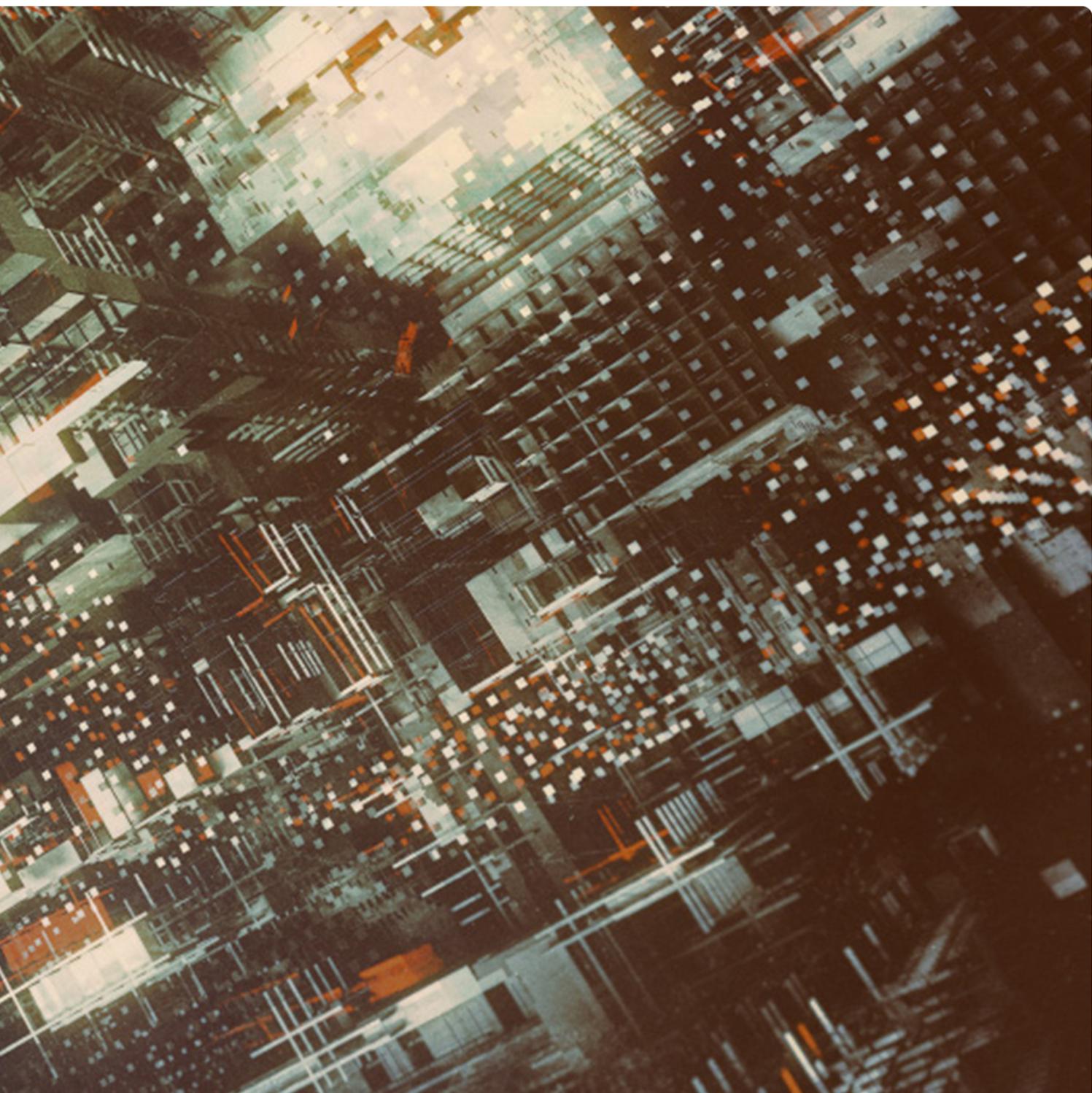




ISSN 2413-0869

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ



**№7**  
**Часть III**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ  
ПО МАТЕРИАЛАМ VII МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
31 ОКТЯБРЯ 2015 Г.

АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
(АПНИ)

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Сборник научных трудов  
по материалам  
VII Международной научно-практической конференции

г. Белгород, 31 октября 2015 г.

В десяти частях  
Часть III



Белгород  
2015

УДК 001  
ББК 72  
С 56

**Современные тенденции развития науки и технологий :**  
С 56 сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции 31 октября 2015 г.: в 10 ч. / Под общ. ред. Е.П. Ткачевой. – Белгород : ИП Ткачева Е.П., 2015. – № 7, часть III. – 148 с.

В сборнике рассматриваются актуальные научные проблемы по материалам VII Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий» (г. Белгород, 31 октября 2015 г.).

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

Информация об опубликованных статьях предоставляется в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) по договору № 301-05/2015 от 13.05.2015 г.

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

УДК 001  
ББК 72

ISSN 2413-0869

© Коллектив авторов, 2015  
© ИП Ткачева Е.П. (АПНИ), 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ» .....</b>	<b>6</b>
<i>Ажмухамедов И.М., Марьенков А.Н., Зеленский С.В.</i> МЕТОДИКА УСТАНОВЛЕНИЯ ЛИЧНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ К ИНТЕРНЕТУ ЧЕРЕЗ ПУНКТЫ КОЛЛЕКТИВНОГО ДОСТУПА .....	6
<i>Ажмухамедов И.М., Гурская Т.Г., Трегубов А.В.</i> ПОДГОТОВКА КАДРОВ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	10
<i>Ажмухамедов И.М., Балашов С.Г.</i> ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ КОМПЛЕКСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	13
<i>Бахарева Н.П.</i> АНАЛИЗ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ АТМОСФЕРНЫХ ЯВЛЕНИЙ .....	17
<i>Бекарев В.В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ СВОБОДНЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ДАННЫХ В РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА И ПАССАЖИРОПОТОКА .....	21
<i>Богданов Р.М.</i> К АНАЛИЗУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ТРУБОПРОВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ УГЛЕВОДОРОДОВ.....	23
<i>Бондарев В.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОПИСАНИЙ СЛОВ, СОСТОЯЩИХ ИЗ НЕПРОИЗВОДНЫХ РЕЧЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	28
<i>Бондарев В.А.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СЛОВАРЯ РЕЧЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ .....	31
<i>Бысов С.А., Вяткин А.Г., Юхимец Р.М.</i> АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО И СБОРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	39
<i>Галкин С.Ю., Карнова Н.М.</i> АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАБЕЛЯ S/FTP CAT7.....	42
<i>Гольцова П.А., Соснин Э.А., Жданова О.С.</i> НОВАЯ ОПТИЧЕСКАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ КУЛЬТУР И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЁ ВНЕДРЕНИЯ.....	47
<i>Демина Р.Ю., Ажмухамедов И.М., Досмухамедов Б.Р.</i> ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВРЕДНОСТИ ПРОЦЕССОВ, ИСПОЛНЯЕМЫХ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ .....	49
<i>Дьяков В.Е.</i> СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЦИНКА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ РАСПЛАВА ГАРТЦИНКА ФИЛЬТРАЦИЕЙ .....	53
<i>Железнякова А.А., Киреева Ю.Г.</i> ЗАЩИТНЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ АЛКОКСИЛАНОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	59
<i>Жильцов А.П., Челядина А.Л.</i> АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РОЛИКОВ РОЛЬАНГОВ НЕПРЕРЫВНЫХ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СТАНОВ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ (НШС ГП).....	62
<i>Земсков А.В., Новиков Д.П.</i> СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА НИКЕЛЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКЕ .....	64

<i>Залесков А.С., Калиенко И.В., Костоглотов А.А., Лазаренко С.В., Пугачев И.В.</i> ОБЪЕДИНЕННЫЙ ПРИНЦИП МАКСИМУМА В ЗАДАЧЕ СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА СИСТЕМ С ЗАДАННЫМ СОСТОЯНИЕМ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИЙ КРЫЛОВА .....	67
<i>Карпова Н.М., Галкин С.Ю.</i> АНАЛИЗ МЕЖКАБЕЛЬНЫХ НАВОДОК В ЭКРАНИРОВАННЫХ И НЕЭКРАНИРОВАННЫХ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ .....	71
<i>Карпова Н.М., Галкин С.Ю.</i> АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАБЕЛЯ S/FTP CAT6A.....	75
<i>Киснеева Л.Н., Аухадеев А.Э.</i> РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАСЧЕТА РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА.....	79
<i>Кобзев Р.А.</i> ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КРАТНОСТИ ПОЛИСПАСТА МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА КОЗЛОВОГО КРАНА K2x190 ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ .....	82
<i>Ковальчук А.К., Яроц В.В.</i> КИНЕМАТИКА И ДИНАМИКА ДРЕВОВИДНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА РОБОТА-КРАБА .....	84
<i>Кондратьева С.Д., Семенов М.Г.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ИНС В МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМ: ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ.....	89
<i>Лоева Я.А., Солдатов А.Н.</i> ЛАЗЕРА НА ПАРАХ СТРОНЦИЯ ДЛЯ АБЛЯЦИИ ТВЕРДЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ.....	91
<i>Минлибаев М.Р., Семенов А.В.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЯВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ПСЕВДОКИПАЮЩЕЙ ВОЗМУЩЕННОЙ ЖИДКОСТИ.....	93
<i>Муканов Т.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТЛОЖЕНИЯ НАНОСОВ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ УЧКУРГАНСКОЙ, ТОКТОГУЛЬСКОЙ И КАМБАРАТИНСКИХ ГЭС .....	95
<i>Нестеренко А.С.</i> ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ЗАЯВИТЕЛЕМ ПРИ ПРЕДОСТАВЛЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ УСЛУГ РЕГИОНАЛЬНЫМ ОРГАНОМ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКИМ ХОЗЯЙСТВОМ.....	105
<i>Никитина Т.А., Клюкина О.Н., Птичкина Н.М.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНАЛОГА ДИЕТИЧЕСКОГО ИТАЛЬЯНСКОГО ДЕСЕРТА ТИРАМИСУ ДИЕТИЧЕСКОГО С ПОЛИСАХАРИДОМ И СТЕВИОЗИДОМ.....	107
<i>Рагрин Н.А.</i> КРИТЕРИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ.....	110
<i>Рыжков А.С., Данилушкин А.И.</i> АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ.....	112
<i>Савдур С.Н., Половкина Э.А.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В ВИДЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ СЕТИ ПЕТРИ.....	115
<i>Степович-Цветкова Г.С.</i> СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	118
<i>Суровцева О.А.</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ОБУВИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР ТП «ТЕХНОПРО» .....	120
<i>Таганов Р.А., Гильман Д.В., Спиркина О.В., Балакин В.А.</i> ВОПРОСЫ СТРУКТУРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТА ПО КРИТЕРИЯМ МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ .....	123

<b>Томашевский С.В.</b> РИСК НЕДООЦЕНЕННОГО РЕЗЕРВА В РАЗВИТИИ КАФЕДРЫ ...	128
<b>Хачумов М.В.</b> МЕТОД ОЦЕНКИ ОТКЛОНЕНИЯ МЕДИЦИНСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОТ СТАНДАРТА ЛЕЧЕНИЯ .....	132
<b>Черняховская Л.Б.</b> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СБОРКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ.....	137
<b>Яроц В.В.</b> ПОДГОТОВКА БАКАЛАВРОВ В ОБЛАСТИ ГИДРОПНЕВМОПРИВОДОВ В МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА .....	142

## СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»

### МЕТОДИКА УСТАНОВЛЕНИЯ ЛИЧНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ К ИНТЕРНЕТУ ЧЕРЕЗ ПУНКТЫ КОЛЛЕКТИВНОГО ДОСТУПА

*Ажмухамедов И.М.*

заведующий кафедрой информационной безопасности, д.т.н., доцент,  
ФГБОУ ВПО Астраханский государственный университет,  
Россия, г. Астрахань

*Марьенков А.Н.*

доцент кафедры информационной безопасности, к.т.н.,  
ФГБОУ ВПО Астраханский государственный университет,  
Россия, г. Астрахань

*Зеленский С.В.*

ФГБОУ ВПО Астраханский государственный университет,  
Россия, г. Астрахань

В последнее время, с одной стороны, наблюдается резкий рост объема предоставления услуг связи в пунктах коллективного доступа (включая выход в интернет). С другой стороны, ужесточены требования законодательства по идентификации пользователей и используемого ими оконечного оборудования при предоставлении такого рода услуг. Типовые решения, позволяющие реализовать данные требования, отсутствуют. Поэтому целью работы стала разработка методики идентификации пользователей и используемого ими оконечного оборудования в пунктах коллективного доступа. Для этого была предложена общая схема идентификации, произведен подбор необходимых программно-аппаратных средств, разработаны и внедрены организационные меры, создающие условия безопасной эксплуатации предложенного технического решения.

