, компетенции, превосходства), а также их оснащение оборудованием и технологиями мирового уровня.

**Выводы:**

1. ВУЗы, в силу их научно-технического потенциала, наличия огромного высокообразованного контингента сотрудников, аспирантов и студентов, являются уникальной инновационной средой.

2. Развитие инновационной инфраструктуры вуза расширяет возможности развития МИП, коммерциализации на этой основе результатов научных исследований.

3. Бизнес-инкубаторы являются необходимым элементом современной инфраструктуры вуза, обеспечивающим локализацию МИП на территории вуза.

4. В целях эффективного инновационного развития вуза и, в частности, МИП, требуется сонаправленное развитие всех составляющих инновационной инфраструктуры, включая бизнес-инкубаторы, а также лабораторных, опытно-конструкторских и опытно-производственных мощностей.

5. В условиях сложившейся застройки вуза, стесненности территорий целесообразно применение комбинированного метода модернизации инфраструктуры ВУЗа из функциональных блоков.

#### **Список литературы**

1. Откин, И. Создать «твердую» инфраструктуру поддержки инноваций оказалось гораздо легче, чем «мягкую» [Текст] / И. Откин // Бизнес журнал. – 2011. – №10.

2. Программа развития Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет» на 2010-2019 годы. Утверждена Минобрнауки от 26.07.2010 № 803 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://nru.spbstu.ru/documentation/programm>.

3. McDowell, K. To be or not to be: University incubators. Innovation, Commercialization, Entrepreneurship, and University Research [Электронный ресурс] / K. McDowell. – Режим доступа: K.McDowell. To be or not to be: University incubators. Innovation, Commercialization, Entrepreneurship, and University Research.

4. Salido, E., Sabas, M., Freixas, P. The Accelerator and incubator Ecosystem in Europe. Telefonica. European Commission, 2013 [Электронный ресурс] / E.Salido, M.Sabas, P.Freixas. – Режим доступа: [http://ec.europa.eu/digital-agenda/sites/digital-agenda/files/The-Accelerator-and-Incubator-Ecosystem-in-Europe\\_0.pdf](http://ec.europa.eu/digital-agenda/sites/digital-agenda/files/The-Accelerator-and-Incubator-Ecosystem-in-Europe_0.pdf).

5. University Minnesota. Research Report 2012 [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.finsys.umn.edu/controller/um\\_annualrpt2012.pdf](http://www.finsys.umn.edu/controller/um_annualrpt2012.pdf).

6. University of Minnesota Start-up guide. Office for Technology Commercialization (OTC) – Ventur center. St.Paul 2010 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.research.umn.edu/techcomm/documents/venturecenterstart-upguide.pdf>.

## **РАЗРАБОТКА ДИСТАНЦИОННЫХ КУРСОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ MOODLE**

***Пигачев П.В.***

ассистент кафедры компьютерных технологий  
ФГБОУ ВПО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»,  
Россия, г. Чебоксары

***Никишев В.К.***

профессор кафедры компьютерных технологий  
ФГБОУ ВПО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова», к.т.н,  
Россия, г. Чебоксары

В статье рассматривается роль и значение системы дистанционного обучения на основе Moodle, в том числе такие вопросы, как полная формулировка задания, анализ существующих систем дистанционного обучения.

*Ключевые слова:* сайт, moodle, дистанционное обучение.

В настоящее время технологии дистанционного обучения в какой-то степени используются на многих уровнях образовательного процесса, от подготовки школьников, до повышения квалификации кадров, рекламы и т.д. Использование дистанционного обучения в сфере высшего образования наибольший интерес вызывает у работающей группы студентов, у людей с ограниченными возможностями. Большинство современных вузов внедряют услуги дистанционных технологий, расширяя возможности получения образования и повышая рейтинг своего университета.

На сегодняшний день существуют различные варианты внедрения дистанционного обучения, но более распространенный является вид обучения, основанный на применении сетевых технологий. Фундаментом обучения в этом случае является использование электронных сетевых курсов. И поэтому, важнейшая задача, возникающая при организации дистанционного обучения – это грамотная реализации основных его принципов. Ведь сейчас интерактивность и индивидуализация образования есть разработка электронных обучающих курсов по всем дисциплинам учебного плана преподавателя.

Система дистанционного обучения Moodle может быть использована для управления процессом обучения студентов на кафедре вуза, что позволит осуществлять контроль за успеваемостью и посещаемостью студентов, а также их более мотивированную самостоятельную работу, особенно для студентов с ограниченными возможностями.

На рисунке изображена структура системы дистанционного обучения кафедры компьютерных технологий.



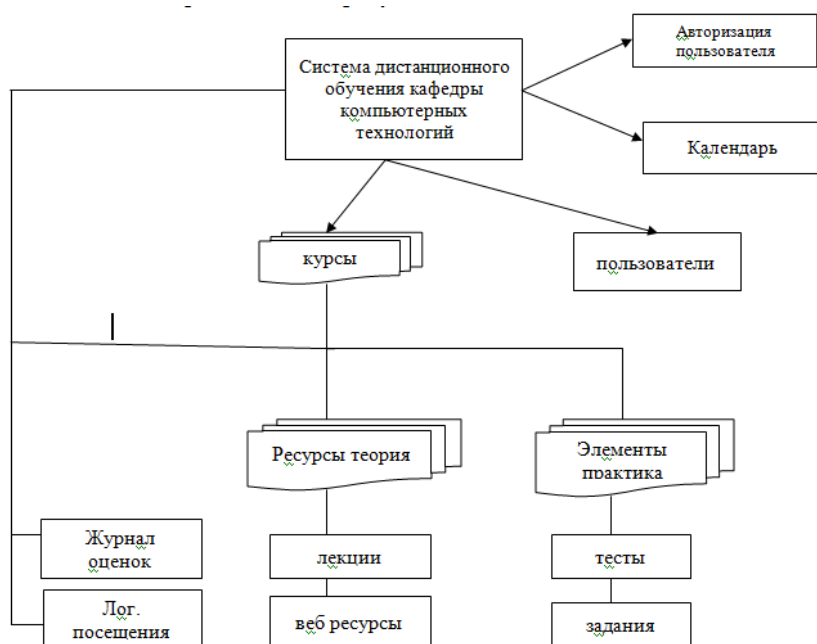


Рис. Структурная схема системы дистанционного обучения

После формирования учебного курса пользователь приступает к изучению теоретической информации, после чего проходит самоконтроль. Самоконтроль пользователь может проходить столько раз, сколько ему покажется целесообразным, на данном этапе количество итераций неограниченно. Самоконтроль включает в себя тесты и интерактивные задания. Когда пользователь решает, что он уже достаточно подготовился, он приступает к прохождению экзамена. Данный этап пользователь может пройти один или несколько раз (согласно заданному при формировании учебного курса параметру), после чего результаты экзамена записываются в его карточку и принимается решение либо об успешности прохождения курса или о неудовлетворительном результате экзамена и необходимости пройти курс заново.

Все необходимые для работы системы данные хранятся в базе данных под управлением СУБД или в оперативной памяти, как параметры, переданные в http запросе.

Пользователь со своего компьютера с помощью программы-браузера отправляет запрос через сеть Интернет на получение необходимой ему страницы.

На основании адреса запрошенной страницы запускается на исполнение нужный скрипт. Запущенный на исполнение скрипт РНР запрашивает у СУБД нужные данные, СУБД производит выборку из БД и возвращает данные интерпретатору РНР.

Скрипт производит необходимые операции обработки (формирует отображаемую страницу) и передает полученные данные через сеть Интернет на компьютер пользователя в память программы-браузера, которая уже осуществляет подготовку данных к выводу и отображает их на экране монитора пользователя.

Для обеспечения работы с системой дистанционного обучения необходимо руководствоваться методическими рекомендациями программиста для дополнения и отладки программы, рекомендациями преподавателя для обеспечения дистанционного обучения и рекомендациями студентам для правильных ответов на поставленные вопросы.

#### **Список литературы**

1. Агапонов С.В. Джалиашвили З.О. Средства дистанционного обучения, Методика, технологии, инструментарий ; под. ред. Джалиашвили : учеб. пособие СПб БХВ-Петербург, 2003. – 336 с.

2. Андреев А.В., Андреева С.В, Доценко И.Б. Практика электронного обучения с использованием Moodle. – Таганрог: Изд-во. ТТИ ЮФУ, 2008. – 146 с.

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ЖУРНАЛА СОТРУДНИКА ПРЕДПРИЯТИЯ**

***Семенов Б.И.***

ст. преподаватель кафедры компьютерных технологий  
ФГБОУ ВПО «ЧГУ им. И. Н. Ульянова»,  
Россия, г. Чебоксары

***Иванов Г.А.***

бакалавр факультета дизайна и компьютерных технологий  
ФГБОУ ВПО «ЧГУ им. И. Н. Ульянова»,  
Россия, г. Чебоксары

В статье рассматривается проектирование информационной системы электронного журнала для сотрудников университета.

*Ключевые слова:* электронный журнал, кроссплатформенность, iOS, Android, Windows Phone, APM.

Основной ценностью в информационном обществе становится такой показатель, как время. Только время со своей безвозвратностью и не возможностью повторения становится ценностью. В процессе производства руководитель среднего звена сталкивается с необходимостью быстрого получения обобщенной информации для того, чтобы принять качественно правильное решение. Однако передвижение подчиненных от пункта до пункта и длительность доставки информации не позволяют этого сделать даже с учетом того, что информация хранится в электронном виде и может передаваться по различным каналам связи. Компьютерные технологии, которыми занимается факультет дизайна и компьютерных технологий ФГБОУ ВПО Чувашского Государственного университета им. И.Н.Ульянова, основанные на применении кроссплатформенных средств разработки для мобильных приложений, позволяют в необходимой мере решить эту проблему. Ведутся работы по

проектированию так называемых электронных журналов (Electronic Magazine). В состав данного журнала входит:

- АРМ начальника
- АРМ бухгалтера
- сервер предприятия
- мобильный АРМ

Функциональным назначением системы электронного журнала сотрудников предприятия является информирование других сотрудников информационного отдела о проделанной работе на рабочем месте и формирование отчета о выполненных режимах.

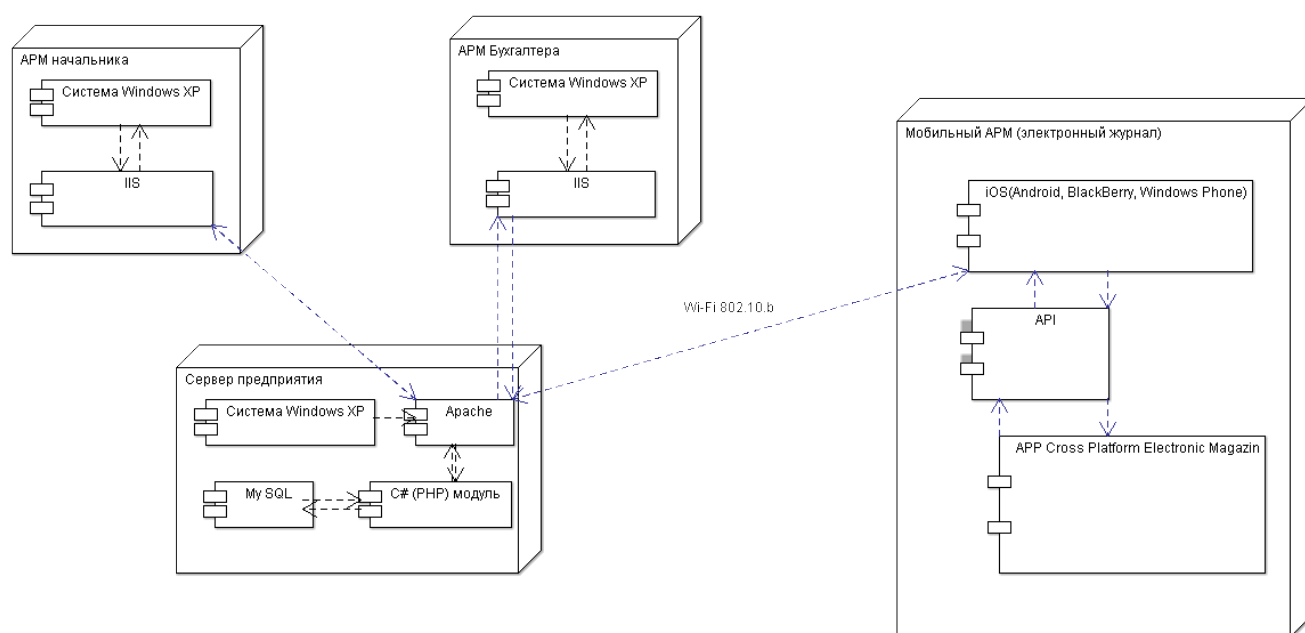


Рис. Диаграмма развертывания Electronic Magazine

На устройстве сотрудника, ведущего учет, установлено мобильное приложение электронного журнала, которое с помощью локальной сети Wi-Fi предприятия и API способно передавать данные на сервер. На сервере данные обрабатываются, и по запросу формируется отчет. Затем обработанные данные передаются на автоматизированное рабочее место (АРМ) сотрудников.

#### Список литературы

1. UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка. / Дж. Рамбо, М. Блаха. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – 544с.
2. UML. Основы, 3-е издание. / Файлер М. – Пер. с англ. – СПб: Символ Плюс, 2004. – 192с.
3. Real World .NET C# and Silverlight / Bill Evjen, Dominick Baier – John Wiley & Sonc, Inc, 2011

## **РАЗРАБОТКА КРАУДСОРСИНГОВЫХ ВЕБ-РЕСУРСОВ В ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ**

**Семенов Б.И.**

ст. преподаватель кафедры компьютерных технологий  
ФГБОУ ВПО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»,  
Россия, г. Чебоксары

**Китаев А.В.**

бакалавр факультета дизайна и компьютерных технологий  
ФГБОУ ВПО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»,  
Россия, г. Чебоксары

В статье рассматривается понятие краудсорсинга, а так же разработка краудсорсинговых приложений в чувашской республике.

*Ключевые слова:* кроссплатформенность, краудсорсинг, windows phone, android, ios, геопозиционирование.

Прежде всего нужно разобраться что такое краудсорсинг. Краудсорсинг (с английского crowdsourcing, crowd – толпа, sourcing – использование ресурсов) – решение различных задач силами волонтеров.

Преимущества перед обычным подходом к разработке приложений является то, что приложение улучшается большой группой людей по всему миру над приложением.

Краудсорсинг требует большого количества людей, заинтересованных в продукте, а на начальном этапе таких людей почти нет, поэтому нужно сделать так, чтобы продукт привлекал как можно больше добровольцев, это и является основной проблемой. Также нужно учитывать то, что если контентом будут заниматься любители, то он будет некачественный.

Термин “краудсорсинг” был введен писателем Джеффом Хау и редактором Марком Робинсоном в июне 2006 года. В краудсорсинге работа не оплачивается или же она очень мала. Всю необходимую работу выполняют исключительно на добровольной основе. Добровольцы, жертвующие своё свободное время на добавление контента, решение возникших трудностей и разработку не получают ни копейки за проделанную работу.

Объективный контроль дорожного строительства в состоянии ЖКХ, и других общественных институтов является дорогостоящим и малоэффективным. В такой ситуации экономия средств может быть достигнута за счет краудсорсинговых средств.

Например, существующие формата “Дороги России”, анонсированные Google в России, позволяют путём распространения бесплатного мобильного приложения оценивать качество дорожного покрытия, которое определяется только количеством подключенных смартфонов пропускной способностью каналов связи и серверной частью приложения. Аналогичные проекты суще-

ствуют и за рубежом, например вызов в качестве такси обыкновенного частного водителя. Очевидно создание краудсорсинговых приложений для оценки качества общественной жизни.

Мобильное приложение определяет по датчику вибрации данные состояния дороги в текущем месте. Для анализа используется оригинальная методика обработки данных и распределенная математическая модель, которая позволяет с большой степенью достоверности выявлять из множества видов воздействия на датчик именно те, которые имеют отношение к состоянию дороги. Кроме того, применяемые методы математической статистики исключают влияния случайных данных. В результате система может различать данные, поступающие и от подвижного объекта, и от малоподвижного объекта и т.д.