*Ключевые слова:* идентификация, услуги связи, пункт коллективного доступа.

В связи с резким ростом объема предоставления услуг связи (включая выход в интернет) в пунктах коллективного доступа, сложность поиска злоумышленника и сбора доказательной базы в случае совершения преступлений с использованием компьютерных технологий, многократно возрастает.

С июля 2014 года было принято несколько законодательных актов, обязывающих операторов связи осуществлять идентификацию пользователей и используемого ими оконечного оборудования в пунктах коллективного доступа (ПКД) [2-5]. Однако готовых решений для реализации вводимых требований на данный момент не существует. В связи с этим возникает необходимость разработки методики идентификации пользователей в пунктах коллективного доступа.

Предлагаемый алгоритм идентификации пользователей в пунктах коллективного доступа представлен блок-схемой на рисунке 1.

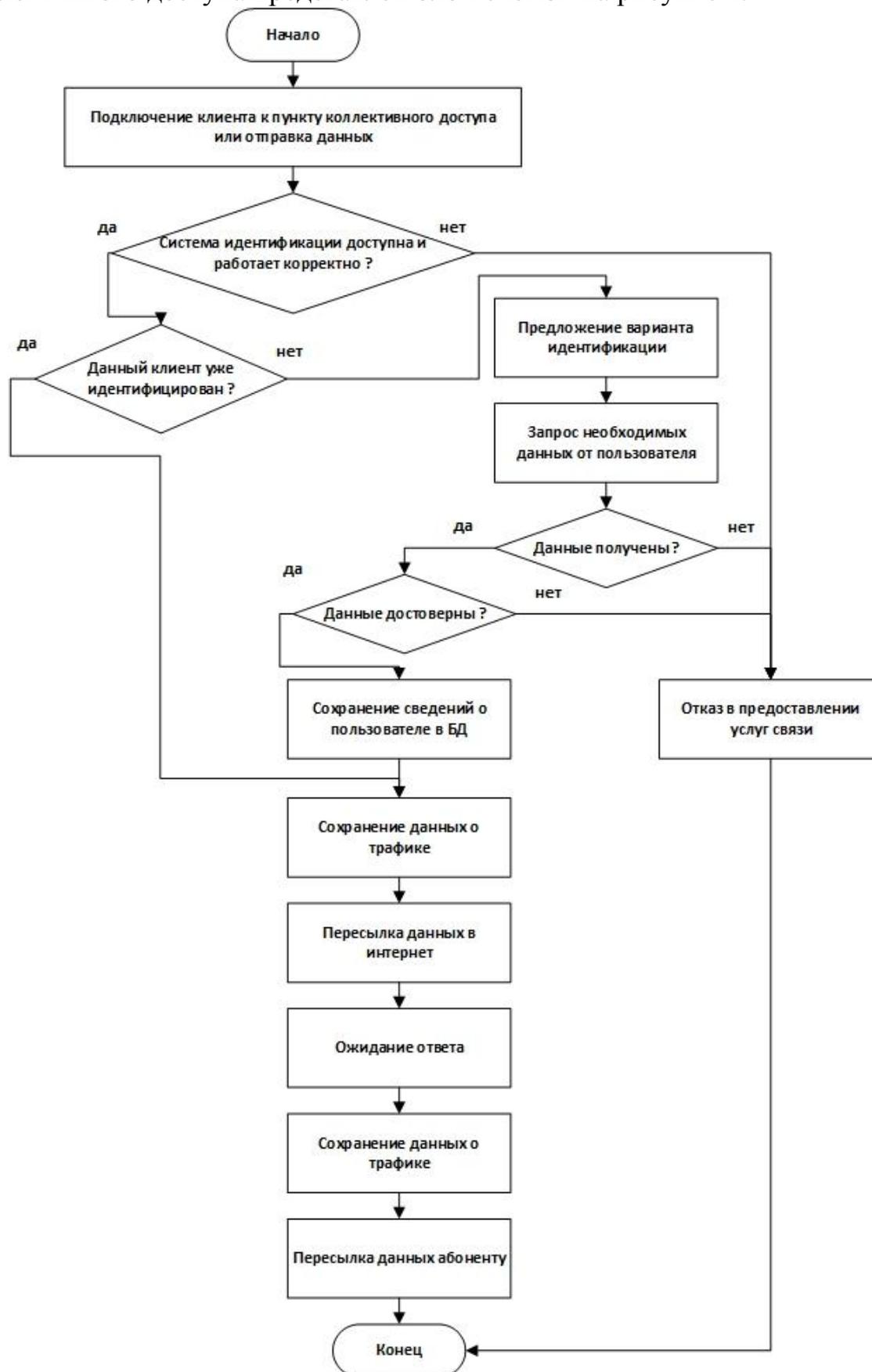


Рис. 1. Алгоритм идентификации пользователей

Алгоритм реализует:

1. Проверку доступности системы идентификации, а также её самодиагностику с помощью скриптов, выполняемых на устройстве оконечного оборудования оператора связи для проверки корректности работы системы идентификации пользователей.

2. Предоставление пользователю вариантов идентификации, приём данных и проверку их достоверности.

3. Идентификацию активных клиентов и перенаправление их трафика с оконечного оборудования оператора связи.

4. Извлечение и хранение идентификационных данных пользователей.

5. Извлечение и хранение данных о трафике идентифицированных пользователей.

Рассмотрим пример реализации схемы идентификации пользователей в пунктах коллективного доступа одного из вузов г. Астрахани. Общая топология сети высшего учебного заведения, в ведении которого находится пункт коллективного доступа, и оператора связи представлена на рисунке 2.

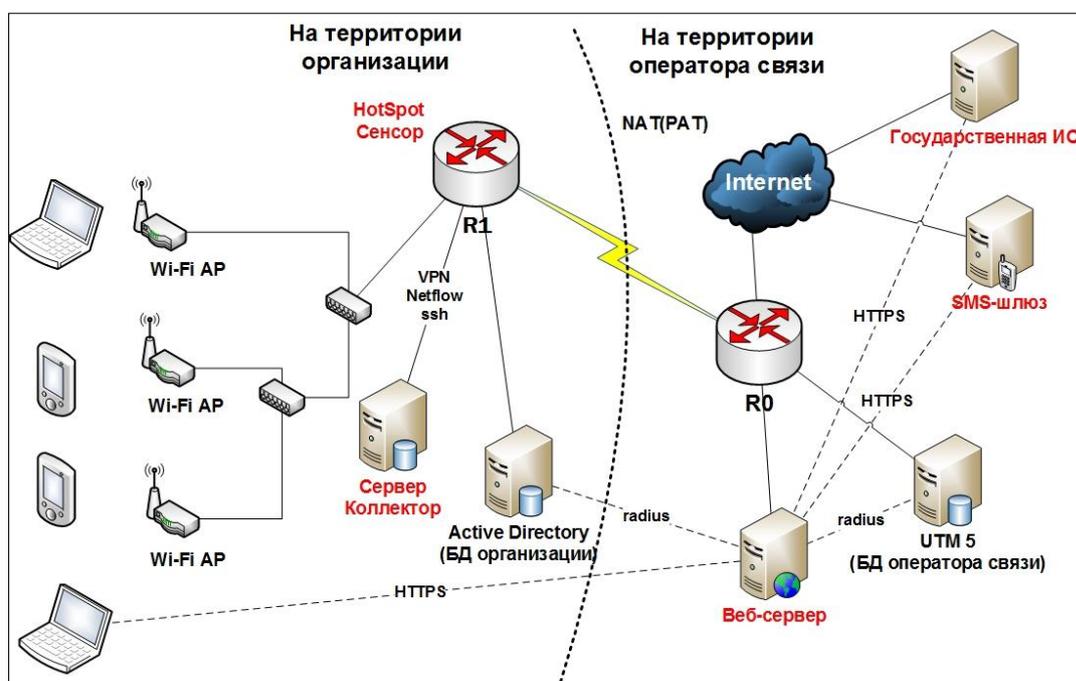


Рис. 2. Общая топология сети

В качестве оконечного оборудования (R1) был выбран программный маршрутизатор с операционной системой «RouterOS» фирмы «MikroTik». Данный маршрутизатор позволяет проверять доступность системы идентификации, проводить самодиагностику и идентифицировать пользователей, как на самом устройстве, так и с помощью перенаправления запроса на внешние ресурсы [1].

Для предоставления пользователю возможности выбора вариантов идентификации используется внешний сервер с операционной системой FreeBSD 9.2 и установленным веб-сервером Apache 2.4. Пользователю

предлагаются следующие варианты идентификации (перечень может быть расширен):

- с помощью достоверного установления абонентского номера, назначенного пользователю в соответствии с договором об оказании услуг подвижной радиотелефонной связи, заключенным с оператором связи посредством отправки SMS с уникальным ключом на указанный номер;
- с помощью базы данных оператора связи;
- с помощью базы данных организации;
- с помощью государственной информационной системы «Единая система идентификации и аутентификации в инфраструктуре, обеспечивающей информационно-технологическое взаимодействие информационных систем, используемых для предоставления государственных и муниципальных услуг в электронной форме».

Взаимодействие веб-сервера с пользователем, sms-шлюзом и государственной информационной системой, осуществляется через защищённый протокол HTTPS, а взаимодействие веб-сервера с базами данных организации и оператора связи, через RADIUS-протокол.

В качестве способа обработки данных о трафике был задействован протокол NetFlow 9. Для сбора информации о трафике по данному протоколу требуются сенсор (отправляет данные о транзакциях TCP/IP на коллектор) и коллектор (собирает получаемые от сенсора данные и помещает их в хранилище). На маршрутизаторе R1 был установлен сенсор. А в качестве коллектора используется внешний сервер с операционной системой FreeBSD 9.2 и установленными программами для обработки NetFlow протокола: nfdump и nfsen.

Взаимодействие маршрутизатора с сервером-коллектором осуществляется через защищённый VPN-канал.

Дополнительно на сервере производится обработка сведений об идентификации клиентского оборудования посредством определения уникального идентификатора оборудования сетей передачи данных, и сохраняется информация о соответствии IP и MAC адресов с учётом времени выдачи IP.

Извлеченная информация хранится в базе данных MySQL, расположенной на сервере. При сборе сведений для обработки данных о трафике и клиентском оборудовании сетевые адреса преобразуются по механизму NAT. Сведения об идентификации пользователей также хранятся в базе данных MYSQL на сервере-коллекторе.

Для безопасного функционирования предложенного технического решения были предприняты следующие организационные меры:

- разработана и введена в действие инструкция по эксплуатации системы идентификации; назначен ответственный по контролю за соблюдение данной инструкции;
- реализована физическая защита сервера идентификации, путём расположения его в контролируемой зоне организации, в ведении которой находится ПКД.

Предложенная методика идентификации пользователей в пунктах коллективного доступа позволяет выполнить основные требования законодательства и может быть легко адаптирована для различных организаций.

#### **Список литературы**

1. Документация сетевой операционной системы RouterOS [http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:ТОС\\_\(Дата обращения: 15.05.2015\)](http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:ТОС_(Дата_обращения:_15.05.2015))
2. Письмо Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 19 ноября 2014 г. № ДА-П12-20690
3. Постановление Правительства РФ от 31.07.2014 № 758 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» и отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам упорядочения обмена информацией с использованием информационно-телекоммуникационных сетей»
4. Постановление Правительства РФ от 12.08.2014 N 801 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации»
5. Разъяснения Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 8 августа 2014 года [http://old.minsvyaz.ru/ru/news/printable.php?print=1&id\\_4=44762](http://old.minsvyaz.ru/ru/news/printable.php?print=1&id_4=44762) (Дата обращения: 15.05.2015).

### **ПОДГОТОВКА КАДРОВ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

***Ажмухамедов И.М.***

зав. кафедрой «Информационная безопасность», д.т.н., доцент,  
Астраханский государственный университет, Россия, г. Астрахань

***Гурская Т.Г.***

доцент кафедры «Информационная безопасность», к.т.н.,  
Астраханский государственный университет, Россия, г. Астрахань

***Трегубов А.В.***

ассистент кафедры «Информационная безопасность»,  
Астраханский государственный университет, Россия, г. Астрахань

В статье рассмотрен подход к оценке наиболее значимых компетенций специалиста в области защиты информации. Приведены результаты анализа представлений различных категорий экспертов по данному вопросу.

*Ключевые слова:* компетенции, защита информации, информационная безопасность, нестрогое ранжирование.

Как указано в Доктрине информационной безопасности Российской Федерации подготовка специалистов в сфере защиты информации и информационной безопасности является неотъемлемой составляющей государственной политики России, направленной на защиту информационных ресурсов государства и защиту информации с ограниченным доступом [1].

Разработка Федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения (ФГОС-3 и ФГОС-3+) основывается на компетентностном подходе, который предполагает наличие в таких стандартах формулировок, отражающих способности выпускников высшего учебного заведения применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области [2].

Для их формирования, прежде всего, необходимо определить основные характеристики образовательной области, соответствующей конкретному направлению подготовки, рассмотреть структуру предметной области и определить исходные данные, необходимые для формулирования перечня профессиональных компетенций. Решение проблемы построения эффективного учебного процесса предполагает поиск ответов на ряд вопросов, главный среди которых: что должен знать и уметь специалист, какими компетенциями он должен обладать?

Необходимо подчеркнуть, что в области информационной безопасности (ИБ) «открытые» исследования сопряжены с гораздо более серьезными политическими и этическими соображениями, чем в большинстве других наук. Поэтому специалисты по комплексному обеспечению ИБ, прежде всего, должны обладать высокими моральными качествами. Кроме того, компьютерные преступники активно работают над повышением своей квалификации, вовлекают в свою среду подрастающее поколение и активно его обучают через Интернет.

Всё это подчёркивает важность разработки эффективных методов проведения воспитательной работы среди молодёжи с целью активного противодействия вовлечению её в преступную среду.

Таким образом, насущной задачей современного образования становится разработка таких методов учебно-воспитательной работы, где бы гармонично сочеталось обучение современным информационным технологиям с формированием высоких нравственных качеств с целью выработки «иммунитета» к совершению компьютерных преступлений. Поэтому ФГОС третьего поколения предусматривают, что выпускник кроме профессиональных компетенций (ПК) должен обладать и рядом общекультурных компетенций (ОК).

При этом остаётся открытым ряд вопросов.

1. Какие компетенции являются наиболее значимыми?
2. Совпадают ли представления о степени значимости компетенций у преподавательского состава, который готовит молодого специалиста, и у потенциальных работодателей?
3. Как оценивать уровень компетенций?

Для ответа на первые два вопроса было проведено исследование представлений экспертов о степени значимости компетенций специалистов по информационной безопасности.

Объектами исследования стали потенциальные работодатели: руководители и специалисты правоохранительных и контролирующих органов государственной власти (МВД, ФСБ, ФСТЭК) – группа №1; представители бан-

ков и финансово-экономических подразделений различных учреждений – группа №2; работники организаций, работающих в сфере оказания услуг по обеспечению информационной безопасности – группа №3; а также преподаватели профильных кафедр Астраханского государственного технического университета (АГТУ) и Астраханского государственного университета (АГУ) – группа № 4.

Предметом исследования являлось представление экспертов о ПК и ОК специалиста по ИБ. Цель исследования состояла в изучении представлений экспертов о значимости компетенций, которыми должен обладать специалист, для успешной работы в области ЗИ.

Методом сбора данных было анкетирование. Эксперту предлагалось ранжировать по степени возрастания значимости 32 профессиональных и 12 общекультурных компетенции специалиста. ПК были объединены в следующие категории: эксплуатационная, организационно-управленческая, проектная, экспериментально-исследовательская, научно-исследовательская.

Кроме того, было необходимо сравнить между собой значимость выделенных выше категорий компетенций, а также ПК и ОК в целом. При этом использовался метод *нестромого* ранжирования [3].

Представителями всех групп экспертов было заполнено 48 анкет (12 экспертами из группы №1, 10 – из группы №2, 8 – из группы №3, 18 – из группы № 4). Результаты обработки данных показали, что расхождение мнений экспертов внутри каждой группы весьма незначительно: лишь в 3 случаях номера позиций при ранжировании различных компетенций разошлись на две позиции. В остальных случаях расхождение не превышало одной позиции шкалы ранжирования. Полученные данные были усреднены внутри каждой группы экспертов, что дало возможность сформировать проранжированные по возрастанию значимости множества компетенций для каждой из групп.

Были сделаны следующие выводы.

1. Ранг обобщённого показателя ПК, по мнению большинства групп экспертов (всех, кроме третьей), оказался равным рангу обобщённого показателя ОК. Это свидетельствует о том, что важной частью компетенций специалиста по защите информации являются личностные качества, и ОК являются необходимым базисом, на который должны быть наложены профессиональные компетенции.

2. Оценки степени значимости категорий компетенций различными группами экспертов отличаются: эксперты 1 и 2 группы в качестве самых важных указали организационно-управленческие компетенции, группа 3 отдала предпочтение проектным, а представители вуза – экспериментально-исследовательским и эксплуатационным компетенциям. Имеются расхождения во мнениях и внутри каждой категории. Это связано, со спецификой предметной области, с которой чаще сталкиваются эксперты той или иной группы, и отражают тот факт, что значимость компетенций в большой степени зависит от задач обеспечения ИБ, с решением которых предстоит иметь дело специалисту.

3. Большинство групп экспертов (кроме четвертой) на последнее место по значимости поставили компетенции, связанные с научно-исследовательской деятельностью. Подобное отношение работодателей (группы 1–3) вполне объяснимо: развитие и финансирование исследовательских проектов, направленных на среднесрочную, и тем более на долгосрочную перспективу, для них либо не актуально, либо экономически нецелесообразно.

Полученные результаты могут быть использованы для решения ряда практических задач: уточнения методологии подготовки специалистов при переходе на двухуровневое образование в рамках новых ФГОС; для постановки образовательных задач, предполагающих большую ориентацию на практическую деятельность, формирование умений и способностей решать актуальные проблемы в сфере ЗИ; для более четкого понимания ожиданий работодателей; для решения образовательных задач, связанных с профессиональной переподготовкой и повышением квалификации работников, занятых в сфере обеспечения ИБ.

#### **Список литературы**

1. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации (утв. Президентом РФ от 9 сентября 2000 г. № Пр-1895).
2. ФГОС ВПО по направлению подготовки 090900 «Информационная безопасность» (утв. приказом министерства образования и науки РФ от 28 октября 2009 г. № 496).
3. Ажмухамедов И.М. Моделирование на основе экспертных суждений процесса оценки информационной безопасности // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2009 г. № 2. С.101-109.

## **ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ КОМПЛЕКСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

***Ажмухамедов И.М.***

зав. кафедрой «Информационная безопасность», д.т.н., доцент,  
Астраханский государственный университет, Россия, г. Астрахань

***Балашов С.Г.***

доцент кафедры «Информационная безопасность», к.т.н.,  
Астраханский государственный университет, Россия, г. Астрахань

В статье рассмотрены общие подходы к решению задачи комплексного обеспечения безопасности информационных активов. Сформулированы основные принципы организации систем защиты информации.

*Ключевые слова:* защита информации, информационная безопасность, информационный актив.

Компоненты информационной сферы активно влияют на состояние экономической, экологической, энергетической, транспортной и других со-

ставляющих комплексной безопасности РФ [1]. При этом под объектами информационной системы (ОИС) понимают информационные ресурсы, средства и системы обработки, передачи и хранения информации, используемые в соответствии с заданными информационными технологиями.

Информационная безопасность – это все аспекты, связанные с определением, достижением и поддержанием конфиденциальности, целостности, доступности, аутентичности информации при ее обработке, хранении и передаче [2]. Обеспечение информационной безопасности (ИБ) активов ИС требует выполнения защитных мероприятий – действий, способных уменьшить уязвимости и ограничить воздействие на ИС, облегчить восстановление активов. Эффективность информационной безопасности повышается при использовании комбинации различных защитных мероприятий. Защитные мероприятия по ИБ могут выполнять одну или несколько следующих функций [2]: предотвращение, сдерживание, обнаружение, ограничение угроз, исправление ошибок, восстановление активов системы, мониторинг состояния; уведомление о событиях в системе.

Для адекватного выбора эффективных мероприятий по повышению информационной безопасности необходимо рассмотреть и учесть наиболее полное множество факторов, воздействующих на элементы ИС на всех этапах ее функционирования (технические и программные средства обработки, хранения и передачи информации, средства обеспечения ИС и т. д.).

Согласно ГОСТ Р 51275-2006 факторы, влияющие на информационную безопасность, можно подразделить по признаку отношения к природе их возникновения: объективные, субъективные, по отношению к ОИС: внутренние, внешние. Классификацию факторов, влияющих на информационную безопасность целесообразно осуществлять с учетом достаточности количества уровней классификации факторов, позволяющих формировать их полное множество, и достаточной гибкости классификации, позволяющей расширять множества классифицируемых факторов, группировок и признаков, а также вносить необходимые изменения без нарушения структуры классификации.

В основу концепции безопасности необходимо положить контроль над информационными активами системы с целью нейтрализации воздействия негативных факторов. Прежде всего, нужно выполнить идентификацию активов и установить начальный уровень безопасности, которому отвечает ИС. В процессе идентификации следует рассмотреть основные характеристики активов: информационную ценность, чувствительность активов к угрозам, наличие защитных мер. При этом необходимо учесть, что в числе факторов, влияющих на безопасность, особое место занимают субъективные факторы, которые являются наименее прогнозируемыми.

К активам ИС можно отнести: материальные ресурсы; информационные ресурсы; информационные технологические процессы жизненного цикла автоматизированных систем; предоставляемые информационные услуги.

Создание и развитие эффективной системы обеспечения информационной безопасности должно основываться на следующих основных принципах:

1. Принцип системности. Активы представляют собой совокупность консолидированных и взаимосвязанных элементов, служащих для обеспечения эффективного функционирования ИС. Такие системы выступают как единое и сложное целое. При их оптимальной консолидации наблюдается, так называемый, синергетический эффект: результат функционирования элементов в системе выше суммы результатов функционирования каждого элемента в отдельности.

2. Принцип рациональности. Принцип предполагает целесообразную деятельность, направленную на эффективное обеспечение безопасности, рациональный охват управленческими и организационными решениями информационных, ресурсных, технологических, экологических, финансово-экономических, нормативно-метрологических и социальных требований к активам информационной системы.

3. Принцип прозрачности и конфиденциальности. Принцип с одной стороны предполагает полную доступность активов и процессов ИС для легальных пользователей, с другой – требует недоступности и закрытости информационных активов для неавторизованного пользователя.

4. Принцип непрерывности, обучаемости и накопление опыта. ИС должна обеспечить непрерывность реализации безопасного функционирования всех своих элементов и объектов. Это, в свою очередь, предполагает необходимость накопления, обобщения и использования всего имеющегося в сфере ИБ опыта.