Особенно хотелось бы, чтобы такими проектами заинтересовалось общественность, заботящаяся о безопасности жителей города, поселка и других поселений.

Всем известна трагедия Крымска. Проблемы поставарийных ситуаций здесь на лицо. Власть не слышала свой народ и технически не могла его услышать. Для решения этой проблемы мы предлагаем развитие концепций краудсорсинговых приложений, направленных на улучшение качества жизни, эффективный сбор информации, позволяющий управлять не только ситуацией, но и безопасностью людей.

Какое краудсорсинговое приложение будет является эталоном для развития на её базе разнонаправленных и работающих в разных областях нашей жизни.

#### **Список литературы**

1. Джефф Хау Краудсорсинг. Коллективный разум как инструмент развития бизнеса «Альпина Паблишер», 2012. – 288 с.
2. Бет Новек Wiki-правительство. Как технологии могут сделать власть лучше, демократию – сильнее, а граждан – влиятельнее Альпина Паблишер, 2012. – 292 с.
3. Тапскотт Дон Уильямс Энтони. Как массовое сотрудничество изменяет всё. BestBusinessBooks 2009 г.
4. Джеймс Шировьески. Мудрость толпы. Издательский дом «Вильямс», 2007. – 205 с.
5. Литвиненко Н. А. – Технология программирования краудсорсинговых приложений на C++, 2010 БХВ-Петербург.

## РАЗРАБОТКА ЯЗЫКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

**Семенов Б.И.**

ст. преподаватель кафедры компьютерных технологий  
ФГБОУ ВПО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»,  
Россия, г. Чебоксары

**Яковлев С.В.**

бакалавр факультета дизайна и компьютерных технологий  
ФГБОУ ВПО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»,  
Россия, г. Чебоксары

В статье создание языка проектирования для мобильных приложений рассматривается проблема освоения языка проектирования на примере uml а так же проблема его использования в сфере разработок мобильных приложений.

*Ключевые слова:* кроссплатформенность, uml, язык проектирования, windows phone, android, ios.

Начнем с теории: прежде всего Unified Modeling Language что в переводе на русский унифицированный язык моделирования – язык позволяет графически описать программный код для объектного моделирования в области разработки программного обеспечения. UML прежде всего язык широкого профиля, он является стандартом графического проектирования что делает его освоение проще для программистов и проектировщиков UML создавался для визуализации, проектирования и создания документации. UML это не язык программирования, но на основании UML диаграмм и моделей есть возможность сгенерировать программный код. Однако избыточность языка. UML часто критикуется, как неоправданно большой и сложный. Он включает много избыточных или практически неиспользуемых диаграмм и конструкций.

Так же введу своей универсальности данный язык не является эффективным особенно с точки зрения мобильных приложений, во-первых, он не учитывает многие наработки, полученные за последние годы высокие требования к usability и дизайну по сути данный язык является лишь основой для графического проектирования того или иного программного продукта отличается, что является его достоинством кроссплатформенностью и расширяемостью.

В связи с этим назрело создание специализированного языка для проектирования мобильных приложений который бы позволил, объединить опыт множества проектировщиков и корректировщиков мобильных приложений, а также учитывающих национальные особенности русскоязычного мира в проектировании мобильных и комбинированных приложений.

Примером такой миграции является так называемый язык CML который охватывает достаточно широкую область, но в месте с тем дает надежду о возможности модификации UML для его применения в более узких направлениях.

На мой взгляд, такой метод позволит исключить как общие ошибки при проектировании, так и сократить время для проектирования, кодирования мобильного приложения.

В качестве названия предлагается использовать аббревиатуру с приставкой Mobile, то есть MUML.

В качестве синтаксиса языка предлагается оценить возможные сообщения, Activity (деятельность), и другие графические знаки стандарта UML.

Вместе с тем предлагается исключить сообщения, которые редко используются в мобильных приложениях и использовать специально разработанные MESSAGE.

Такой подход позволит исключить избыточные знаки улучшить освоение данного языка менеджерами, проектировщиками, дизайнерами и программистами и соответственно сократить время перехода проекта из одних рук в другие. Что приведет, позволит сократить время освоения языка всеми участниками проекта, освободить их от жестких правил коллизии и противоречия. Вместе с тем данный язык должен иметь взаимодействие с разными платформами такими как iOS, Android, Windows phone, Blackberry.

В этом новому языку поможет UML.

В последующем для ускорения разработки и формирования первоначального кода приложения предлагается распространения его в качестве плагина на всех известных платформах, что даст определенные преференции нашему университету.

В качестве выгоды предлагается развернуть на базе данной перспективной разработки всевозможные учебные курсы виртуальные классы и подготовку дипломированных специалистов.

#### **Список литературы**

1. Крэг Ларман. Применение UML и шаблонов проектирования.
2. Джозеф Шмюллер. Освой самостоятельно UML.
3. Официальная документация AgroUml

### **РОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ПИСАТЕЛЯ ПРИ КОМАНДНОЙ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА**

***Семёнова О.А.***

бакалавр по направлению Информатика и вычислительная техника Физико-технологического института Уральского федерального университета,  
Россия, г. Екатеринбург

Рассмотрена роль технического писателя при командной разработке программного продукта. Так же рассмотрены операции роли, которые могут быть сгруппированы в дей-

ствия. Операции приводят к возникновению конечных продуктов и мог требовать для своего выполнения конечные продукты как результаты предыдущих операций.

*Ключевые слова:* технический писатель, действия, операции, командная разработка проекта.

*Технический писатель* – специалист, занимающийся документированием в рамках решения технических задач, в частности разработки программного обеспечения [1].

Основная задача технического писателя — написание документа, который бы удовлетворял определённым требованиям. Требования могут определяться как нормативными актами, существующими в отрасли применения продукта, так и различными целями, которые организация-разработчик ставит перед собой.

При командной разработке программного продукта роль технического писателя крайне важна, т. к. именно этот человек посредством своих руководств, отчетов и документации может помочь некомпетентному человеку понять всю суть разработанного продукта.

В отличие от специалистов многих других профессий, технический писатель может работать не только как офисный сотрудник, но и как удалённый работник, при этом не теряя свою функциональность.

Области работы технического писателя – это вся IT-отрасль, наука, журналистика, любая сфера, связанная с применением электронного оборудования, энергетикой. Зачастую ставятся задачи аналитического характера, а значит, часто приходится углубляться в экономику и бизнес-планирование. Что интересно, многие аналитики выросли именно из технических писателей, после длительной работы в качестве фрилансеров, журналистов или штатных технических писателей – писали обзоры, выполняли анализ рынков и прочее.

Как правило, технические писатели компетентны как в области языкознания, так и в технической области. Квалифицированный технический писатель умеет создавать, редактировать, иллюстрировать и адаптировать технический материал лаконично и понятно.

Действия роли:

- создание руководств;
- создание статей;
- создание технических заданий;
- создание презентационных материалов;
- переводы;
- видеопрезентации;
- корректура и редактура.

Операции роли:

- изучение существующего оборудования или программы;
- написание инструкции различного уровня;
- перевод информации «от разработчика – клиенту»;
- анализ имеющихся материалов;



- изучение ГОСТов и стандартов;
- создание презентаций, текстов различных брошюр, рекламных буклетов и т.д.;
- локализация текстов, поступающих из-за рубежа;
- создание видеоматериалов;
- вычитка существующих текстов, их исправление, дополнение и актуализация [2].

Создание руководств – технический писатель пишет руководства для пользователей, администраторов, установщиков. Это актуально для оборудования, когда имеет место отдельная инструкция по установке, подключению и запуску оборудования. Делается, чтобы не добавлять туда же руководство пользователя или администратора, так как при этом документация будет иметь слишком большой объем. На руководства приходится основная масса задач и рабочего времени технического писателя.

Создание статей – аналитические, обзорные и описательные статьи. Аналитика может быть как «с осмыслением», т.е. где много авторского мнения и текста «от себя», и может быть «строгая фактическая», где анализируются имеющиеся материалы и делаются краткие выводы, которые, при должном качестве изложения, должны возникать у читателя сами по себе.

Создание технических заданий – здесь есть два основных подвида: создание ТЗ по ГОСТ, как части общей документации на разработку (чаще всего при гос. контрактах). Второй вид – создание ТЗ на разработку для самих разработчиков. Оно может быть гораздо менее формальным и более подробным.

Создание презентационных материалов – сюда можно отнести написание пресс-релизов, создание презентаций, текстов различных брошюр, рекламных буклетов и т.д.

Переводы – локализация текстов, поступающих из-за рубежа. Как правило, речь идёт о переводе материалов разработчика для продвижения и продажи товара в России. Реже встречается ситуация, когда нужно изначально русские тексты транслировать на английский и другие языки. В этом случае уровень владения иностранным языком должен быть очень высоким.

Видеопрезентации – создание видеоматериалов, зачастую со звуком, посвящённых продукции компании или какой-либо акции (могут повесить задачу на писателя, если нет маркетологов или им лень учиться делать это).

Корректурa и редактурa – вычитка существующих текстов, их исправление и, при необходимости, дополнение и актуализация.

Освоение роли технического писателя – неременное условие успешного завершения командной разработки сложного программного продукта [3].

*Данная работа выполнена в рамках инициативной НИР «Гибкие технологии разработки программных проектов web-ориентированных интел-*

лектуальных обучающих систем», проводимой в ФТИ УрФУ под руководством к.ф.-м.н., с.н.с., доцента Клюкина В.Э.

### Список литературы

1. Википедия. Технический писатель.  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Технический\\_писатель](https://ru.wikipedia.org/wiki/Технический_писатель) FAQ по профессии «технический писатель» [http://protext.su/pro/?page\\_id=402](http://protext.su/pro/?page_id=402)
2. Клюкин В. Э. Web-ориентированные интеллектуальные обучающие системы на основе нечёткого деятельностного подхода в обучении // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. Серия Инженерное образование. 11 ноября 2012. – С. 23 -43.

## ДИФОННЫЙ СИНТЕЗАТОР РЕЧИ

**Сергеев Е.С.**

ассистент кафедры компьютерных технологий  
Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова,  
Россия, г. Чебоксары

**Пигачев П.В.**

ассистент кафедры компьютерных технологий  
Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова,  
Россия, г. Чебоксары

Рассматриваются вопросы разработки алгоритмов транскрипционного, дифонного анализатора синтезатора чувашской речи.

*Ключевые слова:* синтез речи, речь, голосовые технологии, чувашский язык, русский язык.

Голосовые компьютерные технологии становятся сегодня все более популярными. Задача обучения компьютера навыкам общения с человеком при помощи обычной речи привлекает внимание, как известных гигантов компьютерной индустрии, так и относительно небольших компаний, специализирующихся исключительно на этой области индустрии телекоммуникаций. Компьютеры уже научились понимать команды человека и озвучивать текстовые файлы [1].

Цель проекта – создание дифонного синтезатора речи. Данный продукт так же должен содержать базу данных дифонов для женского голоса. Программа должна иметь предельно ясный интерфейс и должен быть ориентирован на людей различных возрастов и имеющих различные навыки пользования персональным компьютером.

Разрабатываемый проект должен удовлетворять следующим требованиям:

- Иметь возможность синтеза чувашского текста как путем загрузки текста в редактор синтезатора, так и путем простого набора в редакторе.

- Синтезатор речи должен воспроизвести любое введенное чувашское слово.
- Для синтеза речи требуется нарезать дифонную базу данных женского голоса.

В основу решения проблемы положен метод параметрического представления. С целью уменьшения требуемой памяти для хранения базы звуков и обеспечения необходимой гибкости. Этот метод синтеза экономичнее волнового, так как требует значительно меньшего объема памяти, но при этом он требует больше вычислений, чтобы воспроизвести исходный речевой сигнал. Для синтеза используются единицы речи – дифоны. Преимущества этого метода: гибкость, немного памяти для хранения исходного материала, сохранение индивидуальных характеристик диктора.

Входной орфографический текст подвергается ряду последовательных обработок с помощью специальных процессоров. Транскрипционный анализатор предназначен для преобразования входного орфографического текста в размеченный фонемный текст. Под разметкой подразумевается разбиение текста на отдельные элементы. Размеченный фонемный текст поступает на вход дифонного анализатора. Задача дифонного анализатора заключается в генерации позиционных и комбинаторных дифонов. Акустический процессор на основе информации о том, какие дифоны необходимо использовать, генерирует речевой сигнал путем компиляции отрезков естественных звуковых волн соответствующих дифонов. Общая структура дифонного синтезатора представлена следующим образом (рис.).

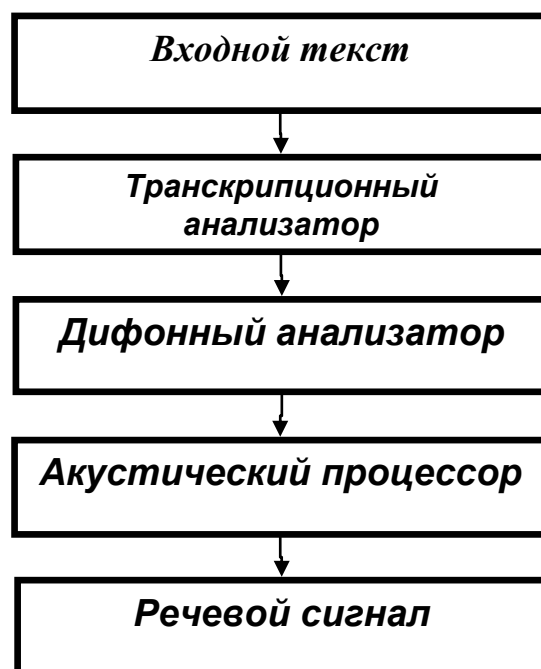


Рис. Общая структура дифонного синтезатора речи

При решении задачи звучания синтезированной речи предусмотрены возможные искажения элементов компиляции в процессах их записи, воспроизведении и модификации.

Выполнение данных требований позволило намного увеличить качество синтеза. В работе дается анализ правил изменения фонем в потоке речи, опираясь на которые созданы алгоритмы. Изложены основные принципы и основные алгоритмы, положенные в основу синтезатора. Приведены основные методы решения поставленной задачи, способы решения лингвистических особенностей чувашского языка.

#### **Список литературы**

1. Лобанов Б.М. “Ретроспективный обзор исследований и разработок Лаборатории распознавания и синтеза речи”. Сб. “Автоматическое распознавание и синтез речи”, ИТК НАН Беларуси, Минск, 2000.
2. Математическая лингвистика. Сб. переводов / под ред. Ю.А. Шрейдера, И.И. Ревзина, Д.Г. Лахути, В.К. Финна. – М.: Мир, 1964. – 144 с.

### **РАЗРАБОТКА РУССКО-ЧУВАШСКОГО СЛОВАРЯ ДЛЯ МОБИЛЬНОЙ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ WINDOWS PHONE**

***Сергеев Е.С.***

ассистент кафедры компьютерных технологий  
Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова,  
Россия, г. Чебоксары

***Кузнецов А.С.***

магистрант кафедры компьютерных технологий  
Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова,  
Россия, г. Чебоксары

Рассматриваются вопросы разработки русско-чувашского словаря для мобильной операционной системы Windows Phone, с использованием программного продукта Visual Studio 2012 и языка C#.NET, дающего возможности использования базы данных для хранения слов с их переводами и построения интерфейса для работы с базой данных

*Ключевые слова:* словарь, перевод, чувашский язык, русский язык, Windows Phone.

С появлением карманных компьютеров, смартфонов, коммуникаторов и прочих портативных устройств вопрос разработки виртуальных программ приобретает иную степень. В наши дни мы можем наблюдать, что еще недавно привычные громоздкие персональные компьютеры (PC) вытесняются более компактными устройствами. Мобильные устройства на данный момент составляют вершину популярности таких устройств, поэтому знание программирования под такие устройства является перспективным направлением работы для программистов.