5. Принцип прогнозируемости и функциональной взаимосвязанности. Безопасность неотделима от общих проблем функционирования активов ИС, в том числе в области: информационно-технологических процессов, процессов потребления ресурсов, финансово-экономических, социальных и т.п. процессов.

6. Принцип своевременности, оперативного реагирования и адекватности. Принцип предполагает своевременность выявления проблем и угроз, потенциально способных повлиять на безопасность активов системы и дальнейшее оперативное реагирование с целью их блокирования и устранения последствий.

7. Принцип контролируемости. Для обеспечения безопасности необходимо применять только те защитные меры и технологии, правильность работы которых может быть проверена.

Отметим, что в каждый момент времени состояние ИС характеризуется некоторым уровнем безопасности. Уровень безопасности понимается как интегральная оценка, основанная на наборе показателей и критериев, характеризующих состояние системы в плане защищенности ее активов [2].

В случае прогнозирования возникновения, либо реального возникновения угроз безопасности для активов ИС применяются меры, ослабляющие воздействие этих угроз (вплоть до полного блокирования) или устраняющие последствия реализации угроз, если таковые все же возникли. При этом после реализации соответствующих защитных мероприятий, уровень безопас-

ности повышается, что позволяет сохранить активы системы и обеспечить ее функциональность.

Как было показано в [3] уровень безопасности информационной системы может быть охарактеризован матрицей безопасности (МБ):  $B = \{K_i, F_i, V_i, T_i, S_i\}$ , где  $K_i$  – показатель уровня безопасности по  $i$ -му критерию;  $F_i$  – тенденция изменения  $i$ -го критерия (возрастает, убывает, нейтрален);  $V_i$  – скорость изменения  $i$ -го критерия (например: низкая, ниже среднего, средняя, выше среднего, высокая);  $T_i$  – характерное для  $i$ -го критерия время, которое, в частности, позволяет правильно интерпретировать значения параметра  $V_i$ ;  $S_i$  – степень критичности негативных последствий при реализации рисков, ухудшающих значение  $i$ -го критерия ( $i=1, \dots, n$ ).

Таким образом, матрицу безопасности можно представить в виде набора блочных матриц –  $B_j$ , описывающих состояние безопасности соответствующих активов информационной системы  $A_j$  ( $j=1, \dots, N$ , где  $N$  – число активов). Каждый кортеж  $(K_i, F_i, V_i, S_i, T_i)$  характеризует состояние безопасности по  $i$  – му критерию.

Ожидаемый потенциальный ущерб  $j$ -му активу от воздействия  $i$ -ой угрозы можно представить в виде:

$$D_{ij} = PU_i * F(U_i \rightarrow A_j) * r_j = D_{ij}(PU_i; U_i; B_j; r_j), \quad (1)$$

где  $PU_i$  – вероятность возникновения  $i$ -ой угрозы,  $F(U_i \rightarrow A_j)$  – величина воздействия угрозы  $U_i$  на актив  $A_j$ , безопасность которого описывается блочной матрицей  $B_j$ ,  $r_j$  – ценность  $j$ -го актива. Таким образом,  $D_j$  измеряется в единицах ценности актива  $r_j$ . Общий ожидаемый ущерб равен:  $D = \sum_i \sum_j D_{ij}$ .

Следует отметить, что угрозы можно разделить на первичные и вторичные. Первичные (внешние) угрозы существуют вне зависимости от состояния системы и имеют априорно заданную безусловную вероятность появления. Вероятность появления вторичных угроз является условной и зависит от состояния системы и параметров внешней среды. В частности, некоторые состояния системы могут спровоцировать возникновение угроз, появление которых в иных условиях было бы невозможным.

Несмотря на то, что вероятности возникновения первичных угроз  $\overline{PU_i}$  от нас не зависят, совокупность превентивных мер защиты позволяет ослабить их влияние на степень безопасности системы. Если все же, несмотря на превентивные меры защиты, реализация определенного множества первичных угроз привела к возникновению последствий, то необходимо предпринять меры для их локализации и устранения, т.е. минимизировать отклонение матрицы текущего состояния системы  $B_t$  от матрицы безопасного состояния  $B_s$ .

Совокупную стоимость всех мероприятий по ликвидации последствий обозначим  $PR_L$ . Аналогичным образом определенная «цена» превентивных мер защиты может быть найдена по формуле:

$$PR_z = \sum_{j=1}^M PR_j$$

где  $PR_j$  – стоимость  $j$ -ой превентивной меры защиты.

Таким образом, суммарные затраты на реализацию мер по обеспечению безопасности составят:

$$PR = PR_Z + PR_L$$

Из соображений экономической целесообразности следует, что должно выполняться условие:

$$PR < D.$$

Перевод системы на более высокий уровень безопасности можно реализовать различными способами, используя совокупность защитных мер и технологий. Поэтому возможна постановка задачи выбора оптимального с точки зрения затрат набора мероприятий, обеспечивающих необходимую эффективность защиты активов системы. Формальная постановка задачи в общем случае может выглядеть следующим образом: необходимо обеспечить минимизацию целевой функции  $PR(PR_Z; PR_L)$  при ограничениях, наложенных на значения элементов матрицы безопасности  $B$ .

Если же величина финансовых средств, выделенных на осуществление мероприятий по защите информационных ресурсов, не может превышать определенный уровень, то в качестве целевой функции в этом случае может выступать аддитивная или мультипликативная «свертка» разницы между матрицей текущего состояния системы и матрицей безопасного состояния.

Таким образом, эффективное обеспечение информационной безопасности при возникновении угроз требует адекватного применения мер по защите активов системы. Выбор соответствующих мероприятий и технологий следует проводить с учетом структурной схемы решения задачи обеспечения комплексной безопасности, руководствуясь системными принципами.

#### Список литературы

1. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации // Утверждена Президентом РФ 9 сентября 2000 г., № Пр-1895.
2. ISO/IEC 13335-1 : 2004 «Information technology – Security techniques – Management of information and communications technology security – Part 1: Concepts and models for information and communications technology security management»
3. Ажмухамедов И.М. Концептуальная модель управления комплексной безопасностью системы // Вестник АГТУ. Серия: «Управление, вычислительная техника и информатика». 2010г. №1. С.62-66.

## АНАЛИЗ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ АТМОСФЕРНЫХ ЯВЛЕНИЙ

*Бахарева Н.П.*

доцент кафедры физики, канд. техн. наук, доцент,  
Российский государственный гидрометеорологический университет,  
Россия, г. Санкт-Петербург

Большое значение для практики имеет задача о воздействии электромагнитных импульсов атмосферных явлений (ЭМИ АЯ) на воздушные линии передачи, проложенные

над проводящей землей. В статье получены простые аналитические формулы для наведенного сигнала в такой линии в результате воздействия дельтаобразного и прямоугольного ЭМИ АЯ.

*Ключевые слова:* воздушная линия передачи, высота подвеса, проводимость земли, телеграфные уравнения, граничные условия, функция Грина, обратное преобразование Фурье, операция свертки, аналитические формулы для наведенного сигнала.

Задача о воздействии электромагнитных импульсов атмосферных явлений (ЭМИ АЯ) на воздушные линии передачи имеет большое значение для практики. Ввиду сложности задачи при ее решении обычно используются численные методы. В настоящей работе рассматриваются импульсы АЯ, основной спектр которых сосредоточен в диапазоне частот 10 кГц – 10 МГц. При этом выполняются следующие условия: длина волны в воздухе больше высоты подвеса  $h$ , т.е. модуль  $|k_1 h| < 1$ ; скин-эффект в земле достаточно выражен, т.е.  $|k_2 h| > 1$ , и можно пренебречь токами смещения в земле ( $k_1$  и  $k_2$  – волновые числа воздуха и земли соответственно). Воздушную линию передачи представим в виде одиночного идеально проводящего провода длины  $l$ , висящего над землей. Известно, что если высота подвеса меньше длины волны падающего электромагнитного поля, то волновые процессы в таком проводе описываются телеграфными уравнениями [2, 3, 4]

$$\begin{aligned} \frac{dU}{dx} &= (i\omega L - R(\omega))I + V(x) \\ \frac{dI}{dx} &= i\omega C U, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $U$  и  $I$  – напряжение между проводом и землей и ток в линии;

$V(x)$  – величина распределенной ЭДС, созданная падающей гармонической плоской волной:

$$V(x) = (1 + R_0) E_{0x} \exp(ik_{1x} x), \quad (2)$$

где  $E_{0x}$  и  $k_{1x}$  – проекция вектора падающего поля и волнового вектора на направление линии;  $R_0$  – коэффициент отражения Френеля. В формуле (2) не учтено запаздывание отражения от земли;  $R(\omega)$ ,  $L$ ,  $C$  – погонные сопротивление, индуктивность и емкость линии (утечкой пренебрегаем).

Величина погонного сопротивления  $R(\omega)$  при условии  $|k_1 h| < 1$ , а  $|k_2 h| > 1$  имеет вид (см. [4])

$$R(\omega) = \frac{\omega\mu_1}{2\pi h k_2},$$

где  $k_1 = \omega\sqrt{\varepsilon_1\mu_1}$  – волновое число воздуха, а  $k_2 = \sqrt{i\mu\omega\sigma_2}$  – волновое число проводящей почвы. Сопротивление  $R(\omega)$  в этом виде учитывает потери на токи проводимости в земле и хорошо описывает ситуацию в существенном диапазоне частот сигнала.

Граничные условия для конечной линии, имеющей на концах равные нагрузки  $Z_0$ , имеют вид:

$$\frac{1}{I} \frac{dI}{dx} = i\omega C Z_0 \quad (3)$$

При указанных выше условиях волновое сопротивление и волновое число в линии описываются простыми приближенными формулами, благодаря чему обратное преобразование Фурье приводит к простым аналитическим формулам для тока и напряжения в линии. Уравнения (1) с граничными условиями (3) решаются с помощью функции Грина. Решение для тока на конце линии  $x = 0$  можно представить в виде суммы

$$I(0, \omega) = I_1 + I_2 + I_3 + \dots, \quad (4)$$

где  $I_1$  не имеет фазового сдвига и описывает начальную прямую волну, проходящую в точку наблюдения со всей линии. Этот ток характерен для полубесконечной линии. Слагаемое  $I_2$  содержит фазовую задержку, и соответствующий импульс описывает волну, отраженную от второго конца линии и т.д. Многократно отраженные токи малы по амплитуде и могут быть рассмотрены аналогично первой отраженной волне. Поэтому ограничимся изучением  $I_1$  и  $I_2$ .

Важной характеристикой линии является ее реакция на падающий дельта-импульс  $\delta(t)$ , при этом отклик на произвольное воздействие можно найти при помощи свертки. Обратное преобразование Фурье для  $I_1$  дает выражение

$$Y_1 = \frac{2E_{0x}C}{1 + \beta} \frac{1}{\varepsilon_1 \mu_1} \exp\left(\frac{t}{\tau_\sigma}\right) \operatorname{Erfc}\left(\sqrt{\frac{t}{\tau_\sigma}}\right) \quad (5)$$

где  $\beta = \sin \theta \cos \psi$ ;  $\theta$  – угол падения плоской волны,  $\psi$  – угол между проводом и плоскостью падения;  $\tau_\sigma = \varepsilon_1 \cos^2 \theta / \sigma_2$ ,  $\sigma_2$  – проводимость земли; функция  $\operatorname{Erfc}(x)$  связана с интегралом вероятности  $\Phi(x)$ :  $\operatorname{Erfc}(x) = 1 - \Phi(x)$ .

Выражение (5) описывает однополярный импульс, спадающий как  $\sqrt{\frac{\tau_\sigma}{t}}$ .

Характерное время  $\tau_\sigma$  порядка  $10^{-8}$  с для почв со средней проводимостью.