В качестве операционной системы, под которую будет разрабатываться приложение, выбрана система Windows Phone. Приложения под Windows Phone пишутся в среде экспресс выпуска Visual Studio 2010 в сочетании с Sil-

verlight и XNA. Платформу Silverlight используют для создания простых программ и утилит [2]. Основное предназначение платформы XNA – разработка полноценных 2D и 3D игр.

Разрабатываемое приложение представляет собой электронный словарь. Современная компьютерная индустрия предлагает много различных электронных словарей и переводчиков для персональных компьютеров. Перенос таких программ на разные портативные устройства облегчил бы многие задачи. Этим обусловлена попытка перенести такие программы на мобильные телефоны. Актуальность такой работы так же заключается в том, что любые виртуальные приложения, в которых используются разные языки мира (в данной программе русский и чувашский) привлекают внимание пользователей к этим языкам. Это особенно важно для языков, находящихся на грани исчезновения. Основатель Википедии Джимми Уэйлс на ежегодной международной конференции «Фонда Викимедиа» Викимания 2009 на примере Чувашской Википедии показал значение виртуальных программ и веб-ресурсов для языков, находящихся на грани исчезновения [1].

Разработанное приложение состоит из множества файлов, собранных в главный файл по аналогии с архивами формата zip, лишь с той разницей, что для смартфонов придумана возможность хранения приложений в виде архивов формата хар. Иначе говоря, разработанное приложение является собранным хар-архивом, который смартфон считывает в определенном порядке и открывает как программный продукт. При разработке данного продукта, основные его файлы в Visual Studio создаются автоматически, но для реализации главных функций приложения нужно разрабатывать новые классы и методы. На рис.1 представлена UML-диаграмма проекта.

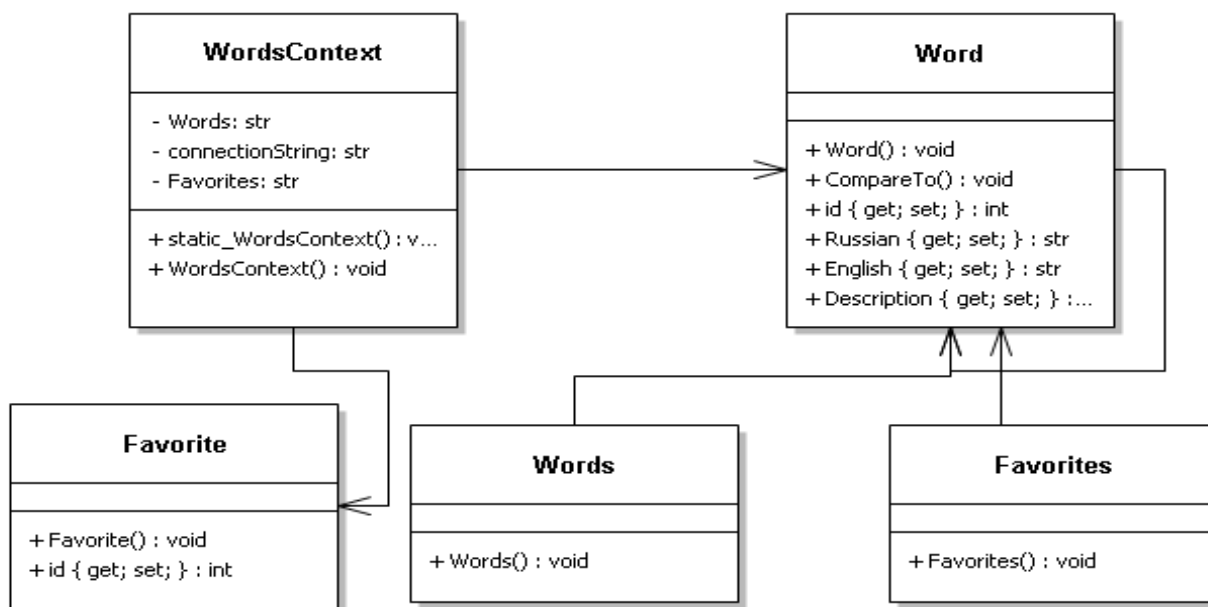


Рис. UML-диаграмма проекта

В данной диаграмме можно проследить связь между файлами и компонентами, составляющими данное приложение. Основная страница приложе-

ния (MainPage), которая в свою очередь включает в себя другие компоненты, использует классы Word и Favorite. Так же на данной схеме можно увидеть все переменные и методы, и понять их место в приложении и взаимодействие с другими компонентами. К внешним файлам приложения, написанным в среде разработки Visual Studio, относятся различные файлы библиотек, находящиеся в директории Visual Studio, без них невозможна компиляция приложения и распознавание синтаксиса. Как правило, внешние файлы имеют расширение .dll.

#### Список литературы

1. Jimmy Donal Wales. State of the Wiki // Wikimania 2009. Buenos Aires, 2009.
2. Петзольд Чарльз. Программируем Windows Phone 7. – Издательство Microsoft Press, 2011. – 659 с.:ил.

## МОДЕЛЬ И АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОТОНА И ЭЛЕКТРОНА НА БАЗЕ ДИС-ТЕХНОЛОГИИ

**Сизиков В.П.**

доцент кафедры высшей математики Омского государственного  
университета путей сообщения, канд. техн. наук, доцент,  
Россия, г. Омск

Проведено исследование взаимодействия протона и электрона при информационно-полевой парадигме с использованием инструментария ДИС-технологии. Выявлены варианты его проявления и свидетельства несостоятельности концепции мира из антивещества.

*Ключевые слова:* взаимодействие, ДИС-технология, магнитная среда, процесс-система, режим, ресурс.

**Введение.** Научно-технический прогресс в XX в. одновременно выявил промахи в методах науки. Ожидали превращения науки в непосредственную производительную силу, а она не помогла даже с эффективным источником энергии. Обострились и экологические проблемы. Знаменитый тезис «практика – критерий истины» лишь больше позволяет безответственных дел и теорий. Есть числовые примеры, показывающие, что результат практики скрывает работу истинных механизмов, заложенных в самой Природе. Даже самые общепризнанные теории и методы лишены системности и потенциала к их синтезу, и есть все основания усомниться в их надёжной адекватности.

Почти всюду считается, что понятие системы определить нельзя, что, как минимум, оно должно зависеть от внешнего наблюдателя [1]. В частности, получается, что Солнечная система не могла быть системой, пока её таковой не сочли люди. Явный абсурд. Определённость с математическим эквивалентом понятия системы [7] позволила осуществить на базе теории динамических информационных систем (ДИС, ТДИС) [5] проработку основ синтеза систем [2–4] и выйти на эффективный инструментарий в ранге ДИС-

технологии, которому присущи одновременно качества и системной методологии, и языка программирования на уровне оболочки экспертных систем, и аппарата имитационного моделирования. Этот инструментарий имеет инновационные приложения, позволяя быстро получать на качественном уровне то, что традиционно требует десятки лет исследований, проведения чрезвычайно затратных и экологически вредных экспериментов. В данной работе это демонстрируется на примере задачи взаимодействия протона и электрона.

Исходным является представление работы электрической цепи как процесса-системы [6]. Так для этого не годится вещественно-энергетическая природа ресурса в ранге зарядов, за основу следует принять электрические диполи с их информационно-полевой природой.

**Минимум положений о ДИС-технологии.** ДИС-технология есть аппарат математического моделирования инновационного уровня, онтологически проработанный в рамках ТДИС вариант использования в кибернетике и её приложениях алгоритмов в ранге ведущей роли, в том числе как механизмов организации и реализации процессов. Такому аппарату внутренне присущи качества языка программирования по организации и осуществлению имитаций, и ДИС-технологию можно отождествлять с этим языком программирования.

Рабочим объектом ДИС-технологии является ДИС как оргграф с двумя типами рёбер (ведущими, контролирующими) и процессом информационного функционирования (ПИФ) на нём как процессом перераспределения между его вершинами двух типов ресурса (актива, пассива) в последовательности из актов трёх типов:  $A_c$  – акт сбора актива в пассив по контролирующим рёбрам ДИС;  $A_t$  – акт трансформации пассива в актив в некоторых вершинах ДИС;  $A_d$  – акт перераспределения актива по ведущим рёбрам ДИС.

Поскольку необходимо будет производить расчёты с использованием ДИС, приведём также её полное аналитическое определение. При этом в целях универсализации ресурс толкуется как информация, и на практике он может быть самым разнообразным, даже когда работа ведётся с одной и той же ДИС.

ДИС  $D$  есть пара  $(G, PIF_G)$ , где  $G$  – оргграф с двумя типами рёбер, а  $PIF_G = \{A(k) \mid k \in \mathbb{N}\}$  – ПИФ на нём как последовательность из трёх типов актов перераспределения информации по вершинам оргграфа:

$$G = (V, R_d, R_c), \text{ где } V \text{ МВ}, |V| < \Gamma, R_d \text{ и } R_c \subseteq (V^2 \setminus I),$$

$$A(k) : FS(k) \otimes FS(k+1), FS(k) = \{S(k), l_k, f_{kd}, f_{kc}\}, S(k) = (r_k, q_k),$$

$$r_k : V \otimes R^+, q_k : V \otimes R^+, l_k : V \otimes R^+, f_{kd} : R_d \otimes [0, 1], f_{kc} : R_c \otimes [0, 1],$$

$$("k \in \mathbb{N}) ("v \in V) ((f_{kd}^-(v) \leq 1) \& (f_{kc}^-(v) \leq 1)) \text{ и}$$

$$\text{либо } A_c : r_{k+1}(v) = (1 - f_{kc}^-(v))r_k(v) \text{ и } q_{k+1}(v) = q_k(v) + q_k^*(v),$$

$$\text{либо } A_t : r_{k+1}(v) = \begin{cases} r_k(v) & \text{при } q_k(v) < l_k(v) \\ r_k(v) + q_k(v) & \text{при } q_k(v) \geq l_k(v) \end{cases} \text{ и}$$

$$q_{k+1}(v) = \begin{cases} q_k(v) & \text{при } q_k(v) < l_k(v) \\ 0 & \text{при } q_k(v) \geq l_k(v) \end{cases},$$

$$\text{либо } A_d : r_{k+1}(v) = (1 - f_{kd}^-(v))r_k(v) + r_k^*(v) \text{ и } q_{k+1}(v) = q_k(v),$$

$$\text{где } f_{kd}^-(v) = e \{f_{kd}(v, v_1) \mid (v_1 \text{ OV}) \& ((v, v_1) \text{ OR}_d)\},$$

$$f_{kc}^-(v) = e \{f_{kc}(v_1, v) \mid (v_1 \text{ OV}) \& ((v_1, v) \text{ OR}_c)\},$$

$$r_k^*(v) = e \{f_{kd}(v_1, v)r_k(v_1) \mid (v_1 \text{ OV}) \& ((v_1, v) \text{ OR}_d)\},$$

$$q_k^*(v) = e \{f_{kc}(v, v_1)r_k(v_1) \mid (v_1 \text{ OV}) \& ((v, v_1) \text{ OR}_c)\}.$$

Здесь обозначены:  $Z$  – множество целых чисел;  $B$  – множество всех кластеров знаний как философских категорий;  $V$ ,  $R_d$ ,  $R_c$  – множества, соответственно, вершин, ведущих и контролирующих рёбер орграфа  $G$ ;  $|V|$  – мощность множества  $V$ ;  $V^2 = V \times V$  – декартов квадрат;  $I$  – тождественное отображение (на  $V$ );  $R^+ = [0, \Gamma]$ ;  $A(k)$  – акт ПИФ;  $S(k)$ ,  $FS(k)$  – просто состояние и полное состояние ДИС в начале  $A(k)$ ;  $r_k(v)$ ,  $q_k(v)$ ,  $l_k(v)$  – значения, соответственно, количеств активной и пассивной информации и уровня трансформации второго типа информации в первый в  $v \text{ OV}$ ;  $f_{kd}(w_d)$ ,  $f_{kc}(w_c)$  – значения относительных проводимостей, соответственно, ведущего  $w_d$  и контролирующего  $w_c$  рёбер. Характеристики орграфа  $G$  есть структурные параметры, значения уровней трансформации и относительных проводимостей – функциональные параметры, а последовательность  $\{S(k) \mid k \in Z\}$  – график ПИФ ДИС  $D$ .

С учётом системных представлений ДИС-технология становится вполне конструктивной и включает три этапа моделирования.

1-й этап. Построение (поиск) качественной модели  $G$  объекта (процесса), что выражает системную сущность объекта. Универсальной средой для таких моделей в ДИС-технологии служит сеть ДИС-компьютеров в виде системы знаний как гипертекстовая грамматика. При этом потенциал ДИС-компьютера уровня 4, имеющего 81 вершину, покрывает все известные на сегодня понятия.

2-й этап. Построение (формирование) алгоритмической модели  $D$  объекта (процесса). Это, по сути, качественная модель, но дополненная ПИФ на ней, тоже имеющим системное осмысление.

3-й этап. Анализ и синтез структурных и функциональных особенностей сформированной модели  $D$ . Здесь выделяются подходы:

(а) ориентир на классы предельных режимов ПИФ ДИС;



(б) место и особенности ПИФ специальных типов ДИС, например, когнитивных ячеек, проявляющих свойства осцилляторов;

(в) аддитивные составляющие ПИФ ДИС, понятия натурального дифференциала и ДИС-фазового пространства;

(г) обеспечение самопрогноза в ДИС-компьютере. Подход (а) это пример того, что «... и малое таит в себе всю Вселенную». Подход (б) раскрывает место и роль инфраструктуры, ритмичности и других феноменов. В подходе (в) осуществляется работа и синтез с натуральными дифференциалами вместо бесконечно малых дифференциалов. А подход (г) использует свойство самоподобия ДИС-компьютера и системный характер упаковки в нём ПИФ.

**Модель взаимодействия протона и электрона.** Ограничимся здесь простейшей моделью в форме триады с вершинами  $v_0, v_1, v_2$ , где  $v_0$  представит электрон,  $v_1$  – протон, а  $v_2$  – среду, прежде всего, магнитную. Ресурс в триаде будет свершать кругооборот по циклу  $v_0 \textcircled{R} v_1 \textcircled{R} v_2 \textcircled{R} v_0$ .

Для запуска ПИФ у триады надо задать начальное распределение активов  $r_i$  и пассивов  $q_i$  по вершинам  $v_i$  ( $i = 0, 1, 2$ ) и определиться с тем, как меняются от компонента к компоненту ПИФ уровни трансформации  $l_i$  в каждой вершине  $v_i$  и относительные проводимости  $f_c(v_j, v_i), f_d(v_i, v_j)$  контролирующего и ведущего ребра, проводящего ресурс от  $v_i$  к  $v_j$ . На деле, как показывают многочисленные эксперименты, режим, на который выходит ПИФ триады, лишь в исключительных случаях зависит от начального распределения активов и пассивов. Так что значения  $r_i$  и  $q_i$  можно задать произвольными, но для здравого сравнительного анализа будем считать, что общий объём ресурса в триаде равен 1, т.е. выступает условной единицей.

Далее, организация ПИФ на принципе взаимодействия означает, что величины  $f_d(v_i, v_j), f_c(v_j, v_i)$  определятся текущим образом из соотношений:  $f_d(v_i, v_j) = a(r_j + q_j), f_c(v_j, v_i) = b(r_j + q_j)$ , где  $0 < a \leq 1$  и  $0 \leq b \leq 1$  – постоянные взаимодействия, которые могут изменяться от компонента к компоненту. Однако для выявления автономных качеств системы уместно считать значения  $a$  и  $b$  неизменными. Это касается и всех значений  $0 \leq l_i \leq 1$ .

Таким образом, предстоит фиксировать пять значений  $l_0, l_1, l_2, a, b$  и проследить, какой при них складывается режим ПИФ триады. Затем можно менять независимо эти значения и отслеживать, как это влияет на режим ПИФ триады. Анализ таких изменений с сериями интерпретаций раскроет судьбоносную для Вселенной роль взаимодействия протона и электрона.