Обратное преобразование для  $I_2$  имеет вид:

$$Y_2(t_1) \approx -\frac{2CE_{0x}}{\varepsilon_1 \mu} \frac{\beta}{1 - \beta^2} \frac{\exp(-\tau_1/t_1)}{\sqrt{\tau_1/t_1} + \sqrt{t_1/\tau_\sigma}} \quad (6)$$

где  $t_1 = t - \Delta t_1$ ,  $\Delta t_1 = l\sqrt{\varepsilon_1 \mu}(1 + \beta)$ ,  $\tau_1 = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \frac{l^2}{4h^2 \ln^2(2h/a)}$ ,

$a$  – радиус провода.

$Y_2(t)$  описывает отражение от второго конца линии и появляется, когда прямой сигнал уже достаточно мал. Импульс  $Y_2(t_1)$  по сравнению с  $Y_1(t)$  сильно ослаблен и растянут во времени из-за затухания при распространении вдоль линии. Без затухания  $Y_2(t_1)$  совпадал бы с первичным по форме, но имел бы обратную полярность и другую амплитуду. Импульс  $Y_2(t_1)$  медленно растет до момента времени, примерно равного  $2\tau_1$ , большего  $\tau_\sigma$ , а затем спадает как  $\sqrt{\tau_\sigma/t}$ .

Итак, получены аналитические выражения для отклика воздушной линии на плоский ЭМИ АЯ пропорциональный дельта – функции по времени.

Теперь рассмотрим отклик воздушной линии на воздействие прямоугольного импульса

$$E_{nao}(t) = E_1 \quad 0 < t < T$$

$$E_{nao}(t) = 0 \quad t < 0, t > T$$

Искомый ток определяется операцией свертки

$$I(t) = \int_0^t E_{nao}(\tau) Y_1(t - \tau) d\tau \quad (7)$$

Здесь учтена только главная первичная волна, т.е. рассматривается отклик полубесконечной линии. Если сигнал  $E_{nao}$  таков, что его длительность  $T > \tau_\sigma$ , то отклик линии  $I(t)$  быстро нарастает за время приблизительно равное  $\tau_\sigma$ , затем плавно растет до времени  $t = T$ , после чего спадает как  $\sqrt{\tau_\sigma/t}$ . Это убывание медленное, но фактически ток убывает гораздо быстрее, поскольку отраженные сигналы приходят в противофазе. Если  $T \gg \tau_\sigma$ , то при  $t \gg \tau_\sigma$  в существенной области интегрирования в (7) можно воспользоваться асимптотическим выражением для функции  $Erfc(x)$ , после чего интеграл берется. Тогда для тока получаем приближенное выражение

$$I(t) = \frac{4E_1 C}{(1 + \beta)\epsilon_1 \mu} \sqrt{\frac{\tau_\sigma}{\pi}} \sqrt{t}, \quad \tau_\sigma \ll t < T,$$

$$I(t) = \frac{4E_1 C}{(1 + \beta)\epsilon_1 \mu} \sqrt{\frac{\tau_\sigma}{\pi}} (\sqrt{t} - \sqrt{t - T}), \quad t > T.$$

Таким образом, длительность возрастающей части  $I(t)$  определяется длительностью падающего импульса, а скорость спадания – проводимостью почвы.

В [1] рассмотрена решенная численными методами задача о воздействии плоского импульсного сигнала на коаксиальный кабель, подвешенный над поверхностью земли. При рассмотрении тока с наружной стороны экрана в приближении высокой проводимости металла такой кабель эквивалентен однопроводной воздушной линии. Кабель считается бесконечным, а падающее поле берется в виде суммы двух волн: прямой и отраженной от поверхности земли. Однако при этом не учтено влияние проводящей почвы на распространение волны тока вдоль кабеля, что возможно только для достаточно коротких волн, длина которых меньше высоты подвеса. Для импульсов в диапазоне с полосой частот  $10^4 - 10^8$  Гц это требование при обычных высотах подвеса порядка 10 м не выполняется, так что предложенная в [1] модель плохо описывает воздействие таких импульсов на воздушные линии передачи.

Кроме того, к преимуществам настоящей работы следует отнести простые аналитические формулы для волн тока в линии, не требующие дальнейшей численной обработки.

### Список литературы

1. Bates C.P., Hawley G.T. Model for currents and voltage induced within long transmission cables by an electromagnetic wave. – J.Trans., 1971, vol.EMC-13, N 4, p. 18 – 31.
2. Carson I.R. Wave propagation in overhead wire with ground return. – Bell. Syst. Techn. J., 1926, vol.5, p. 539-554.
3. King R.W.P., Wu T.T., Shen L.-C. The horizontal wire antenna over a conducting or dielectric half space: Current and admittance.- Radio Sci., 1974, vol.9, N7,p.701-709.
4. Wait I.R. Theory of propagation along a thin wire parallel to an interface. – Radio Sci., 1972, vol.7, N6, p.675-679.
5. Бейтмен Г., Эрдейи А. Таблицы интегральных преобразований. Т.1. М., 1969, с. 211, 221.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ СВОБОДНЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ДАННЫХ В РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА И ПАССАЖИРОПОТОКА

**Бекарев В.В.**

магистрант кафедры вычислительной техники,  
Новосибирский государственный технический университет,  
Россия, г. Новосибирск

Научный руководитель – доцент кафедры вычислительной техники  
Новосибирского государственного технического университета,  
к.т.н., доцент Е.Л. Романов

В настоящей статье рассмотрена возможность применения идеи свободных общественных данных, а так же формы ее использования для решения задач мониторинга общественного транспорта и пассажиропотока города.

*Ключевые слова:* программные системы, информационные системы, свободные общественные данные, системы транспортного мониторинга, программные системы мониторинга пассажиропотока, методы сбора пользовательских данных.

Информационные системы (ИС) сегодня стали ключом к доступу и обработке информации в большинстве сфер человеческой деятельности. Они используются, как для решения вопросов связанных с производством, так и в личных интересах [2]. Реализация программ хранения и обеспечения функционального доступа к данным сейчас уже не выглядит чем-то технологически сложным и необычным, используемые для разных ИС технологии и способы реализации практически идентичны. Так что же тогда отличает одну ИС от другой? Ответ прост – информация. Именно требования к содержимому выходят на качественно новый виток развития. Есть много свойств ИС, которые мы все сегодня оцениваем: достоверность, полнота, актуальность, компактное представление данных, удобство, а так же скорость их получения и обработки. Продолжая этот ряд, можно сказать, что особую важность сейчас приобретают публичность, открытость и гласность данных.

Помочь в предоставлении открытой и актуальной информации призвана идея свободных общественных данных. Суть ее такова: источником и пользователем информации является одна и та же группа лиц. Причем пользователю не обязательно предпринимать какие-либо действия, передача пользовательской информации может происходить в пассивном ключе. С другой стороны участие пользователя может принести ценную информацию для сообщества, использующего систему.

В рамках, проводимого мною исследования «разработка программной системы мониторинга общественного транспорта и пассажиропотока на основе мобильных клиентов», создается система, использующая данный принцип. Основными задачами, возникающими при ее разработке, являются:

- сбор и обработка статистических данных о состоянии транспортной сети (ТС) на основе данных о структуре ТС и текущем положении транспортных средств (бортов), получаемых от центра управления городским автоэлектротранспортом (ЦУГАЭТ)
- разработка и тестирование моделей краткосрочного и среднесрочного прогнозирования местоположения и скорости бортов
- сбор данных о пассажиропотоке на основе прямой и косвенной регистрации данных, получаемых от самих пассажиров

Использование этого подхода оказывается чрезвычайно уместно, поскольку тема обладает высокой социальной вовлеченностью, значимостью и заинтересованностью [1]. Сама идея на сегодняшний день уже успешно внедрена в проекты из самых разных сфер, однако, ее применение в мониторинге транспорта и пассажиропотока города позволяет создать принципиально новую программную систему.

Для того чтобы реализовать принципы свободных общественных данных в программной системе мониторинга транспорта и пассажиропотока на основе мобильных клиентов были сформулированы специальные методы сбора пользовательских данных. Основное требование – это их скрытое, ненавязчивое взаимодействие с пользователем. Поэтому, в качестве, центрального метода сбора пользовательских данных выступает – *неявный метод*. Его суть в том, что пользователь дает свое согласие на обработку данных (GPS координаты) в фоновом режиме и далее совершенно не участвует в процессе передачи данных.

Так же огромную пользу приносят *согласительные методы* сбора пользовательских данных, то есть те методы, которые принимает для себя пользователь и оказывает активное содействие в процессе передачи разного рода информации. Такие методы реализованы в виде привлекательных для клиента сервисов:

1. **Регистрация** – позволяет получить пользователю доступ к приложению.
2. **Попутчик** – просмотр общих данных о пользователях, пользующихся маршрутом в настоящее время, чат, пересылка фотографий.
3. **Отзывы о маршруте** – текстовые данные и фотографии.

4. **Планировщик** – планирование, основанное на статистике и текущих данных.

5. **Статистика и прогноз** – статистика движения транспорта и пассажиропотока, сопоставление прогноза, основанного на статистике и текущих данных.

6. **Записная книжка** – собственная статистика пользования транспортом.

Некоторые из согласительных сервисов могут предоставляться только при проезде по маршруту (попутчик, отзывы).

#### **Список литературы**

1. Анисимов А.П. Экономика, планирование и анализ деятельности автотранспортных предприятий. – М.: Транспорт, 2008. 245 с.

2. Избачков Ю.С., Петров В.Н. Информационные системы: Учебник для вузов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2005. – 656 с.: ил.

## **К АНАЛИЗУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ТРУБОПРОВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ УГЛЕВОДОРОДОВ**

*Богданов Р.М.*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского научного центра Российской академии наук, Россия, г. Уфа

В статье рассмотрены вопросы расчетов оценке эффективности работы магистральных нефтепроводов. Анализ данных АК «Транснефть» за 2012-2013 годы показывает, что затраты на электроэнергию при перекачке нефти по трубопроводам составляют 30-32 млрд. рублей/год [5], что соответствует потреблению электроэнергии порядка 14 млрд. квт·ч/год. Такие объемы потребления электроэнергии требуют особого отношения к вопросам рационального и эффективного его использования. В соответствии с Федеральным законом об энергосбережении одним из основных принципов повышения энергоэффективности является планирование энергосбережения и повышения энергетических показателей. Для нормирования и оценки эффективности потребления электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти в ИМех УНЦ РАН были разработаны соответствующие методики. Их использование без программного обеспечения требует больших временных затрат и вызывает большие сложности. С целью повышения эффективности потребления электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти на основе соответствующих методик был разработан программный комплекс «Оценка эффективности электроэнергии в трубопроводном транспорте». Он позволяет решать следующие задачи для технологических участков МН: расчет норм потребления электроэнергии на перекачку нефти; расчет структуры затрат электроэнергии на перекачку нефти; расчет удельного потребления электроэнергии на перекачку нефти; оценка эффективности потребления электроэнергии; расчет коэффициентов энергетической эффективности.

*Ключевые слова:* электроэнергия, трубопровод, перекачка, электроэнергия, энергетическая эффективность, программный комплекс, программный комплекс.

Анализ данных АК «Транснефть» за 2012-2013 годы показывает, что затраты на электроэнергию при перекачке нефти по трубопроводам составляют 30-32 млрд. рублей/год [5], что соответствует потреблению электроэнергии порядка 14 млрд. квт·ч/год. Такие объемы потребления электроэнергии требуют особого отношения к вопросам рационального и эффективного его использования.

В соответствии с Федеральным законом об энергосбережении [6] одним из основных принципов повышения энергоэффективности является планирование энергосбережения и повышения энергетических показателей. Для достижения этой цели необходимо решение следующих задач [6]:

1. Определение норм потребления электроэнергии.
2. Определение потенциала энергосбережения.