Понятно, что полного произвола в указанной пятёрке значений быть не должно. Однако это выявится из самих исследований. Здесь же определим точку отсчёта экспериментов, приняв во внимание известные факты. Прежде

всего, протон в » 1000 раз массивнее электрона, но одинаков по величине электрического заряда, ввиду чего следует вначале считать, что  $l_1$  больше  $l_0$ , но, скорее, в » 100 раз. Также в идеале следует считать  $l_2 = 0$ . Если желателен главный вклад от электромагнитного взаимодействия, без помех от гравитационного, то  $l_1$  должно быть близко к 1. А от  $a$  и  $b$ , в основном, зависит мощность взаимодействия, и их значения тоже должны быть сопоставимы с  $l_1$ . Итак, для начала уместно взять  $l_0 = 0,01$ ,  $l_1 = 0,9$ ,  $l_2 = 0$ ,  $a = b = 0,5$ . Расчёт ПИФ у триады при таких данных даёт графики изменения величин актива (ряд 1) и пассива (ряд 2) в тройке вершин (рис. 1).

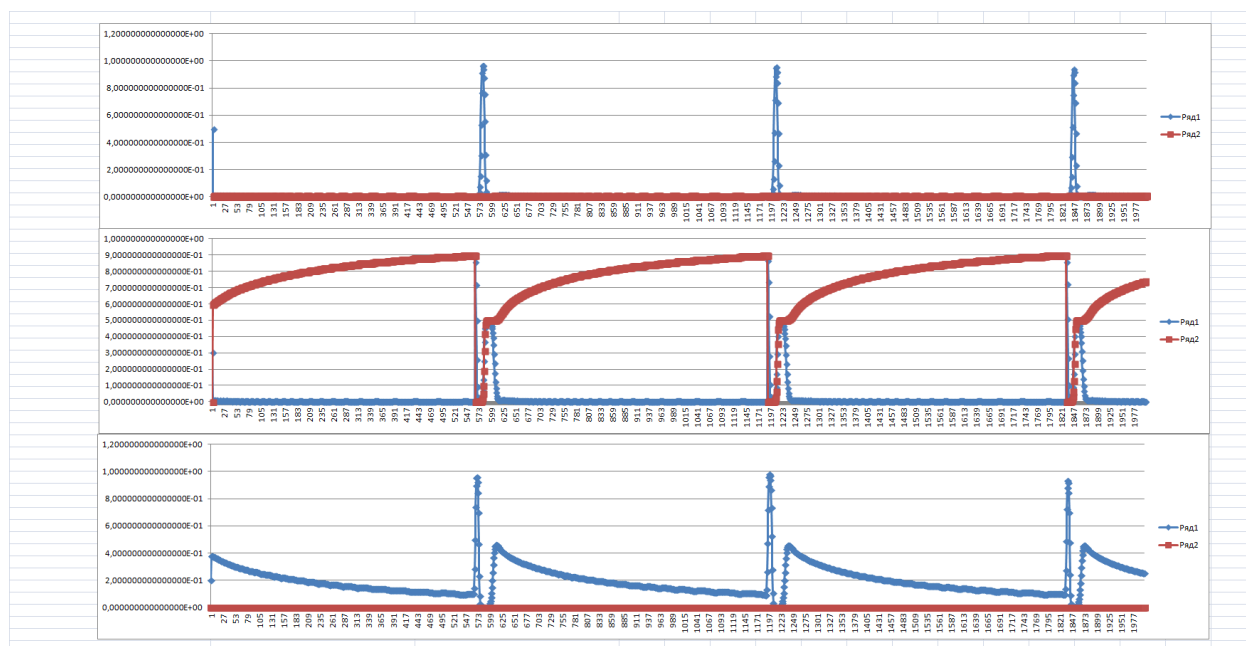


Рис. 1. Базовый режим взаимодействия протона и электрона

**Анализ основной модели.** Как видно из рисунка 1, ПИФ, в основном, периодичен. При этом протон основное время проводит как накопитель пассива до величины  $l_1$ . По достижению такой величины происходит трансформация пассива в актив, и протон «вспыхивает», оказываясь с активом величины  $l_1$ . Этот актив быстро передаётся магнитной среде, породив в ней «вспышку» с активом величиной свыше  $l_1$ , а уж этот актив быстро передаётся электрону, представив его как «вспышку». От электрона актив быстро передаётся протону, но теперь значительная часть актива оседает в пассиве протона, так что протон снова «вспыхивает», но намного слабее. Пришедший в протон актив несколько более слабыми темпами передаётся снова магнитной среде, породив в ней тоже повторную «вспышку», которая «гаснет» уже медленно, передавая малыми порциями ресурс через электрон протону, и часть этого ресурса на каждом шаге оседает в пассиве протона, пока он вновь не накопится до объёма  $l_1$ .

Таковы главные моменты проявления процесса взаимодействия между протоном и электроном на ресурсном уровне. Теперь обратимся к аддитивным составляющим ПИФ в ранге типов движения. Приведём три группы данных по 8 типам движения у электрона, протона и магнитной среды на протяжении периода (рис. 2). В каждой группе в порядке сверху вниз и от ряда 1 к ряду 2 представлены: механическое, вращательное (поворот) и тепловое движения, вакуумная ёмкость, импульс напряжения, равномерное прямолинейное и стабильное вращательное (вокруг оси) движения, теплоёмкость.

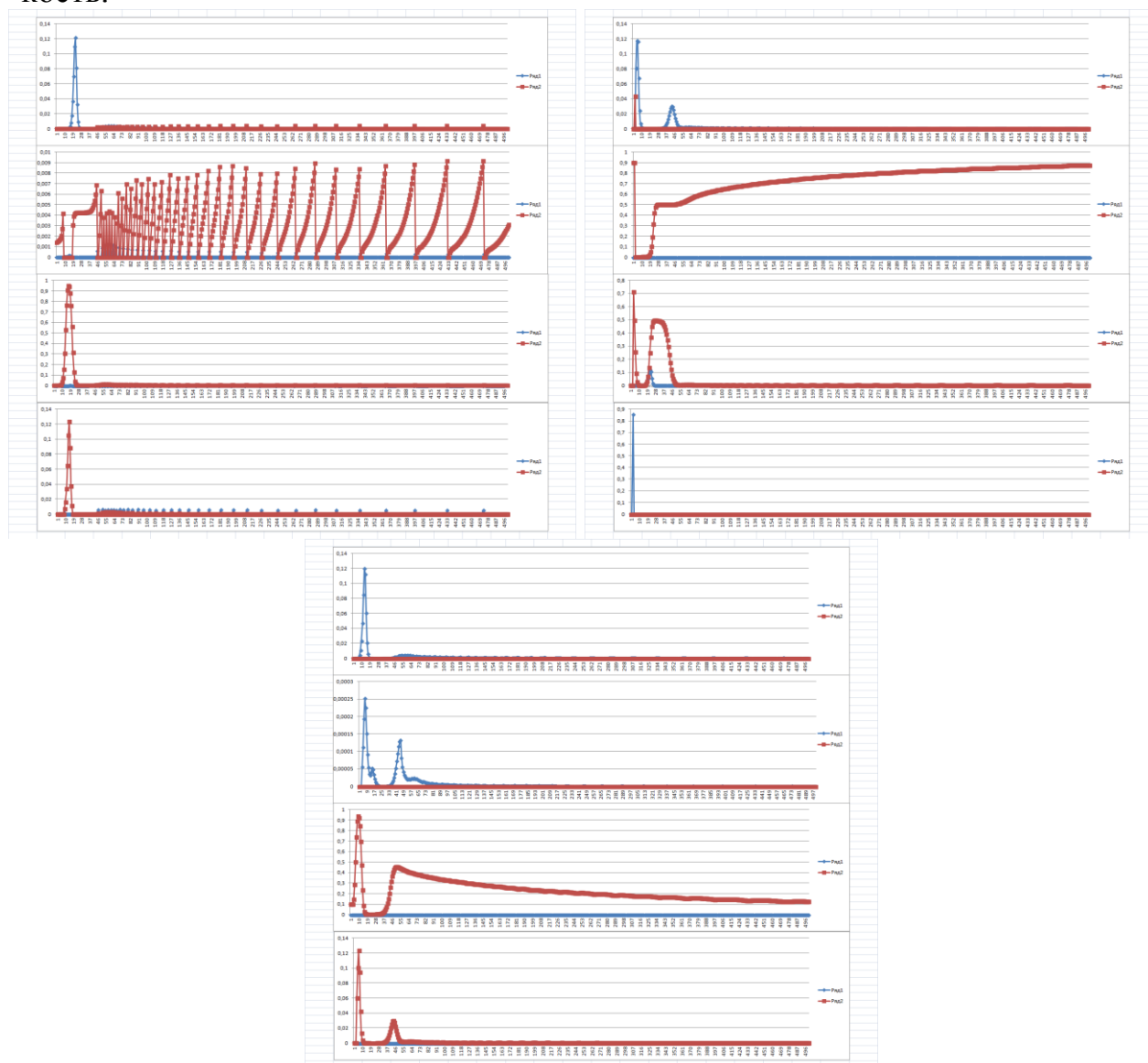


Рис. 2. Графики типов движения у электрона, протона и магнитной среды

Как видно из графиков, во всех случаях основная часть показаний ПИФ на рисунке 1 приходится на равномерное прямолинейное движение (ряд 2 в третьей полосе), т.е. как бы на свободное плавание элементов в системе. Сходно ведёт и механическое движение (ряд 1 в первой полосе), но величины амплитуд у него на порядок меньше. А вакуумная ёмкость (ряд 2 во второй полосе) почти повторяет показатели накопления пассива, скачущие у элек-

трона и медленно растущие у протона. Другие типы движения дают особенности.

Так, вращательное движение (ряд 2 в первой полосе) ярко проявляется лишь у электрона как факт его движения вокруг протона. Тепловое движение (ряд 1 во второй полосе) относительно ярко проявляет себя лишь у магнитной среды, сопровождая её «вспышки». Импульсы напряжения (ряд 1 в третьей полосе) как натуральные дифференциалы, естественно, малы, но есть в этом исключение у протона перед проявлением второй «вспышки» как факт мощного силового взаимодействия с электроном. Стабильное вращательное движение (ряд 1 в четвёртой полосе) у электрона диктуется, по сути, его движением вокруг протона, а у самого протона чрезвычайно резкий поворот его вокруг оси приходится на момент его основной «вспышки» при трансформации пассива в актив. Наконец, теплоёмкость (ряд 2 в четвёртой полосе) проявляется у электрона и магнитной среды в предшествовании их «вспышек».

Теперь обратимся к вариациям модели как аналогам возмущений.

**Анализ вариаций модели.** Естественно проследить случаи с  $l_2 > 0$ , отвечающие «загрязнённой» магнитной среде, возможно, на примере атаки её извне фотонами. Если  $l_2 \text{ и } 0,1 = 1 - l_1$ , то система непременно терпит коллапс, уходит в вакуум, весь её ресурс сосредоточивается в пассиве. Иначе говоря, всегда есть предел «загрязнению» магнитной среды, по достижению которого электромагнетизм перестаёт работать. А при  $l_2 < 0,1$  поведение ПИФ остаётся, в главном, таким же, как и при  $l_2 = 0$ , разве что в магнитную среду внесутся локальные перераспределения ресурса в пассив и обратно, и график у её актива станет менее гладким. Этот момент указывает на устойчивость процесса взаимодействия между протоном и электроном по отношению к «загрязнению» магнитной среды.

Далее, важно проследить, к чему ведут перемены значений постоянных взаимодействия  $a$  и  $b$ . Так, ясно, что изменение этих значений при условии  $a = b$  ведёт к такому же изменению скорости перераспределения ресурса в ПИФ триады, поэтому оно может сказаться лишь на величине периода между «вспышками», а качественная картина взаимодействия останется прежней. Фактически это означает независимость взаимодействия от того, считаются ли протон с электроном частью более широкой системы или нет. В общем случае отношение  $a / b$  указывает на монотонное с ним изменение числа постепенно уменьшающихся по амплитуде «вспышек» в периоде ПИФ. При  $b / a \ll 1$  в периоде ПИФ прослеживается продолжительный этап типа сотрясения, его можно охарактеризовать как проявление электромагнитной волны. А при  $b / a > 1$  первые «вспышки» увеличивают продолжительность, особенно у протона, так что вторые «вспышки» могут вовсе исчезнуть, а также при этом долго почти не оставляется в запас пассив у протона. Эти моменты отражают зависимость проявлений взаимодействия от его «жёсткости».

Обратим ещё внимание, что при  $l_0 = 0,9$ ,  $l_1 = 0,01$  будет получаться модель взаимодействия антипротона и позитрона. Так, оказывается, что при  $l_2 = 0$  такая система скоро станет обречённой, взаимодействие прекратится. По сути, позитрон поглощает всю магнитную среду, полностью лишив её ресурса, а антипротон остаётся только с пассивом как представитель тёмной материи. Иначе говоря, в мире из антивещества невозможен идеальный электромагнетизм, магнитная среда обязательно должна быть «замусоренной» с  $0 < l_2 < 0,1$ . В свою очередь, расчёт модели взаимодействия антипротона и позитрона при  $l_2 > 0$  и анализ её на движение показывают, что позитрон и магнитная среда как бы подменяют друг друга: вокруг антипротона летает не позитрон, а магнитная среда. И это трудно увязать с аспектом вещества.

**Заключение.** Итак, простейшая в рамках ДИС-технологии модель в ранге триады позволила быстро определить основные особенности взаимодействия протона с электроном, вполне согласующиеся с общеизвестными фактами. Также выявлены моменты, указывающие на несостоятельность антивещества.

#### Список литературы

1. Волкова, В.Н. Теория систем и системный анализ: Учебник для бакалавров [Текст] / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. – М.: Изд-во Юрайт; ИД Юрайт, 2012. – 679 с.
2. Разумов, В.И. Информационные основы синтеза систем. В 3 ч. Ч. I. Информационные основы системы знаний [Электронный ресурс] / В.И. Разумов, В.П. Сизиков. – Режим доступа: <http://www.omsu.ru/file.php?id=2594>.
3. Разумов, В.И. Информационные основы синтеза систем. В 3 ч. Ч. II. Информационные основы синтеза [Электронный ресурс] / В.И. Разумов, В.П. Сизиков. – Режим доступа: <http://www.omsu.ru/file.php?id=4265>.
4. Разумов, В.И. Информационные основы синтеза систем. В 3 ч. Ч. III. Информационные основы имитации [Электронный ресурс] / В.И. Разумов, В.П. Сизиков. – Режим доступа: <http://www.omsu.ru/file.php?id=6759> (part1); <http://www.omsu.ru/file.php?id=6760> (part2).
5. Разумов, В.И. Основы теории динамических информационных систем [Электронный ресурс] / В.И. Разумов, В.П. Сизиков. – Режим доступа: <http://www.omsu.ru/file.php?id=4264>.
6. Сизиков, В.П. Имитационная составляющая системного анализа [Текст] / В.П. Сизиков // Актуальные проблемы электронного приборостроения: Труды XII Международной конференции. – Новосибирск: НГТУ, 2014. – Т. 6. – С. 299–304.
7. Сизиков, В.П. Рациональный инструмент отражения принципа причинности [Текст] / В.П. Сизиков // Омский научный вестник. – 2005. – № 4 (33). – С. 92–96.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

**Скворцов А.В.**

магистрант факультета дизайна и компьютерных технологий  
ФГБОУ ВПО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»,  
Россия, г. Чебоксары

**Семенов Б.И.**

ст. преподаватель кафедры компьютерных технологий  
ФГБОУ ВПО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»,  
Россия, г. Чебоксары

В статье рассматриваются проблемы вычисления современной вычислительной техники и возможные способы их решения в лице квантовых вычислений. Кратко рассматриваются основные задачи квантовых вычислений.

*Ключевые слова:* квантовые вычисления, алгоритм Шора, задача Дойча.

В современном мире законы развития вычислительной техники, выдвинутые в прошлом веке, перестают работать, например: известный закон Мура о повышении производительности компьютеров каждые два года начал замедляться. Так оказалось, после испытаний процессоров с форм-фактором 22 нм, внутри процессора появляются непредсказуемые, и пока необъясненные ошибки вычисления. Пока что это компенсируется всевозможными средствами защиты, такими как дублирование вычисления в разных ядрах процессора, хранения контрольных сумм в пуле и др. Такой подход улучшает работу процессора, но нивелирует увеличение вычислительной мощности. Которая необходима для решения самого широкого круга задач.

Таким образом, возникает проблема и она актуальна, компенсация вычислительных мощностей, возникающих из-за несовершенства технологических процессов. Одним из способов улучшения эффективности являются так называемые «параллельные процессы», частным случаем которых являются квантовые вычисления. Так как данный процесс малоизучен, требует дополнительной подготовки, возникает необходимость изучения его программами. Таких методических материалов очень мало, они имеют в основном глубоко теоретический характер и сложны в освоении. Как правило, такие работы представлены на английском языке.

Примерами задач квантовых вычислений являются: алгоритм Шора, задача Дойча и др.

Вкратце рассмотрим вышеперечисленные задачи.

Алгоритм Шора представляет собой квантовый алгоритм для факторизации числа  $N$  за время  $O((\log(N))^3)$  и ресурсы  $O(\log N)$  [3]. То есть задача факторизации, связанная с разложением целого числа на простые множители. Оказывается, что в то время как умножение многозначных чисел – это алгоритмически простая задача, обратная задача (разложение на множители)

алгоритмически очень сложная (обладает экспоненциальной сложностью). Наилучший известный на сегодня классический алгоритм факторизации некоторого числа (так называемый метод решета числового поля – general number field sieve) требует для реализации следующее число операций:

$$L_{class} \approx \exp((64/9)^{1/3} n^{1/3} (\ln(n))^{2/3}) \quad (1)$$

где  $n = k \ln(10)$  – число двоичных знаков, а  $k$  – число соответствующих десятичных знаков, задающих это число.

Квантовый алгоритм факторизации, предложенный П. Шором в 1994 г. требует выполнения числа операций, выражаемым следующей формулой [4]:

$$L_{quant} \approx n^2 \ln(n) \ln(\ln(n)) \quad (2),$$

Сравнение формул (1) и (2) показывает, что алгоритм Шора превращает экспоненциально сложный алгоритм в алгоритм полиномиальной сложности. Например, современный классический суперкомпьютер петафлопсного диапазона ( $10^{15}$  операций с плавающей запятой в секунду) позволяет разложить число с  $k = 500$  десятичными знаками за 5 миллиардов лет. Ту же задачу квантовый компьютер мегагерцового диапазона (1 млн. операций в секунду) решает за 18 секунд. Аналогично, для числа с  $k = 1000$  десятичными знаками трудоёмкость классического алгоритма составляет  $4 \cdot 10^{20}$  лет, а квантового – 84 секунды. Очевидно, что даже переход к суперкомпьютерам эксафлопсного диапазона ( $10^{18}$  операций в секунду) не изменит существенно ситуацию [1].

Задача Дойча же заключается в том, чтобы определить является ли функция  $f: \{0, 1\} \rightarrow \{0, 1\}$ , вычисляемая «черным ящиком» константой.

Очевидно, что в классическом случае одного запроса для решения этой задачи не достаточно. В классическом случае необходимо вычислить оба значения:  $f(0)$  и  $f(1)$ , тогда как в квантовом случае вычисляется только одно значение [2].

В различных ВУЗах проводятся работы по созданию методических материалов для подготовки специалистов, но они носят частный внесистемный характер.

На программный продукт возлагаются следующие функции:

- моделирование и отображение результатов основных задач квантовых вычислений (задача Дойча и др.);
- возможность расширения языка пользователями за счет плагинов известных платформ разработки;
- возможность создания платных дискуссионных вебинаров между обучаемыми и представителями работодателя.

#### Список литературы

1. Богданов Ю.И. Кокин А.А., Лукичёв В.Ф., Орликовский А.А., Семенихин И.А., Чернявский А.Ю. Квантовая механика и развитие информационных технологий // Информационные технологии и вычислительные системы, –2012, № 1 – с. 17-31
2. Вялый М.Н. Квантовые алгоритмы: возможности и ограничения. Лекция 2 – Санкт-Петербург, весна 2011. – с. 12
3. Shor P.W. Polynomial-time algorithms for prime factorization and discrete logs on a quantum computer // SIAM J. Comput. – 1997. – Vol.26. – P.1484-1509.

## СТАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИСХОДНОГО КОДА

**Фадеев С.Г.**

старший преподаватель кафедры компьютерных технологий  
ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»,  
Россия, г. Чебоксары

В статье рассматривается направление статического анализа исходного кода. Рассмотрены причины, ведущие к необходимости автоматизированного анализа исходного кода. Приведены основные преимущества и недостатки статического анализа перед динамическим анализом. Перечислены возможные объекты статического анализа, указано, в чем преимущество анализа исходного кода перед анализом других объектов программного обеспечения. Приведены примеры применения статического анализа исходного кода.

*Ключевые слова:* исходный код, статический анализ, программное обеспечение.

### **Введение**

В эпоху информационных технологий программное обеспечение (ПО) является ключевым фактором прогресса. Все более сложные и ответственные задачи решаются с помощью программных систем.

Но с ростом сложности решаемых задач растет сложность ПО и, как следствие, его исходного кода. Современные программы могут иметь огромные объемы исходного кода и быть очень сложны. Например, исходный код ядра Linux 3.10.9 содержит более 6 млн. строк и 53 тыс. функций, а исходный код операционной системы Android 4.2.1 – более 12 млн. строк и 584 тыс. функций [1].

Возникают вопросы: как работать с такими большими объемами исходного кода, как обеспечить его соответствие заданным требованиям? Контролировать вручную такие объемы слишком затратно как по людским, так и по временным ресурсам. Поэтому автоматизированный анализ исходного кода является актуальной научной и практической задачей.

### **Статический и динамический анализ**

Анализ ПО можно разделить на 2 взаимодополняющих типа:

1. Статический анализ – анализ программного обеспечения, производимый без выполнения исследуемых программ. Примеры статического анализа: формальная верификация, аудит исходного кода.

2. Динамический анализ – анализ программного обеспечения, производимый при помощи выполнения исследуемых программ. Примеры динамического анализа: динамическое тестирование, профилирование.

Каждый из этих типов анализа имеет свои достоинства и недостатки. Далее рассматривается статический анализ, который имеет следующие преимущества перед динамическим анализом:



1. Статический анализ позволяет обнаруживать дефекты на более ранней стадии – еще до компиляции исходного кода в бинарный код и последующего тестирования бинарного кода. Чем раньше будет обнаружен дефект, тем быстрее, проще и дешевле его можно исправить. Например, дефект программы, обнаруженный на стадии тестирования, потребует выполнения последовательности из трех действий:

- а) исправлений в самом исходного коде;
- б) повторной компиляции исходного кода в бинарный код;
- в) повторного тестирования бинарного кода, чтобы убедиться, что исправления выполнены корректны и дефект исчез.

Дефект, обнаруженный на стадии написания исходного кода, требует только одного действия – исправлений в исходном коде, без последующей его компиляции и тестирования.

С целью более раннего обнаружения дефектов в исходном коде некоторые элементы статического анализа стали включать в среду разработки (IDE), чтобы программист мог увидеть и исправить эти дефекты прямо во время работы по написанию исходного кода. Примеры таких IDE: NetBeans IDE [4], IntelliJ IDEA [5].

2. Статический анализ позволяет находить дефекты, которые сложно воспроизвести при динамическом тестировании. Например, дефекты, находящиеся в редко достигаемом участке кода или проявляющиеся только при определенных комбинациях входных данных. Перебрать во время динамического тестирования все возможные комбинации входных данных слишком ресурсоемко даже в случае простейших программ, а в случае реальных программ – невозможно в приемлемые сроки. Статический анализ не требует перебора всех возможных комбинаций входных данных.

Но у статического анализа есть и недостатки. Некоторые характеристики исследуемой программы сложно оценить без ее выполнения. Например, скорость выполнения программы на целевой вычислительной системе, надежность или удобство использования. Поэтому статический анализ не способен полностью заменить динамический анализ.

### **Объекты анализа**

Объектами анализа могут быть [3]:

- 1. Исходный код.
- 2. Промежуточный код (псевдокод, байт-код, шитый код и т.д.).
- 3. Исполняемый (бинарный) код.
- 4. Проектная, компиляционная, отладочная и компоновочная информация.

Если рассматривать анализ кода (исходного, промежуточного, бинарного), то наиболее выгодным объектом анализа представляется исходный код, т.к. промежуточный и бинарный коды являются производными от исходного кода и, следовательно, могут быть проанализированы не раньше, чем будет готов исходный код. А, как было отмечено выше, чем раньше будет обнаружен дефект, тем быстрее, проще и дешевле его исправить. Кроме

того, дефект, обнаруженный в бинарном коде, как правило, потребует исправлений в исходном коде, т.к. в противном случае при следующей компиляции дефект опять появится в бинарном коде.

Исходя из этих соображений, дальнейшее развитие статического анализа перспективно именно в плане работы с исходным кодом. Остальные объекты анализа представляют интерес в случае, когда нет доступа к исходным кодам ПО.

### **Примеры применения статического анализа исходного кода**

Статический анализ исходного кода может применяться для самых разных задач:

1. Проверка информационной безопасности кода (наличие программных закладок, скрытых каналов, недокументированных возможностей и т.д.).
2. Проверка корректности программы (например, выявление участков кода, ведущим к явным или потенциальным ошибкам во время исполнения программы).
3. Структурный анализ и документирование исходных текстов, обратная разработка.
4. Проверка на соответствие корпоративным стандартам оформления кода (стиль отступов, отсутствие магических чисел, наличие комментариев и т.д.).
5. Проверка на переносимость (между разными версиями одной ОС или между разными ОС).
6. Проверка на наличие мертвого или недостижимого кода.
7. Обнаружение клонов исходного кода.
8. Проверка на соответствие концептуальной схеме.
9. Вычисление программных метрик.

Наиболее актуальными в настоящее время являются проверка информационной безопасности и корректности программы.

### **Заключение**

В современных условиях возросших объемов исходного кода его автоматизированный статический анализ становится необходимым для обеспечения качества программного обеспечения. Есть все основания считать, что в будущем статическому анализу исходного кода будет уделяться всё больше и больше внимания, будут совершенствоваться технологии статического анализа, что приведет к дальнейшему повышению точности и полноты обнаружения дефектов исходного кода.

### **Список литературы**

1. Аветисян, А.И. Использование статического анализа для поиска уязвимостей и критических ошибок в исходном коде программ [Текст] / А. Аветисян, А. Белеванцев, А. Бородин, В. Несов // Труды института системного программирования РАН. – 2011. – Том 21. – С. 23-38.

2. Марков, А.С. Статический сигнатурный анализ безопасности программ [Текст] / А.С. Марков, А.А. Фадин // Программная инженерия и информационная безопасность. – 2013. – № 1(1). – С. 50-56.

3. Статический анализатор Svasc для поиска дефектов в исходном коде программ [Текст] / В.П. Иванников, А.А. Белеванцев, А.Е. Бородин, В.Н. Игнатъев, Д.М. Журихин, А.И. Аветисян // Труды Института системного программирования РАН. – 2014. – Т. 26. – № 1. С. 231-250.

4. Статический анализ кода в редакторе Java IDE NetBeans [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://netbeans.org/kb/74/java/code-inspect\\_ru.html](https://netbeans.org/kb/74/java/code-inspect_ru.html).

5. Static Code Analysis [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.jetbrains.com/idea/documentation/static\\_code\\_analysis.html](https://www.jetbrains.com/idea/documentation/static_code_analysis.html).

## ТЕХНОЛОГИЯ СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ИСХОДНОГО КОДА

**Фадеев С.Г.**

старший преподаватель кафедры компьютерных технологий  
ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»,  
Россия, г. Чебоксары

В статье рассмотрены два подхода к статическому анализу исходного кода – ручную и с помощью программных анализаторов кода. Показаны их достоинства и недостатки в сравнении друг с другом. Рассмотрена технология проведения статического анализа программными анализаторами через промежуточное представление кода. Приведены примеры промежуточных представлений кода для разных целей анализа (абстрактное синтаксическое дерево, граф потока управления и т.д.). Перечислены наиболее важные характеристики статических анализаторов. Приведены примеры статических анализаторов исходного кода.

*Ключевые слова:* исходный код, статический анализ, программные анализаторы.

### Введение

Статический анализ – анализ программного обеспечения, производимый без выполнения исследуемых программ.

Объектами статического анализа могут быть [2]:

1. Исходный код.
2. Промежуточный код (псевдокод, байт-код, шитый код и т.д.).
3. Исполняемый (бинарный) код.
4. Проектная, компиляционная, отладочная и компоновочная информация.

Среди всех кодов наиболее выгодным объектом статического анализа является исходный код, т.к.:

- Дефекты программы могут быть обнаружены раньше, чем при анализе промежуточного или исполняемого кода. А чем раньше будет обнаружен дефект, тем быстрее, проще и дешевле его исправить;

- Дефекты, обнаруженные на стадии анализа промежуточного или исполняемого кода, как правило, требуют исправлений в исходном коде.

Поэтому статический анализ исходного кода является актуальной научной и практической задачей.

### **Технология статического анализа исходного кода**

Статический анализ исходного кода можно выполнить двумя способами – вручную и с помощью специальных программных средств (программный анализ).

Ручной анализ исходного кода выполняется в рамках проверок, носящих название просмотр кода (code review) или инспекция кода (code inspection). Данный подход требует больше времени, чем программный анализ, и сильно зависит от внимательности проверяющего, но, тем не менее активно применяется, т.к. человек способен обнаружить такие дефекты исходного кода, которые еще не под силу программным анализаторам кода. Кроме того, во время ручной проверки кода могут решаться и другие задачи. Например, более опытный программист, просматривая код менее опытного программиста, может указать на изъяны в технике программирования, что будет способствовать повышению квалификации последнего.

Программный анализ, как уже говорилось, выполняется с помощью специальных программ. В легких случаях программный анализатор анализирует непосредственно исходный код программы. В более сложных случаях программные анализаторы предварительно переводят исходный код в промежуточное представление (intermediate representation, IR) – набор данных, который эквивалентен исходному коду, но более удобен для выполнения над ним требуемого вида анализа [1]. Детальность промежуточного представления зависит от целей и решаемых задач. Например, если статический анализатор выполняет анализ передач управления в программе, то в промежуточном представлении делается акцент на потоках управления в программе и меньше внимания уделяется данным, если выполняет анализ данных – акцент на данных и их зависимостях друг от друга и т.д.

Примеры промежуточных представлений:

- абстрактное синтаксическое дерево (AST – abstract syntax tree);
- абстрактный семантический граф (ASG – abstract semantic graph)
- граф потока управления (CFG – control flow graph);
- граф зависимостей по данным (DDG – data dependence graph);
- граф зависимостей программы (PDG – program dependency graph);
- представление в виде однократного статического присваивания (SSA – static single assignment);
- и др.

Как уже было сказано, чем раньше будет обнаружен дефект, тем его проще и дешевле исправить. Эффективность статического анализа кода также зависит от времени его проведения. Желательно выполнять проверки как можно раньше – еще до того, как ошибочный исходный код функции/метода/модуля будет интегрирован в исходный код модуля более высокого уровня. В идеале проверка должна выполняться прямо во время написания исходного кода и ошибки должны выявляться сразу же после их появле-

ния. По этой причине инструменты статического анализа стараются встраивать прямо в интегрированные среды разработки (IDE), чтобы максимально приблизить проверку ко времени написания кода.

### **Характеристики статических анализаторов**

Статический анализ исходного кода чаще всего используется для поиска дефектов (дефектов с точки зрения информационной безопасности, корректности программы, ее переносимости и т.д.). Соответственно, статический анализатор как инструмент поиска дефектов может быть оценен по следующим наиболее важным характеристикам:

- Полнота обнаружения дефектов (отношение количества найденных дефектов к общему числу дефектов);
- Точность обнаружения дефектов (отношение правильно обнаруженных дефектов к общему числу обнаруженных дефектов программы);
- Ресурсоемкость.