Потребление электроэнергии при перекачке нефти по магистральным нефтепроводам (МН) зависит от множества факторов, таких как объем перекачки, физико-химические свойства нефти, тип и состояние насосно-силового оборудования, длина и диаметр трубопровода, оснащённость нефтепроводов системами телемеханики, автоматики и средствами защиты, схем работы нефтепровода и т.д. Для нормирования и оценки эффективности потребления электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти в ИМех УНЦ РАН были разработаны соответствующие методики [2, 3]. Их использование без программного обеспечения требует больших временных затрат и вызывает большие сложности. С целью повышения эффективности потребления электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти на основе соответствующих методик был разработан программный комплекс «Оценка эффективности электроэнергии в трубопроводном транспорте» (ПКЭ) [1]. Он позволяет решать следующие задачи для технологических участков МН:

1. Расчет норм потребления электроэнергии на перекачку нефти.
2. Расчет структуры затрат электроэнергии на перекачку нефти.
3. Расчет удельного потребления электроэнергии на перекачку нефти.
4. Оценка эффективности потребления электроэнергии.
5. Расчет коэффициентов энергетической эффективности.

Объекты магистрального транспорта можно структурировать при помощи принципов реляционной модели данных [4]. Для реализации программного обеспечения предлагается следующая архитектура программно-технических средств (рисунок).

Таким образом, исходными данными для расчетов по перечисленным задачам являются: характеристики технологического участка МН: длина, внутренний диаметр, геодезические отметки начала и конца, плотность и вязкость нефти, время планируемых ремонтных работ, связанных с остановкой перекачки; характеристики точек сброса/подкачек: расстояние от НПС до точек сброса/подкачек, внутренний диаметр участка с постоянным объемом перекачки до/между точками сброса/подкачки, объемы сброса/подкачек; тип и фактические характеристики НА и электродвигателей, установленных на участке; число НПС; плановые объемы перекачки нефти.

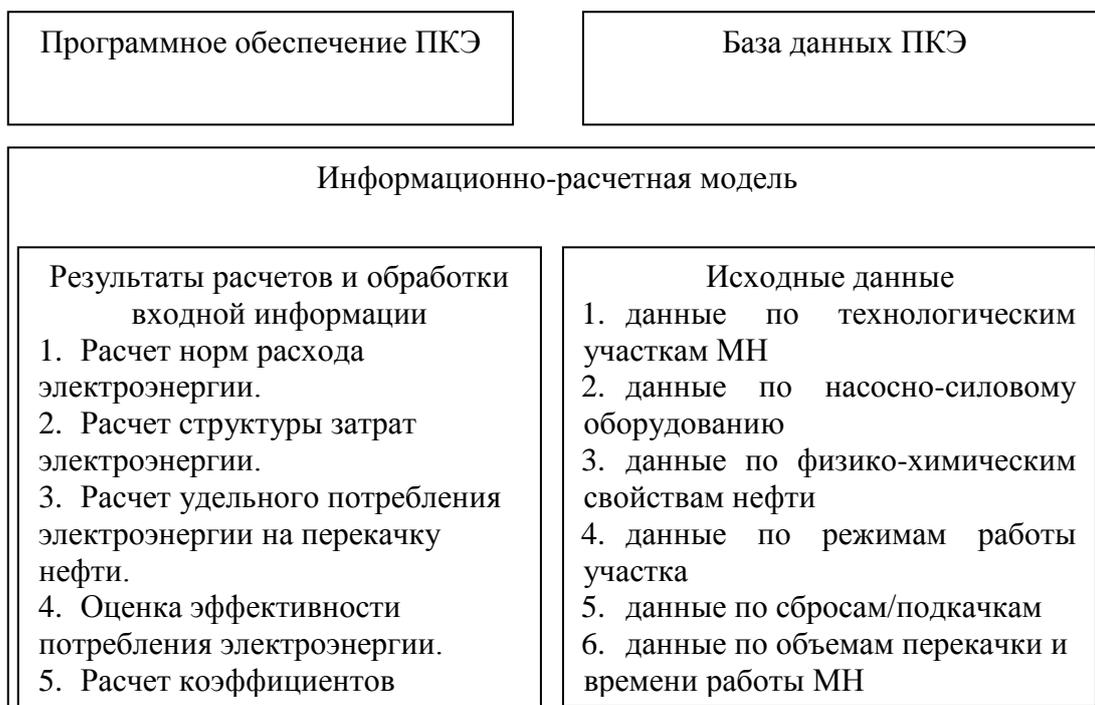


Рис. Архитектура ПКЭ

В ПКЭ реализована возможность решения задач 1-5 для отдельного технологического участка МН, для МН в целом, для выбранного ряда МН, для МН отдельного управления магистральных нефтепроводов входящих в состав ОАО «АК «Транснефть», для выбранных временных параметров (месяц, квартал, год).

В качестве примера, решения задачи расчета удельного расхода электроэнергии за 2000 год выбран участки под управлением ОАО «СЗМН». В таблице 1 приведены результаты расчетов:

Таблица 1

**Результаты расчета удельного расхода электроэнергии за 2000 год**

Участок	Наружный диаметр	Объем перекачки (тыс.т/год.)	Фактический объем электроэнергии (тыс.кВт·ч/год)	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>
Платина-Пермь (С-П)	1220	62192	237128	12,58	12,59	1,57
Пермь-Лазарево (С-П)	1220	57002	92778	4,13	4,10	1,69
Платина Пермь (Х-К)	1220	25574	42111	5,40	3,45	2,61
Калейкино-Самара	820	9963	22431	7,82	5,29	2,40
(С-П) -МН Сургут – Полоцк; (Х-К)-Холмогоры – Клин.						

В таблице 2 показаны результаты расчета показателей энергетической эффективности (коэффициент эффективности использования трубопровода) для участка Чекмагуш – Уфа, МН Калтасы-Уфа 2 очередь:

Таблица 2

**Результаты расчетов коэффициента эффективности использования трубопровода**

Период	Время работы (ч)	Объем перекачки (тыс.т.)	Плотность (т/м <sup>3</sup> )	Вязкость (сСт)	Энергия (тыс. Втч)	Коэффициент эффективности использования трубопровода (%)
I Квартал	2160	3241	0,873	21,7	18305,00	68,76
II Квартал	2184	3220	0,869	16,4	15751,00	73,60
III Квартал	2208	3581	0,864	12,5	19957,00	68,71
IV Квартал	2208	3674	0,866	14,6	21556,00	69,54

В таблице 3 приведены расчеты норм потребления электроэнергии для участков: Нурлино-Калейкино (УБКУА), Нурлино-Поповка (НKK), Чекмагуш-Азнакаево, Чекмагуш-Уфа (КУ-2), Салават-Орск, Субханкулово-Уфа (ТУ1,3) за 2000 год:

Таблица 3

**Результаты расчетов параметров норм потребления электроэнергии**

Участок	Объем перекачки тыс.т/год	Фактическое потребление э/э тыс. кВтч/год	Фактическое удельное потребление	Норма потребления (1 метод) тыс.кВтч	Уд. норма потребления (1 метод)	Норма потребления (2 метод) тыс.кВтч	Уд. норма потребления (2 метод)
Нурлино-Поповка (НKK)	64228	175936,90	1,431	176128,7	1,433	179498,48	1,460
Нурлино-Калейкино	17677	30781,00	2,563	34064,15	2,837	32964,10	2,745
Салават-Орск	2188	10856,30	3,180	10849,68	3,178	9240,33	2,707
Чекмагуш-Уфа (КУ-2)	3977	6187,20	2,252	6161,00	2,242	5989,11	2,180
Чекмагуш-Азнакаево	2947	4532,20	2,489	4710,87	2,587	4690,05	2,576
Субханкулово-Уфа	1304	2624,80	2,838	2633,37	2,847	2352,97	2,544

В таблице 4 приведены расчеты коэффициента эффективности использования трубопровода для аналогичных участков:

Таблица 4

**Результаты расчетов коэффициента эффективности использования трубопровода за 2000 год**

Наименование	Длина (м)	Диаметр (м)	Разность отметок (м)	Факт. э/э (тыс.кВт.ч)	Объем (тыс.т)	Коэффициент эффективности использования трубопровода
1	2	3	4	5	6	7
Нурлино-Поповка	197459	1,2449	159,0	175936,90	64228,3	83,72
Нурлино-Калейкино	218070	1,1950	175,0	30781,00	17677,9	87,88
Салават-Орск	210604	0,5048	92,0	10856,30	2187,8	68,86

1	2	3	4	5	6	7
Чекмагуш-Уфа	89025	0,5045	82,0	6187,20	3977,2	70,08
Чекмагуш-Азнакаево	124052	0,5140	50,0	4532,20	2946,9	74,92
Субханкулово-Уфа	158750	0,4009	132,0	2624,80	1304,2	63,65

При решении перечисленных выше задач учитываются следующие особенности участков магистральных нефтепроводов:

1. Тип и характеристики установленного насосного оборудования.
2. Тип и характеристики установленного энергетического оборудования.
3. Режимы работ МН.
4. Время работы МН.
5. Физико-химические свойства перекачиваемой нефти.
6. Параметры МН (протяженность, диаметр и т.д.).
7. Тип используемого оборудования при учете нефти.

Полученная в результате использования ПКЭ информация позволяет:

- Определить нормы потребления электроэнергии на перекачку нефти по МН;
- Оценить эффективность использования электроэнергии при перекачке нефти по МН;
- Выявить «узкие места» с точки зрения затрат электроэнергии;
- Определить эффективность проведенных энергосберегающих мероприятий;
- Определить структуру потребления электроэнергии;
- Определять удельные затраты электроэнергии;
- Проводить энергообследования участков МН.

**Выводы.**

1. Разработан программный комплекс, позволяющий оценивать эффективность потребления электроэнергии в трубопроводном транспорте углеводородов.
2. ПКЭ может быть использован при проведении энергетических обследований (энергоаудит) объектов ОАО «АК «Транснефть».
3. Предложенные показатели энергоэффективности позволяют корректно оценивать потребление электроэнергии в трубопроводном транспорте углеводородов.

#### **Список литературы**

1. Авторское свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ «Оценка эффективности расхода электроэнергии в трубопроводном транспорте (ОЭРЭТТ)» // Богданов Р.М. Лукин С.В., Патент № 2011611172, зарегистрированный в Реестре программ для ЭВМ 4.02. 2011, по заявке № 2010617844 от 13.12.2010. 1 с.

2. Богданов Р.М. Расчет норм потребления электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти // Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело". 2012. №1. С.47-57. URL: [http://www.ogbus.ru/authors/Bogdanov/Bogdanov\\_1.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Bogdanov/Bogdanov_1.pdf)

3. Богданов Р.М. Методика расчета структуры потребления электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти // Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело". 2012. №1. С.58-68. URL: [http://www.ogbus.ru/authors/Bogdanov/Bogdanov\\_2.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Bogdanov/Bogdanov_2.pdf)

4. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных. М.: Вильямс, 2001. 1072 с.

5. ОАО «АК «Транснефть» Консолидированная финансовая отчетность, подготовленная в соответствии с МСФО и аудиторское заключение за год, закончившийся 31 декабря 2013 г. 51 с.

6. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности». URL: <http://www.rg.ru/2009/11/27/energo-dok.html>.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОПИСАНИЙ СЛОВ, СОСТОЯЩИХ ИЗ НЕПРОИЗВОДНЫХ РЕЧЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

***Бондарев В.А.***

аспирант кафедры систем автоматического управления,  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,  
Россия, г. Москва

Рассматриваются аспекты, связанные с применением сетей Петри для формирования слова из цепочек непроеизводных речевых элементов, использующихся для распознавания речи в дикторонезависимых системах. Приводятся схемы преобразования непроеизводных речевых элементов в модель сети, рассматриваются методы оптимальной кластеризации непроеизводных речевых элементов.

*Ключевые слова:* сети Петри, распознавание речи, непроеизводные речевые элементы, анализ речи, обработка информации.