К сожалению, точность обнаружения у современных статических анализаторов кода не равна 100% и встречаются ложные срабатывания. Поэтому результаты работы анализатора должны проверяться человеком и только он выдаст заключение, требуется ли исправлять исходный код или нет.

### **Примеры статических анализаторов исходного кода**

Как говорилось выше, в условиях роста объемов исходного кода необходимость в автоматизированном выполнении анализа очень высока. К настоящему времени разработано немало программ – статических анализаторов исходного кода. Ниже приведены некоторые из них:

- Svacе – разработка ИСП РАН (языки C, C++) [3]
- PVS-Studio российской компании "СиПроВер" (языки C/C++/C++11) [6];
- ReSharper компании JetBrains (языки C#, VB.NET, XAML, ASP.NET, ASP.NET MVC, JavaScript, CSS, HTML и XML) [7];
- Coverity SAVE компании Coverity (языки C/C++, Java и C#) [4];
- Klocwork компании Klocwork (языки C/C++, Java и C#) [5].

### **Заключение**

Программный статический анализ исходного кода находится на этапе развития. На сегодняшний день из-за невысокой точности обнаружения статический анализ не может быть полностью автоматизирован и требует последующего участия человека с целью проверки результатов программного анализа. Дальнейшее развитие технологии программного анализа позволит исключить или хотя бы уменьшить участие человека в проведении анализа.

### **Список литературы**

1. Зубов, М.В. Применение универсальных промежуточных представлений для статического анализа исходного программного кода [Текст] / М.В. Зубов, А.Н. Пустыгин, Е.В. Старцев // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (Томск). – 2013. – №1 (27), март 2013. – С. 64-68.

2. Марков, А.С. Статический сигнатурный анализ безопасности программ [Текст] / А.С. Марков, А.А. Фадин // Программная инженерия и информационная безопасность. – 2013. – № 1(1). – С. 50-56.

3. Статический анализатор Svasc для поиска дефектов в исходном коде программ [Текст] / В.П. Иванников, А.А. Белеванцев, А.Е. Бородин, В.Н. Игнатьев, Д.М. Журихин, А.И. Аветисян // Труды Института системного программирования РАН. – 2014. – Т. 26. – № 1. С. 231-250.

4. Coverity SAVE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.coverity.com/products/coverity-save/>.

5. Klocwork [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.klocwork.com/products-services/klocwork>.

6. PVS-Studio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.viva64.com/ru/pvs-studio/>.

7. ReSharper [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.jetbrains.com/resharper/> (дата обращения: 18.12.2014).

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА И ЕЕ РОЛЬ В ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ КАДРОВ И РАБОТНИКОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ**

**Фукс М.Л.**

доцент кафедры общепрофессиональных дисциплин  
Кемеровского филиала Российского государственного  
профессионально-педагогического университета, канд. техн. наук,  
Россия, г. Кемерово

В настоящей статье речь идет об информационной среде, как об одном из ключевых факторов подготовки инженерно-технических работников, а также работников профессионального образования технических направлений. Формирование и развитие информационной среды вызывает как у учащихся школ, так и у студентов средне-специальных и высших учебных заведений интерес к изучаемым дисциплинам, формирует и развивает у них, равно, как и у готовых специалистов, творческое мышление. Это, в свою очередь, несомненно, способствует улучшению качества образования, а, значит, и благополучному развитию всех сфер жизнедеятельности.

*Ключевые слова:* информационная среда, средства вычислительной техники, компьютерные технологии, креативность, инженерно-технические кадры, профессиональное образование, техническое направление, автоматизация.

В связи со стремительным развитием вычислительной техники, новых информационных технологий и внедрением их во все сферы жизнедеятельности возникло новое понятие – информационная среда. Информационная среда – это совокупность технических и программных средств хранения, обработки и передачи информации.

На сегодняшний день информационная среда наиболее развита в сферах образования, науки и техники. Без средств вычислительной техники в настоящее время просто невозможна подготовка высококвалифицирован-

ных кадров. Особенно это касается специалистов таких направлений, как «Автоматизация производственных процессов», «Компьютерные технологии», «Приборостроение», «Электроника», «Электроснабжение», «Электроэнергетика».

Информационная среда очень широко используется как при проведении преподавателями учебных занятий, консультаций и контрольных точек (зачетов, коллоквиумов, тестирований, экзаменов), так и при выполнении студентами индивидуальных работ (контрольных, расчетно-графических, курсовых и дипломных). Это связано с тем, что информационные технологии позволяют студентам достаточно быстро и в то же время качественно оформлять все вышеуказанные работы, а преподавателям – успешно работать над научно-методическими материалами. Кроме того, компьютерные технологии значительно сокращают время, затрачиваемое преподавателями для изображения на доске таблиц и графических материалов. Для этого очень удобно использовать мультимедиа-проектор, подключаемый к компьютеру или ноутбуку и выводящий на экран или интерактивную доску как текстовые, табличные и графические материалы, так и презентации, а также различные видеоматериалы (рис. 1).

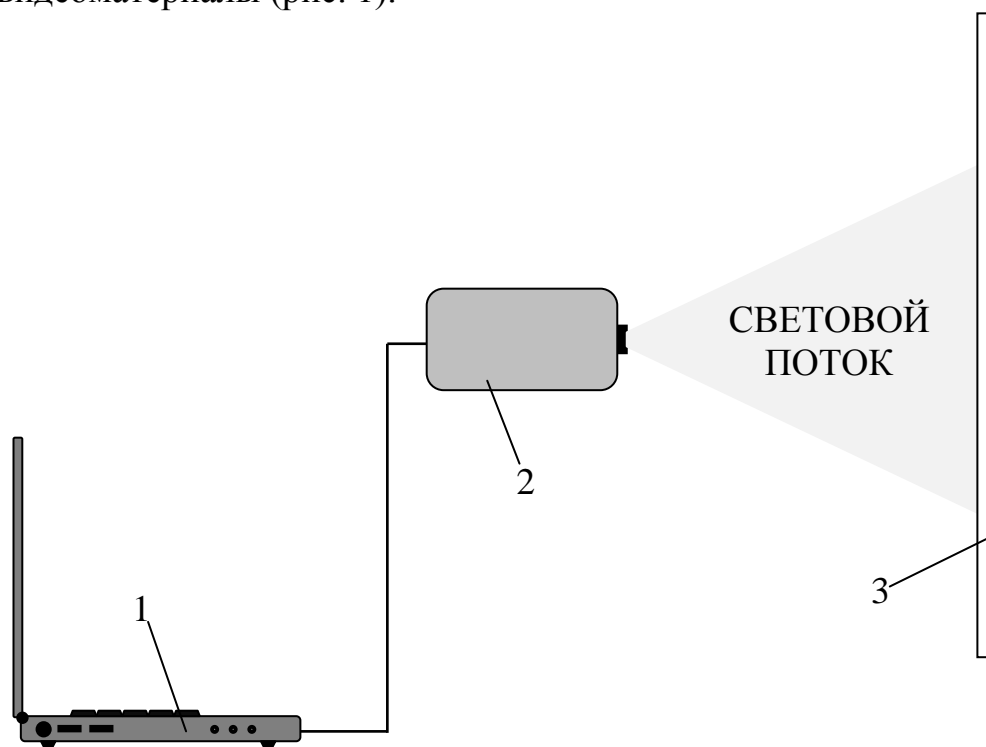


Рис. 1. Схема вывода информации на экран или интерактивную доску  
1 – ноутбук; 2 – мультимедиа-проектор; 3 – экран или интерактивная доска

Так, например, при проведении лекционных занятий у студентов направления «Автоматизация производственных процессов» очень удобно использовать электронные материалы, выполненные с помощью таких программ, как Adobe Reader, DJVU Reader, MS Word, MS PowerPoint, и т.д. На рис. 2 изображен скриншот лекционного материала по дисциплине «Микропроцессорные средства автоматизации», выполненного с помощью программы Adobe Reader. На данном фрагменте показана структурная схема микро-

контроллера [1, с. 5].

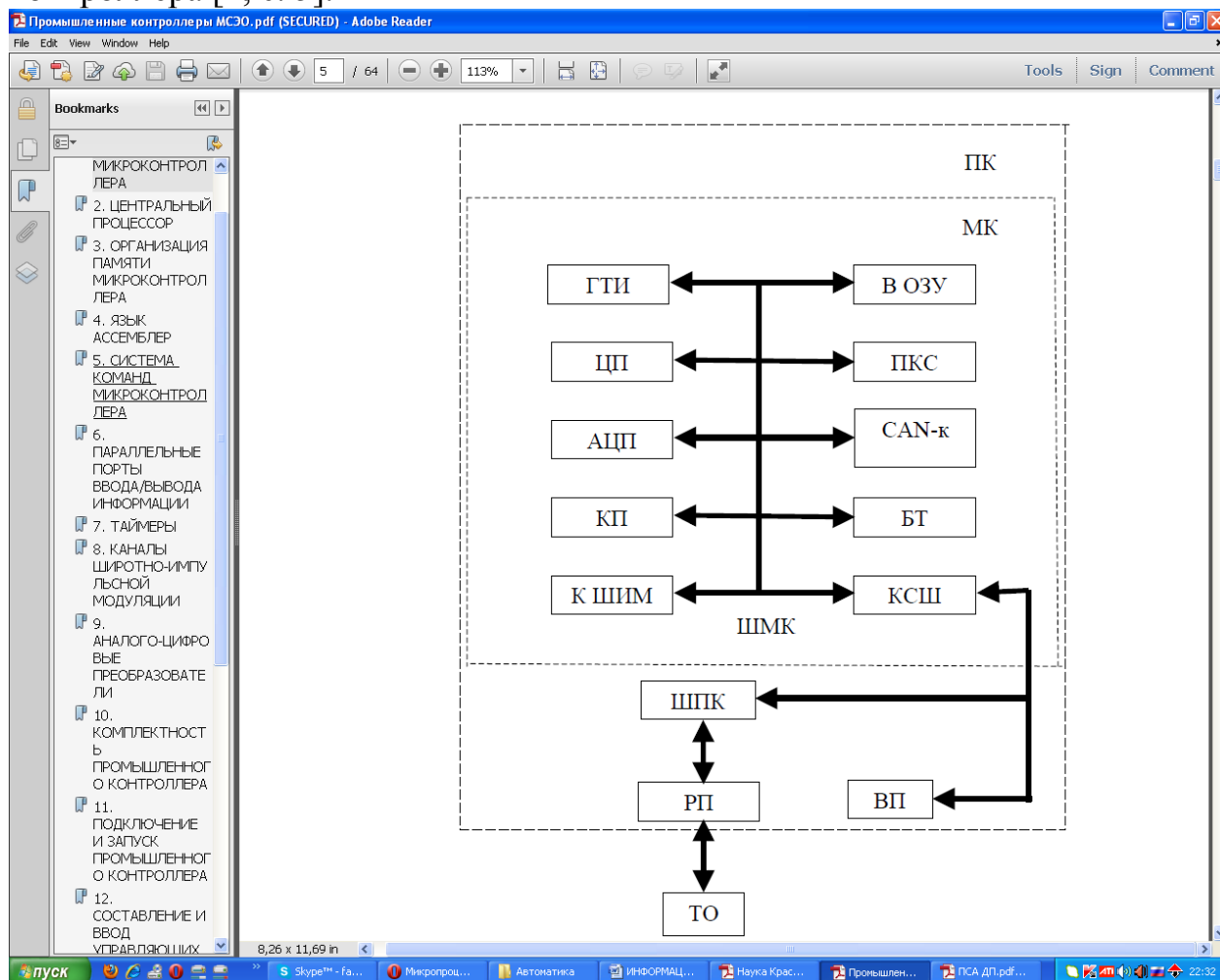


Рис. 2. Фрагмент лекционного материала по микропроцессорным средствам автоматизации, выполненный с помощью программы Adobe Reader

При подготовке кадров направления «Автоматизация производственных процессов» очень важную роль играют лабораторные работы. Но для их выполнения требуется сложное, дорогостоящее и не всегда безопасное оборудование. В связи с этим в последнее время очень широкое распространение получили виртуальные лабораторные работы, выполняемые с помощью компьютеров. Так, например, в Сибирском государственном университете телекоммуникаций и информатики (г. Новосибирск) функционирует виртуальная лаборатория по электронике с удаленным доступом, бесплатно доступная всем желающим. Для работы с этой лабораторией необходимо скачать клиентскую программу, которая написана на языке LabView и требует установленного LabView Run-Time (который распространяется совершенно свободно). Для доступа к этой лаборатории компьютер, разумеется, должен быть подключен к Интернету.



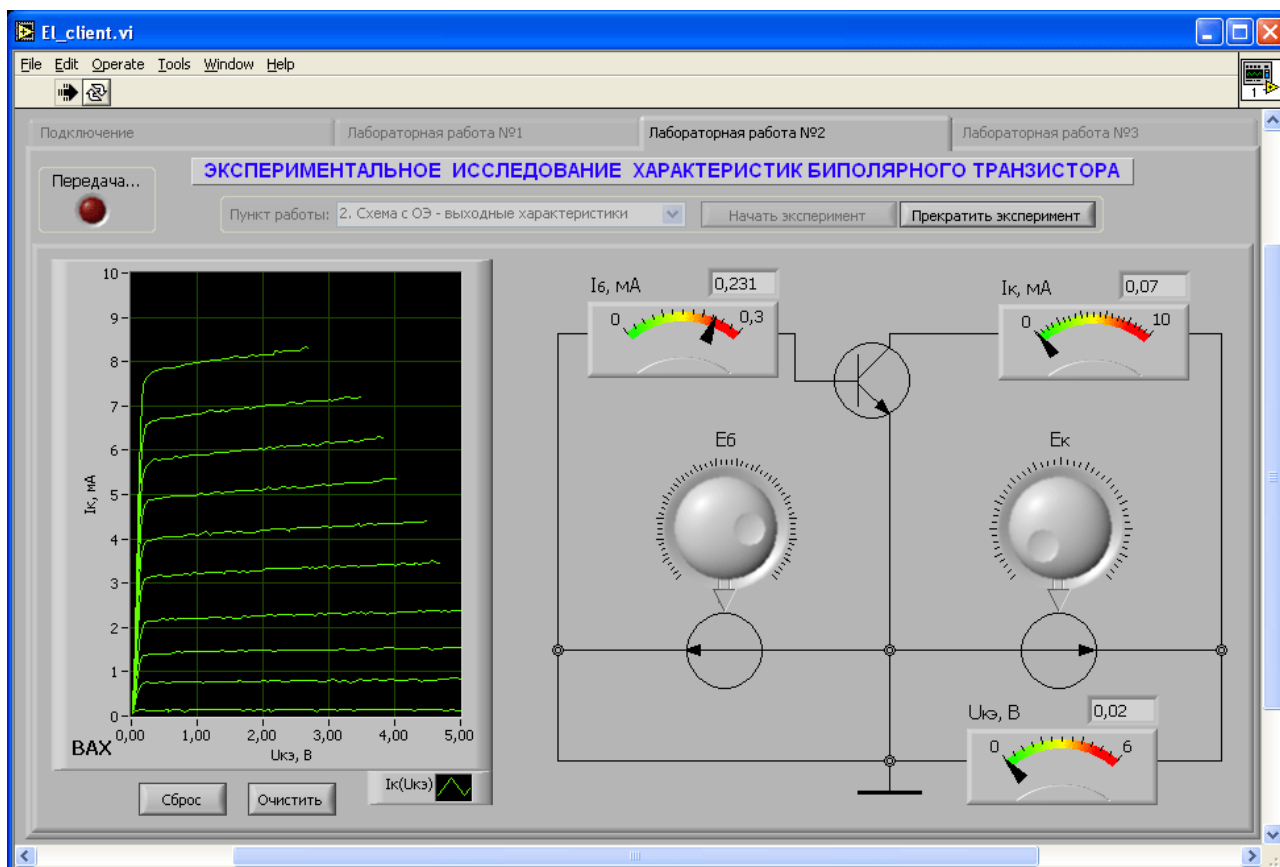


Рис. 3. Окно исследования выходных характеристик биполярного транзистора

На рис. 3 представлено окно лабораторной работы по исследованию биполярного транзистора структуры n-p-n (дисциплина «Промышленная электроника»). В данной схеме используется два регулируемых источника напряжения. Источник  $E_b$  служит для задания фиксированного тока базы. При изменении источника  $E_k$  происходит построение одной характеристики. Для измерения семейства характеристик следует последовательно задать несколько фиксированных значений токов базы [3].