На этапе построения лексического уровня системы распознавания речи важным этапом является формирование слов из речевых элементов. Каждое слово представляется как цепочка из речевых элементов. Высокой достоверности распознавания слов, при сравнительно небольшом рабочем словаре можно достигнуть лишь выделяя из входного потока речи, путем сравнения с шаблонами отдельных звуков, фонетических моделей. Задача формирования цепочек из речевых элементов является базовой для распознавания слов. В настоящей статье используются сети Петри [1] для построения моделей слов, состоящих из непроеизводных речевых элементов [2].

Математическое описание сети Петри состоит из множества позиций «Р», множества переходов «Т», множества соединяющих дуг «F» и вектора начального состояния «М». Каждый из элементов множества позиций сети Петри «Р» является непроеизводным речевым элементом из размеченной базы данных.

В настоящей статье для построения сети Петри используется база данных, состоящая из речевых элементов слов: «ноль», «один», «два», «три»,

«четыре», «пять», «шесть», «семь», «восемь», «девять». Для выделения непроеводных речевых элементов использованы записи пяти дикторов по 50 произнесений каждого слова. Записи осуществлялись на частоте 16 кГц [3]. На рисунке 1 изображено расположение непроеводных речевых элементов в плоскости главных компонент вектора признаков речевых элементов.

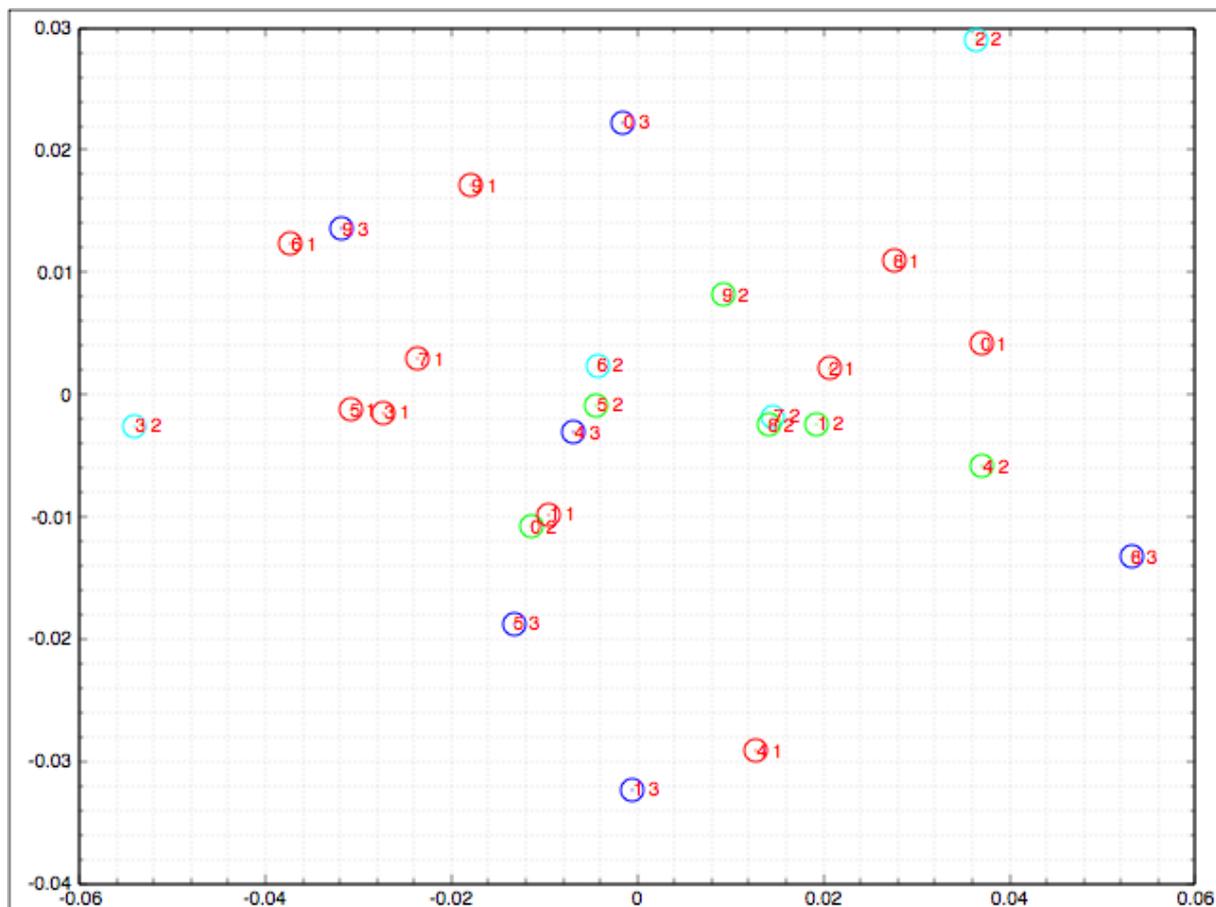


Рис. 1. Цепочки непроеводных речевых элементов базы данных

Каждой метке «о» на плоскости соответствует два числа. Первое число обозначает слово, в которое входит непроеводный речевой элемент. Второе число обозначает порядковый номер речевого элемента в слове. База данных содержит 26 непроеводных речевых элементов. Несложно заметить что многие из элементов на рисунке 1 расположены относительно компактно и образуют кластеры или пересекаются, как, например, элементы «7 2» и «8 2». В целях оптимизации вычислений и для построения сети Петри, непроеводные речевые элементы разделены на кластеры с помощью процедуры иерархической кластеризации (рисунок 2).

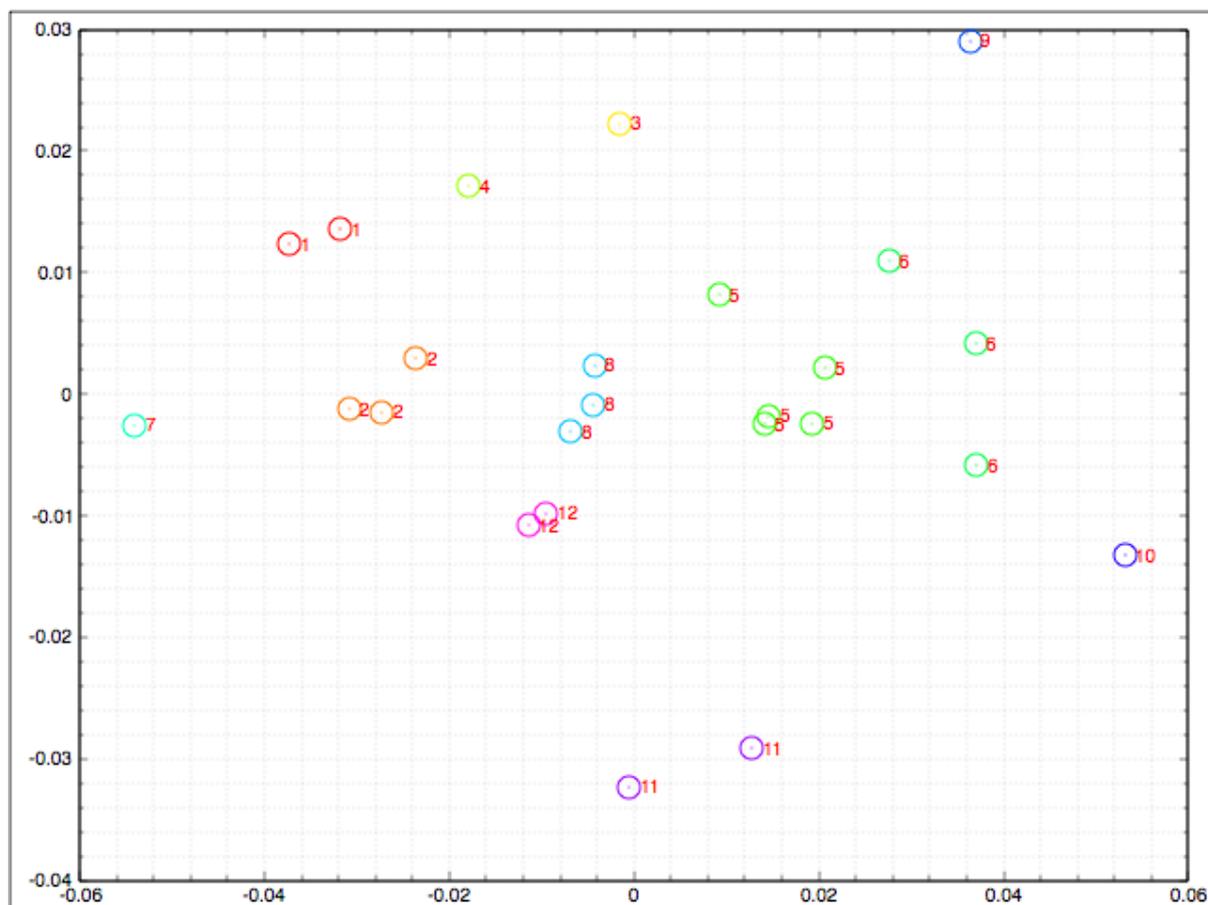


Рис. 2. Результат классификации выделенных неприводных речевых элементов

Для оптимального разбиения на кластеры, с помощью иерархической кластеризации, использовался критерий d-индекса [4]. В результате кластеризации выделено 12 компактных областей, состоящих из неприводных речевых элементов. На рисунке 3 каждой метке «o» соответствует номер компактной области. В результате перехода к новым обобщенным неприводным элементам для каждого слова из базы данных получены модели слов из 12 элементов (таблица 1).

Таблица 1

**Цепочки речевых элементов для каждого из слов**

Слово	Цепочки из речевых элементов
Ноль	12 – 8 – 3
Один	12 – 5
Два	5 – 9
Три	2 – 7
Четыре	11 – 6 – 8
Пять	2 – 8
Шесть	1 – 8 – 10
Семь	2 – 5
Восемь	6 – 5 – 10
Девять	4 – 5 – 1

### Результаты моделирования

Для построения модели сети Петри и описаний числительных от «ноля» до «девятой» преобразуем таблицу 1. Число мест в сети равно количеству уникальных речевых элементов 12. Дуги в сети состоят из переходов между

речевыми элементами в цепочке каждого из слов. В результате построена сеть Петри для базы знаний слов. Графическое представление полученного результата представлено на рисунке 3.

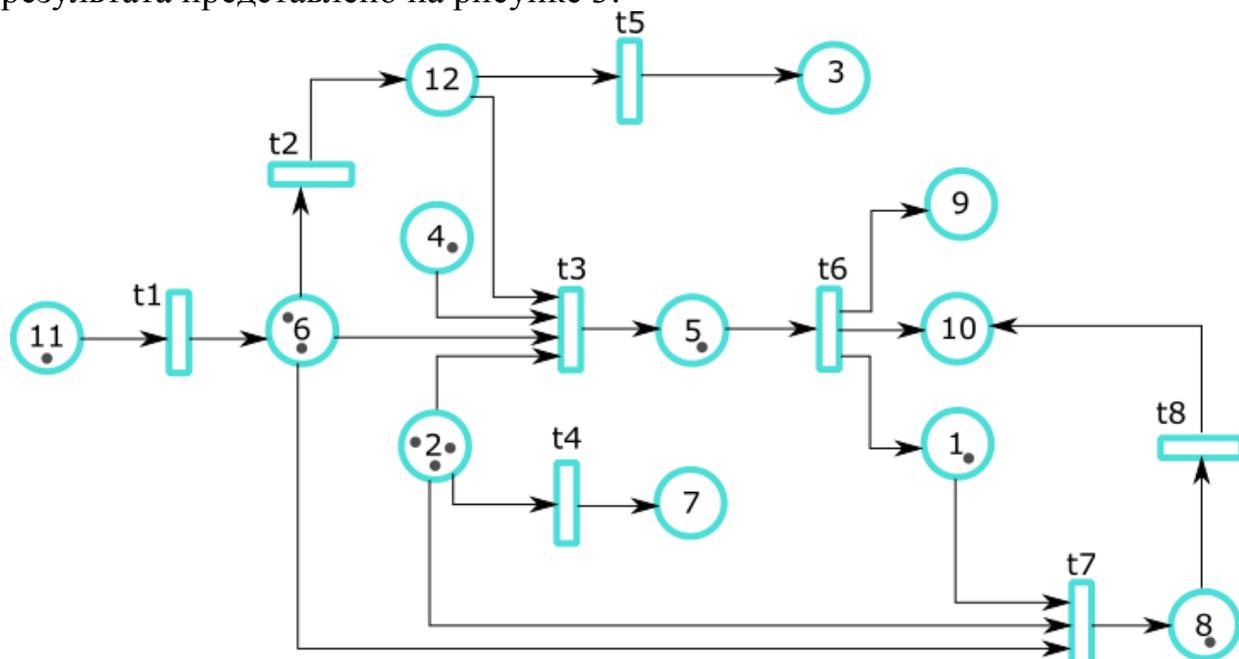


Рис. 3. Схема сети Петри для числительных от «ноля» до «девяти»

Результат преобразования всех слов из обучающей выборки подтверждает правильность построенной модели для дикторов, участвующих в обучении.