Выполнение курсовых работ, не говоря уже о дипломировании, в настоящее время тоже производится, как правило, с помощью информационных технологий. Расчетно-пояснительные записки, обычно, делаются с помощью программ MS Word, а графические разделы – с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР). Для разработки проектно-конструкторской документации по автоматизации производственных процессов наиболее широко используются такие САПР, как AutoCAD, Компас, и многие другие. Все эти программы позволяют достаточно быстро и в тоже время качественно выполнять проектно-конструкторские работы. На рис. 4 представлен пример выполнения схемы подключения контроллеров (управляющих устройств, применяемых для автоматизации производственных процессов) для управления насосной станцией с помощью AutoCAD Electrical [2, с. 92 – 96].

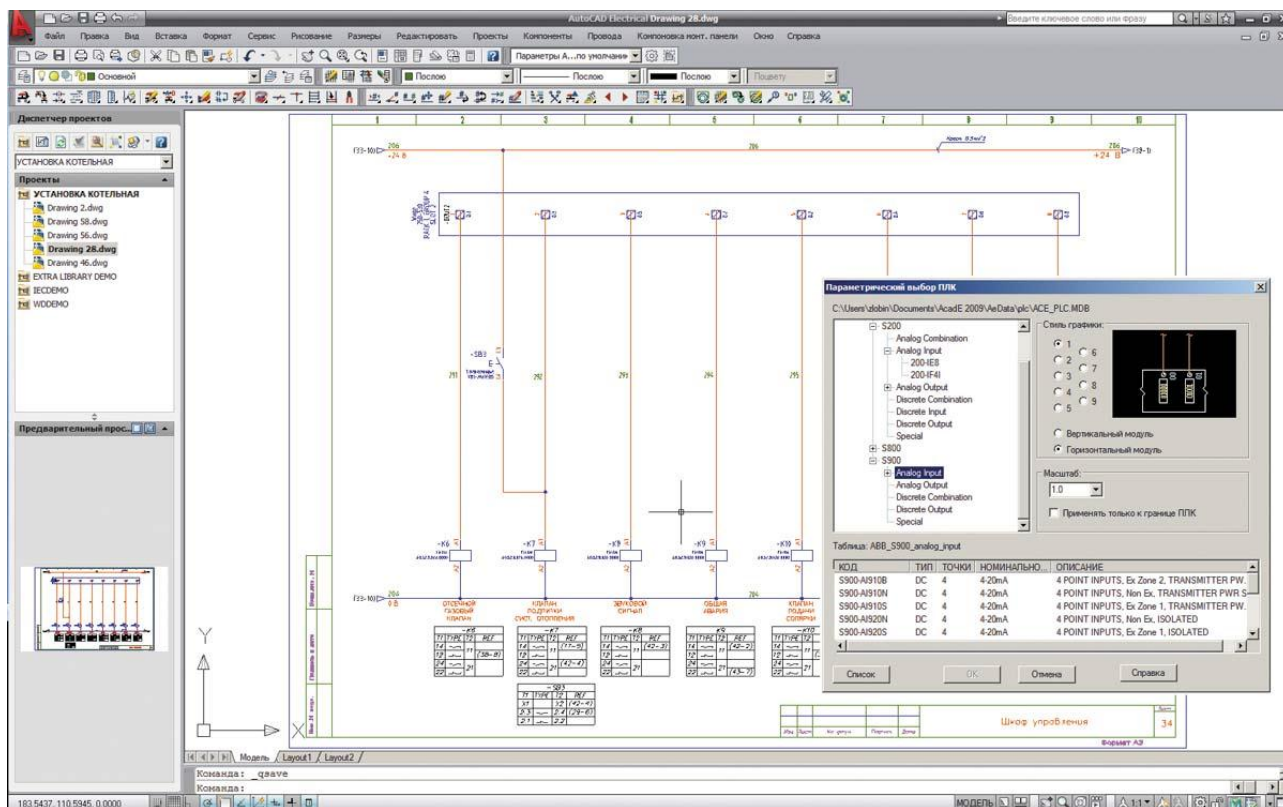


Рис. 4. Пример использования модуля контроллера в проекте

Из всего вышеизложенного следует, что информационная среда является одним из ключевых средств выработки и непрерывного роста мотивации к изучению тех или иных дисциплин. У учащихся и студентов она значительно сокращает время на выполнение индивидуальных заданий, помогает им более качественно подготовиться к контрольным точкам (защитам индивидуальных работ, коллоквиумам, зачетам, экзаменам, и т.д.); а готовым специалистам – дает возможность более продуктивно выполнять производственные задания. Кроме того; информационная среда формирует и непрерывно повышает такую важную характеристику, как креативность (творческие способности, характеризующиеся готовностью к принятию и созданию принципиально новых идей, отклоняющихся от традиционных или принятых схем мышления). Все это, несомненно, способствует непрерывному повышению качества, как образования, так и жизнедеятельности в целом.

### Список литературы

1. Готшалк О.А. Промышленные контроллеры. Микропроцессорные системы энергетических объектов. Письменные лекции [Текст]. / Готшалк О.А. – СПб.: СЗТУ, 2003 – 64 с.
2. Ермолов С.А. Применение AutoCAD Electrical 2008 для проектирования объектов систем водоснабжения [Электронный ресурс]. /Ермолов С.А. // Журнал САПР и графика, 2008 – № 11. С. 92 – 96. Режим доступа: <http://www.acade.ru/userfiles/08-11.pdf>.
3. Лаборатория электронных средств обучения (ЛЭСО). СибГУТИ. Учебное оборудование, учебные лабораторные стенды, лаборатории с удаленным доступом [Электронный ресурс]. – Режим свободного доступа: <http://www.labfor.ru/online/electronics>.

## **ВОЗМОЖНОСТИ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ MATHCAD В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ**

***Хисметова Н.С.***

преподаватель кафедры «Вычислительной техники и информационных систем» Западно-Казахстанского инженерно-гуманитарного университета,  
Казахстан, г. Уральск

***Рахметова Т.М.***

магистр, старший преподаватель кафедры «Вычислительной техники и информационных систем» Западно-Казахстанского инженерно-гуманитарного университета,  
Казахстан, г. Уральск

В статье рассматривается применение программы Mathcad в электротехнических расчетах. Применение Mathcad как мощный микрокалькулятор, позволяющий легко справляться в решении алгебраических и дифференциальных уравнений с постоянными и переменными параметрами, анализ функций, поиск их экстремумов, дифференцирование и интегрирование, вывод таблиц и графиков.

*Ключевые слова:* Mathcad, математических операций, задачами, вычисления, дифференциальных уравнений, дифференцирование и интегрирование.

Персональные компьютеры широко внедряются в науку и технику, образование, технологические процессы и т.д. Одним из перспективных научных направлений в развитие программного обеспечения становится компьютерная математика.

Наиболее популярным пакетом программ компьютерной математики, используемым в электротехнических расчетах, является Mathcad. Пакет Mathcad создавался как мощный микрокалькулятор, позволяющий легко справляться с рутинными задачами. Сюда можно отнести решение алгебраических и дифференциальных уравнений с постоянными и переменными параметрами, анализ функций, поиск их экстремумов, численное и аналитическое дифференцирование и интегрирование, вывод таблиц и графиков при анализе найденных решений.

Главным достоинством пакета Mathcad и его колоссальным преимуществом перед подобными системами являются:

- легкость и наглядность программирования задач;
- запись сложных математических выражений в том виде, в котором они обычно записываются на листе бумаги;
- простота в использовании;
- возможность создания встроенными средствами высококачественных технических отчетов с таблицами, графиками, текстом.

В электротехнических расчетах встречается широкий спектр задач ограниченной сложности, для решения которых можно использовать универсальные средства. К таким задачам относятся следующие:

- 1) подготовка научно-технических документов, содержащих текст и формулы, записанные в привычной для специалистов форме;
- 2) вычисление результатов математических операций, в которых участвуют числовые константы, переменные и размерные физические величины;
- 3) операции с векторами и матрицами, решение уравнений и систем уравнений (неравенств);
- 4) статистические расчеты и анализ данных;
- 5) построение двумерных и трехмерных графиков;
- 6) дифференцирование и интегрирование, аналитическое и численное;
- 7) проведение серий расчетов с разными значениями начальных условий и других параметров.

Научно-технические документы, содержащие электротехнические расчеты, обычно содержат формулы, результаты расчетов в виде таблиц данных или графиков, текстовые комментарии или описания, другие иллюстрации. В программе MathCad им соответствуют два вида объектов: формулы и текстовые блоки. [1, 2, 3] Формулы вычисляются с использованием числовых констант, переменных, функций (стандартных и определенных пользователем), а также общепринятых обозначений математических операций. Графики, которые автоматически строятся на основе результатов расчетов, также рассматриваются как формулы. Комментарии, описания и иллюстрации размещаются в текстовых блоках, которые игнорируются при проведении расчетов.

Чтобы буквенные обозначения можно было использовать при расчетах по формулам, этим обозначениям должны быть сопоставлены числовые значения. В программе MathCad буквенные обозначения рассматриваются как переменные, и их значения задаются при помощи оператора присваивания. Таким же образом можно задать числовые последовательности, аналитически определенные функции, матрицы и векторы.

Если все значения переменных известны, то для вычисления числового значения выражения надо подставить все числовые значения и произвести все заданные действия. В программе MathCad для этого применяют оператор вычисления. В ходе вычисления автоматически используются значения переменных и определения функций, заданные в документе ранее. Удобно задать значения известных параметров, провести вычисления с использованием аналитических формул, результат присвоить некоторой переменной, а затем использовать оператор вычисления для вывода значения этой переменной.

При изменении какой-либо формулы программа автоматически производит необходимые вычисления, обновляя изменившиеся значения и графики.

Более сложные преобразования позволяют находить аналитические решения некоторых уравнений и систем. Для такого рода вычислений в программе MathCad используют оператор аналитического вычисления (клавиатурная комбинация 'CTRL+'), а также команды меню Symbolics (Аналитические вычисления) [5].

#### **Список литературы**

1. Волкова Е.А. и др. Электротехнический справочник : в 4 т. ; под общ.ред. В.Г. Герасимова и др. – М.: Издательство МЭИ, 2009. – 963 с.

2. Гурский, Д.А. Вычисления в MathCAD / Д.А. Гурский. – Минск: Нов. знание, 2003. – 813 с.
3. Данилов, И.А. Общая электротехника: учеб. пособие для не электротехнических специальностей вузов и техникумов / И.А. Данилов – М.: Высшее образование, 2009. – 673 с.
4. Дьяконов, В.П. Mathcad 8-12 для студентов: полное рук. пользователя / В.П. Дьяконов. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 630 с.

## **ПОЛИМЕРБЕТОНЫ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ СВЯЗУЮЩИХ**

***Христофоров А.И.***

профессор кафедры химических технологий Владимирского  
государственного университета, доктор тех. наук, профессор,  
Россия, г. Владимир

***Христофорова И.А.***

профессор кафедры химических технологий Владимирского  
государственного университета, доктор тех. наук, профессор,  
Россия, г. Владимир

***Горячева В.А.***

студент кафедры химических технологий  
Владимирского государственного университета,  
Россия, г. Владимир

***Крещик А.А.***

студент кафедры химических технологий  
Владимирского государственного университета,  
Россия, г. Владимир

В статье рассматривается изготовление материалов на основе термопластичных связующих. Техничко-экономическая эффективность использования полимербетонов для изготовления изделий и конструкций заключается в повышении их долговечности и эксплуатационных характеристик. Их разработка является перспективной и актуальной задачей в настоящее время.

*Ключевые слова:* бетон, полимеры, полимербетон, поливинилхлорид, термопласты.

В настоящее время в России и за рубежом выпускается большое количество различных строительных материалов. Одними из эффективных строительных материалов являются изделия, изготавливаемые на основе высокомолекулярных соединений – полимеров.

Бетон является одним из основных строительных материалов. Развитие строительства требует применения более прочных и долговечных материалов. Добиться этого возможно при использовании последних достижений химической промышленности и особенно при модифицировании структуры бетона полимерами.

Полимербетоны – конгломератные составы, получаемые на основе синтетических полимеров, химически стойких наполнителей и заполнителей без участия минеральных вяжущих и воды [1, 3]. Полимербетоны изготавливают на различных видах полимерного связующего, основу которого составляют смолы или мономеры, отверждаемые с помощью специальных добавок. Заполнителями служат песок и щебень [2,4]. Одним из наиболее распространенных полимеров является поливинилхлорид (ПВХ), однако разработок по получению высоконаполненных полимербетонов на его основе ограниченное количество. Этот компонент является одним из самых крупнотоннажных в мире – до 30 % общего производства полимеров. Наполнителями в ПВХ-композициях служат графит, песок, глина, каолин, крахмал и другие вещества [5, 6].

Создание полимербетонов на термопластичных полимерах значительно расширяет области применения данных материалов, позволяет экономить дефицитные природные материалы. Их разработка является перспективной и актуальной задачей.

Сравнительный анализ свойств полимербетонов на основе различного вида связующего приведен в таблице.

Из таблицы видно, что материалы на основе термопластов, таких как полиамид (ПА), полиэтилен (ПЭ), метилметакрилат (ММА) имеют достаточно высокую плотность, прочность при сжатии, однако истираемость изделий велика – до 3 кг с квадратного метра.

Таблица

**Характеристика полимербетонов на основе термопластичных смол**

Физико-механические свойства	Марки полимербетона		
	ММА	ПА	ПЭ
1. Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	2200 – 2400	1200 – 2100	1000-2000
2. Прочность при сжатии, МПа	70 – 90	80 – 100	8 – 30
3. Истираемость, кг/м <sup>2</sup>	–	1 – 3	1 – 3
4. Теплопроводность, Вт/м·К	0,65 – 0,75	0,02 – 0,6	0,15 – 0,4

На базе Владимирского государственного университета проводятся исследования по получению полимербетонов на основе ПВХ-связующего. Были получены изделия с высоким заполнением речным песком (до 90 %), прочностью при сжатии 50 – 70 МПа, плотностью 1900 – 2100 кг/м<sup>3</sup>. При этом истираемость образцов не превышала 0,03 г/см<sup>2</sup>, класс горючести обеспечивал марку Г1, морозостойкость – более 100 циклов.

### Список литературы

1. Комар А.Г. Технология производства строительных материалов. / А.Г. Комар, Ю.М. Баженов, Л.М. Сулименко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 446 с.
2. Баженов Ю.М. Технология бетона: Учебн. пособие для технол. спец. строит. вузов. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 1987. – 415 с.
3. ГОСТ 25192-82. СТ СЭВ 6550-88. Бетоны. Классификация и общие технические требования. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 5 с.
4. Бетон // <http://encyclopedia.narod.ru/BSE/AA/B011.htm>.
5. Христофорова И.А. Полимербетоны на основе термопластов // Строительные материалы. – 2005 г. – № 4. – С. 56 – 57.
6. Глухоедов В.В., Христофорова И.А., Христофоров А.И., Гуюмджян П.П., Ястребова С.Г. Влияние модификаторов на основе кремнийорганических веществ на свойства полимербетона // Междунар. науч.-техн. конф. “Итоги строительной науки”: Матер. конф. 28-30 окт. 2003 г. Владимир: ВлГУ. – С. 269.

## ПРЕОБЛАДАЮЩИЙ ВИД ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА АРХИТЕКТУРУ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

*Хрусталева Д.А.*

доцент кафедры «Архитектура промышленных сооружений» Московского архитектурного института (государственной академии), канд. арх.,  
Россия, г. Москва

В статье описано влияние преобладающего вида деятельности на объемно-пространственные характеристики для научно-производственных объектов, в том числе инновационных и рискованных. Приводится функциональная зависимость этих зданий и комплексов от принадлежности к базисному предприятию (в случае его наличия).

*Ключевые слова:* научно-производственные здания, инновационная деятельность, архитектура для предпринимательства.

По преобладающему виду деятельности объекты инновационной научно-производственной деятельности (ИНПО) делятся на научные, деловые, технологические, индустриальные. Такое деление подразумевает приоритетное развитие одного из звеньев инновационной цепи:

### **ИССЛЕДОВАНИЯ – РАЗРАБОТКИ – ОПЫТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО.**

В инновационных комплексах, образованных на базе научных и учебных центров, наибольшее развитие получают начальные стадии инновационного цикла («исследования – разработки»). Деловые комплексы, как правило, включают в себя не связанные с опытно-производственным процессом исследовательские и коммерческие подразделения, штаб-квартиры инновационных фирм.

В технологических и индустриальных комплексах преобладающее развитие получают завершающие стадии инновационного цикла («разработки – опытное производство»). В индустриальных парках, помимо опытного, часто присутствует мелко- и крупносерийное производство.

Для всех видов ИНПО характерно стремление к созданию максимально комфортных условий для творческого труда и отдыха, повышения квалификации и информирования сотрудников. Однако специфика деятельности выделяет научные и научно-технологические объекты в относительно более сложную функционально-пространственную структуру. Здесь происходит создание и апробация новых технологий, что требует развитых пространств для креативного общения персонала, большего разнообразия предоставляемых пространственных возможностей, наличия защитных мероприятий, развитых инженерно-технологических служб, служб информационной безопасности. Необходимым условием инновационных работ является непосредственный контакт с аккумулятором научного потенциала – университетом или исследовательским институтом. Все это оказывает весьма существенное влияние на планировку территории и архитектуру зданий.

По профилю исследований ИНПО делятся на монопрофильные (работающие преимущественно в одной области) и полипрофильные (работающие в нескольких областях науки и высоких технологий). Для современного этапа развития инноваций свойственно преобладание междисциплинарных исследований. Монопрофильные объекты, где проводимые исследования концентрируются преимущественно в одной области науки, встречаются нечасто. Обычно монопрофильные объекты являются начальным этапом создания крупных полипрофильных комплексов. Некоторые комплексы (например, технопарк Адлерсхоф в Берлине) изначально проектируются для ведения работ в разных направлениях. Для локальных монопрофильных объектов более свойственно решение в виде группы функциональных блоков, объединенных в общий объём. Полипрофильные ИНПО решаются менее компактно. Это определяется необходимостью пространственного зонирования подразделений, выбором способов защиты, размерами и типами санитарно-защитных зон.

На планировочном уровне ИНПО может представлять собой отдельное здание или его часть, группу или комплекс зданий. Часто научно-производственные подразделения занимают часть здания, обычно располагаясь на нижних его этажах или в отдельном пристроенном блоке. Распространены примеры размещения офисных и связанных с ними научно-производственных помещений на одном этаже, по сторонам коммуникационного коридора. В виде отдельного здания часто решаются отели (индустриальные, научно-технические, научные) и инкубаторы. Эти объекты могут входить состав более крупных инновационных комплексов, могут существовать на отдельных участках в городской застройке, тяготея к предприя-



тиям, базовым для их деятельности. Они объединяют под своей крышей множество мелких инновационных фирм и мастерских, предоставляя им необходимые помещения и соответствующую инфраструктуру обслуживания. Группа зданий – часто встречающаяся форма организации – может входить в состав более крупных комплексов, или существовать самостоятельно. Здания в таких группах бывают различны по пространственным решениям и параметрам и предназначаются для разных видов инновационной деятельности (например, для офисной, исследовательской работы, опытного производства) [1].

Отдельное здание и группа зданий – основной вид строительства в случае пионерного освоения площадки как при создании нового инновационного комплекса, так и при модернизации сложившейся городской производственной территории. Так, в 1970 году в научном парке Кембриджского университета было возведено первое здание “Лазер Скан”, и с тех пор каждый год добавляются новые здания [2]. Далее, с течением времени, обычно создается развитый комплекс с соответствующей инфраструктурой – основная на сегодня форма организации инновационной деятельности.

ИНПО могут создаваться путем нового строительства или реконструкции и приспособления существующих зданий. Реконструкция и приспособление в условиях сложившейся застройки могут лимитировать гибкость пространства и ограничивать его функциональный состав; как правило, этот способ характерен для начального этапа формирования объекта и более оправдан в случае, если инновации не связаны с высокими технологиями. Высокотехнологичные инновационные объекты предъявляют особые требования к организации пространства и коммуникаций, и переделка существующих зданий часто экономически нецелесообразна. Однако если инновационного комплекс располагается в реставрируемых исторических зданиях, это придает дополнительную притягательность его облику (например, Буш-Хаус в составе технопарка Эдинбурга).

ИНПО строятся для нужд конкретной компании или для сдачи во временное пользование (в аренду) будущему клиенту. Доля последних постоянно растет и может достигать 70% от общей площади рабочих зданий в современных технопарках. Построенное инвестором специально для сдачи в аренду здание может быть сдано (полностью или частями) во временное пользование продвинутым фирмам на сравнительно длительный срок – до 5-7 лет, или рискованным компаниям на срок до трёх лет.

ИНПО создаются при университетах, высших учебных заведениях, научно-исследовательских институтах, промышленных предприятиях (табл.).

Подавляющее большинство зарубежных инновационных структур организованы на базе университетов. Исторически сложившаяся российская форма организации технико-внедренческих комплексов – при научных институтах и центрах [3]. Однако с начала 21 века у нас также идет активный процесс создания инновационных комплексов на базе высших учебных заве-

дений. Инновационные структуры формируются и на базе местного промышленного предприятия, в структуре производственной компании. Особенно это распространено при модернизации исторических производственных зон. Залогом успешного и стабильного развития ИНПО на базе промышленных предприятий является связь с крупными центрами науки и высшего образования. Поэтому инновационные объекты часто изначально формируются на объединенной основе с участием высшего учебного заведения или научно-исследовательского института и промышленных предприятий (как происходит формирование технопарка Зеленограда). Встречаются автономные объекты, обычно это – отели или инкубаторы. Размещаясь в городской застройке, они тяготеют к местам концентрации потенциальных клиентов (университетам, научным центрам, промышленным зонам).

Таблица

**Основные преимущества при базисном предприятии**

Тип базисного предприятия				Автономный объект (без базисного предприятия)
	НИИ, Конструкторское бюро	Университет, ВУЗ	Промышленный комплекс	
от Базисного предприятия	Профессионализм специалистов и сотрудников НИИ; Научные разработки НИИ и технологические решения КБ; Связь и информационное пространство с базой данных; Оборудовании НИИ.	Профессионализм специалистов – преподавательского состава вуза; Молодежь – студенты с новыми идеями; Связь и информационное пространство с базой данных; Научные разработки вуза; Оборудование вуза в совместном пользовании; Обучение, повышение квалификации сотрудников ИНПО.	Профессионализм и навыки специалистов и сотрудников производственного объекта; Оборудование производственного объекта; Апробация инноваций на производственных мощностях комплекса.	Широкие возможности привлечения пользователей и клиентов; Возможности использования городской информационной и производственной базы; Возможности использования городской инфраструктуры (культурной, социально-бытовой, транспортной и проч.); Обеспечение занятости жителей прилегающих районов.
от ИНПО	Апробация идей в ИНПО; Общение, обмен идеями и технологическими решениями; Повышение квалификации сотрудников ИНПО.	Апробация идей в ИНПО; Рабочие места в процессе обучения; Оборудование ИНПО в совместном пользовании; Продолжение деятельности после обучения.	Возможность демонстрации новинок в ИНПО; Оптимизация и совершенствование технологий ИНПО; Связь и информационное пространство с базой данных ИНПО.	

По размеру территории ИНПО условно можно разделить на группы: до 3 га, 3-30 га, более 30 га; по величине общей площади: менее 1 тыс. м<sup>2</sup>; 1-10 тыс. м<sup>2</sup>; более 10 тыс. м<sup>2</sup>. Этажность зданий различна и колеблется в пределах от 1-2 до 10-12 этажей. Малые комплексы обычно отличаются повышенной плотностью застройки, сравнительно зависимы в техническом и

социальном отношении от окружения, чаще других представляют собой дочерние подразделения крупных организаций. Размеры средних ИНПО отличаются большим разбросом значений. В эту группу попадает большинство технологических, деловых, научных парков и комплексов; среди обследованных объектов таких множество. Они характеризуются сравнительной обособленностью, предполагающей включение автономного набора социальных и инженерно-технических служб. Крупные инновационные комплексы встречаются реже, отличаются полной и разносторонней комплектацией таких служб, как социально-общественная, спортивно-рекреационная, инженерно-техническая, вспомогательная, логистическая, транспортная.

Результаты обобщения функциональных и планировочных характеристик отражают множественность видов и направлений деятельности, форм организации и пространственных решений ИНПО и свидетельствуют о невозможности формализации самого процесса инновационной деятельности, что в свою очередь требует индивидуального подхода при выработке приёмов формирования ИНПО, в максимальной степени способствующих достижению разумного соотношения эффективности капиталовложений в строительство и эксплуатационных требований.

#### **Список литературы**

1. Дианова-Клокова И.В., Метаньев Д.А., Панфиль А.С. Научно-производственные комплексы. – М.: Наука, 1991.
2. Дианова-Клокова И., Метаньев Д., Хрусталева Д. Арендные объекты инновационного назначения (части 1-2) // Обзорная информация. Серия: Промышленные и сельскохозяйственные комплексы, здания и сооружения». – М.: – ВНИИНТПИ. – 2010. – Вып.1, вып.2.
3. Хрусталева Д.А. Здания для краткосрочной аренды в составе инновационных комплексов. // Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ: Материалы научно-практической конференции 2010 г.: Сб. статей: – М.: Архитектура-С., 2010 г. – с.165-167.

### **О ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ КОНТЕНТА**

***Чечиков Ю.Б.***

доцент кафедры бизнес-информатики Финансового университета при  
правительстве Российской Федерации, канд. физ.-мат. наук, доцент,  
Россия, г. Москва

В статье рассматриваются различные стадии жизненного цикла контента от создания до потери актуальности. В жизненный цикл контента входит управление получением, хранением и предоставлением контента его потребителям. Описываются процессы преобразования и использования контента, влияющие на продолжительность жизненного цикла.

*Ключевые слова:* контент, хранение контента, управление контентом, актуальность контента.

Концепция ECM (Enterprise Content Management – управление корпоративным контентом) предназначена для того, чтобы помогать сотрудникам компании получать, сохранять, обрабатывать и распространять информацию наиболее удобным и технологичным способом.

В настоящее время объемы корпоративной информации стремительно растут и свыше 70% ее – это разноформатная (статьи, мультимедиа, графики, должностные инструкции) и неструктурированная информация (big data), которая в основном никак не управляется.

Контент или неструктурированная информация – важнейший ресурс, который компания должна эффективно использовать для повседневных и стратегических решений. Потребителями контента могут быть и внешние организации со своей профессиональной спецификой.

В течение времени контент проходит разные стадии, что отражает понятие жизненного цикла: то есть сначала происходит создание информации, она находится в активном использовании определенный период времени, затем она пассивно хранится какое-то время и возможно, архивируется, затем повторно используется, модифицируется, снова хранится в архиве или уничтожается [1].

В жизненный цикл контента входит управление получением, хранением и предоставлением контента в масштабе организации. Все эти действия опираются на три составляющих: а) компания, которая определяет дисциплину сбора, применения, распространения информации и доступа к ней; б) контент, который охватывает информацию и данные и тем самым определяет ECM; в) управление, определяющее кто задействован в ECM и как происходит взаимодействие [3, с. 7].

Компания получает контент различными путями: через интернет, сканирование бумажных документов, создание своих документов внутри компании. Для этого применяются такие инструменты как визуальные редакторы, текстовые процессоры. Весь контент, как правило, попадает в репозиторий центрального хранилища, которое может быть распределенное, виртуальное или удаленное. Необходимо снижать риск потери, дублирования контента или создания его вновь из-за невозможности отыскать.

Разноформатный контент или сохраняется в исходном виде или преобразуется в формат, соответствующий внутренним стандартам компании. Но в любом случае поступающий контент индексируется, каталогизируется, в него добавляются атрибуты, необходимые для активной работы с ним. Ведется хранение результатов анализа, разных версий объекта, истории изменений объекта. На первый план выходят точность контента и актуальность, что позволяет удовлетворить потребность в самой свежей информации.

Управление хранением обеспечивает дисциплину доступа и права на работу с контентом – изменение, распространение, анализ. Имеются возможности управления длительностью хранения контента и его своевременное уничтожение.

Получение и грамотное хранение контента – это стадии, обеспечивающие самое главное ради чего он накапливается – предоставление контента в нужное время в нужной форме. Основными механизмами предоставления контента являются поиск и публикация. Интернет предоставляет широкий спектр вариантов распространения информации. На предприятии обычно выбирается одно главное подразделение на которое в первую очередь ориентируется система управления контентом.

Каждая единица контента может браться в готовом виде из хранилища или автоматически составляться. Затем она представляется на web-странице, печатается или скачивается в виде файла. Контент должен быть широко доступен в пределах организации для использования в совместной работе.

Технологии сфокусированного поиска являются основным инструментом управления предоставлением контента. Благодаря поиску быстро находится контент для публикации и демонстрации, что позволяет получать нужные объекты тем, кто их изменяет или работает с ними. Потребитель контента хочет видеть не просто общую информацию (как это бывает при запросе в поисковых интернет-системах), а персональное предложение, адресованное именно ему с учетом предыдущих запросов.

Одной из проблем контента является его ценность и актуальность на протяжении жизненного цикла, что собственно и определяет срок жизни контента [4]. На этапе получение-хранение контента основным показателем ценности является период совместной работы с контентом. На этапе хранение-предоставление показателем является востребованность контента и его многократное использование. Этот период определяет срок, в течение которого контент актуален. На этапе предоставление-получение срок жизни контента определяется количеством запросов к нему. Невостребованный и слабо запрашиваемый контент должен своевременно удаляться и заканчивать свой жизненный цикл.

Имея количественные данные об обращении к элементу контента, можно выяснить степень заинтересованности пользователей, оптимизировать запросы к хранилищу, способы предоставления информации и тем самым повысить привлекательность контента для удержания пользователей и своевременно реагировать на изменения рынка, что весьма актуально для web-ресурсов.

Еще одним аспектом, влияющим на длительность жизненного цикла контента является наличие инструментальных средств, с помощью которых можно быстро адаптировать web-контент к различным мобильным устройствам – телефон, смартфон, планшет и каналам распространения [2].

### **Список литературы**

1. Бородулина, Н. Что такое управление жизненным циклом контента? [Электронный ресурс] / Н. Бородулина. – Режим доступа: <http://ecm-journal.ru/post/Chto-takoe-upravlenie-zhiznennym-ciklom-kontenta.aspx>
2. Ляшок, А. Контент сегодня больше, чем просто контент [Электронный ресурс] / А. Ляшок. – Режим доступа: <http://www.epam-group.ru/aboutus/news-and-events/articles/2012/aboutus-ar-07-18-2012.html>
3. Кэмерон, С. Управление контентом предприятия. Вопросы бизнеса и ИТ / Стефан Кэмерон; пер. с англ. Алексея Кириченко. – М.: Логика бизнеса, 2012. — 176 с.
4. Пайлз, М. Три шага управления контентом [Электронный ресурс] / М. Пайлз. – Режим доступа: <http://www.profi-club.kiev.ua>

*Научное издание*

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ  
СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Сборник научных трудов  
по материалам VI Международной научно-практической конференции

г. Белгород, 31 декабря 2014 г.

В шести частях  
Часть III

Подписано в печать 15.01.2015. Гарнитура Times New Roman.

Формат 60×84/16. Усл. п. л. 8,83. Тираж 100 экз. Заказ № 4.

ООО «ЭПИЦЕНТР»

308010, г. Белгород, ул. Б.Хмельницкого, 135, офис 1

ИП Петрова М.Г., 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а