#### Список литературы

1. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. – М.: Мир, 1984. – 264 с.
2. Плотников В. Н., Суханов В. Н., Жигулевцев. Речевой диалог в системах управления. – М.: Машиностроение, 1988. – 224 с.
3. Рабинер Л.Р. Цифровая обработка речевых сигналов: [пер. с англ.] / Л.Р. Рабинер, Р.В. Шафер. – М.: Радио и связь, 1981. – 251 с.
4. Lebart L., Morineau A., Piron M. Statistique Exploratoire Multidimensionnelle. – Paris: Dunod, 2006. – 480 с.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СЛОВАРЯ РЕЧЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

*Бондарев В.А.*

аспирант кафедры систем автоматического управления,  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,  
Россия, г. Москва

В настоящей статье приведено экспериментальное исследование методов выделения непроектируемых речевых элементов с помощью автоматической классификации. Также приводится описание метода оптимального определения числа непроектируемых речевых элементов в слове. В статье большое внимание уделяется экспериментальным под-

тверждениям приведенных исследований, результатом которых являются выводы об эффективности предложенных методов на основе проведенных экспериментов.

*Ключевые слова:* распознавание речи, непроезженные речевые элементы, кластерный анализ, анализ речи, гауссовские смеси, обработка информации.

На этапе построения фонетического уровня системы распознавания речи важным этапом является формирование описаний фонетических элементов. Высокой достоверности распознавания, при сравнительно небольшом рабочем словаре, можно достигнуть лишь сопоставляя входной поток речи с шаблонами отдельных звуков – фонетическими моделями. Задача классификации выделенных признаков из речевого сигнала является базовой для распознавания речи и формирования фонетических моделей в дикторонезависимых системах. Выделение кластеров информативных признаков из множества произнесений различных слов позволяет сформировать базу данных речевых элементов из которых состоит большинство слов в речи.

### **Выделение признаков в речевом сигнале**

Для выделения признаков в речевом сигнале используется сегментация речевого сигнала. Разбиение речевого сигнала подразумевает выделение участков из входного сигнала после этапа определения речевой активности. Входной сигнал разбивается на фреймы по 256 отсчетов при частоте дискретизации 16кГц с перекрытием 30%. Каждый фрейм взвешивается окном Хэмминга. Для подавления нежелательных граничных эффектов принято умножать сигнал  $s(n)$  на оконную функцию  $w(n)$  [3]:

$$x(n) = s(n) \cdot w(n) \quad (1)$$

В качестве функции  $w(n)$  было использовано окно Хэмминга, которое задается следующей формулой:

$$w(n) = \begin{cases} 0.54 - 0.46 \cdot \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right), & 0 \leq n < N \\ 0, & \text{при других } n \end{cases} \quad (2)$$

### **Получение векторов признаков речевого сигнала**

Для решения задачи распознавания речи и формирования словаря речевых элементов необходимо выявить первичные признаки речи, которые будут использованы на последующих этапах распознавания. Каждый входной звуковой сигнал представляется в виде специального вектора признаков, определенным образом характеризующего сигнал. На рисунке 1 показан процесс получения вектора признаков. В рассматриваемой модели используется классический подход кепстральных коэффициентов MFCC. К каждому фрейму применяется быстрое преобразование Фурье (БПФ) для получения кратковременного спектра.



Рис. 1. Процесс выделения векторов признаков

Речевой сигнал после обработки представляется в виде последовательности векторов признаков с размерностью 128. Каждый полученный вектор описывает характеристики небольшого участка речевого сигнала. Для дальнейшего анализа речевого сигнала используется трансформация спектра речевого сигнала в масштаб мел по формуле:

$$\text{Mel} = 1127 \log\left(1 + \frac{\text{hz}}{700}\right) \quad (3)$$

Моделирование полосового фильтра позволит отбросить частотные составляющие, которые находятся за пределами диапазона частот от 300Гц до 4000Гц и, соответственно, не несут смысловой нагрузки [1]. Сформируем банк треугольных фильтров  $N$  на диапазоне частот с 400 до 4200 Гц с 32 каналами. Применяем полученный фильтр  $N$  к речевому сигналу в мел в масштабе мел:

$$F_b = N \square \text{Mel} \quad (4)$$

Для сокращения объема вычислений в работе была уменьшена размерность вектора признаков с 32 до 12 с помощью дискретного косинусного преобразования (ДКП):

$$X_k = a_k \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cos \left[ \frac{\pi}{n} n + \frac{1}{2} k \right], k=0, N-1, \quad (5)$$

где

$$a_k = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{N}}, & k=0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}}, & k \neq 0 \end{cases} \quad (6)$$

Последовательность векторов, полученная на этапе обработки сигнала, используется для формирования моделей производных речевых элементов [2].

Для выделения производных речевых элементов проводится поиск стационарных участков речевого сигнала. Стационарный участок находится между экстремальными значениями сегментирующей функции. Сегментирующая функция формируется из модулей производных вектора параметров речевого сигнала. График зависимости сегментирующей функции от времени представлен на рисунке 2.

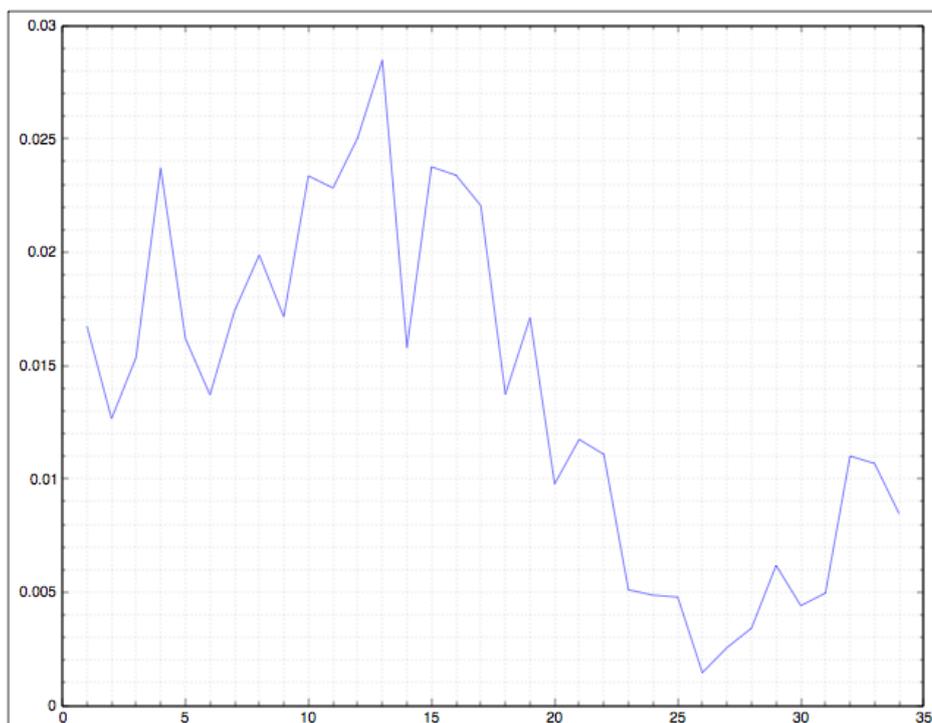


Рис. 2. График зависимости сегментирующей функции от времени для слова «ноль»

### Классификация неприводных речевых элементов

Выделение базиса методом главных компонент позволяет найти основные направления, по которым изменяются вектора признаков. Это дает возможность значительно понизить размерность векторов признаков.

Метод главных компонент применяется к набору вектор признаков, составленного из значений векторов признаков в минимумах сегментирующей функции речевого сигнала. На рисунке 3, в плоскости главных компонент, изображены значения вектора признаков речевого сигнала в минимумах сегментирующей функции.

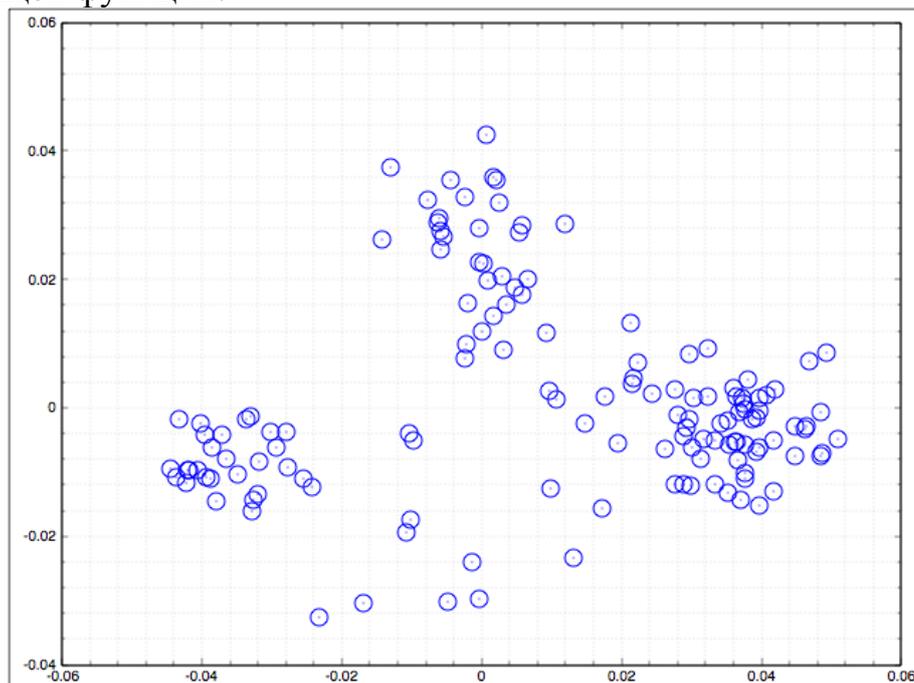


Рис. 3. Значения вектора свойств в минимумах сегментирующей функции в плоскости главных компонент

На основе обучающей выборки формируются образцы моделей непродеривированных речевых элементов в плоскости главных компонент векторов признаков. Обучающая выборка состоит из произнесений слов от 0 до 9 пятью дикторами по 50 произнесений для каждого слова. Иначе говоря каждому слову соответствует 250 произнесений.

Для формирования образов моделей в плоскости главных компонент векторов признаков проводится иерархическая кластеризация. Для определения оптимального количества кластеров, в изображенном на рисунке 3 распределении значений вектора признаков, используется анализ d-index'a [5]. D-index вычисляется по формуле :

$$w(P^q) = \frac{1}{q} \sum_{k=1}^q \frac{1}{n_k} \sum_{x_i \in C_k} d(x_i, c_k) \quad (7)$$

где  $d$  – расстояние между  $x_i$  и  $c_k$ ;

$c_k$  – центр масс кластера;

$x_i$  –  $i$ -ый элемент кластера;

$n_k$  – число элементов в  $k$ -ом кластере;

$q$  – число кластеров;

Результат вычислений d-index'a для слова «ноль» представлен на рисунке 4, где по оси ординат отложены значения d-index'a, а по оси абсцисс значения количества кластеров.

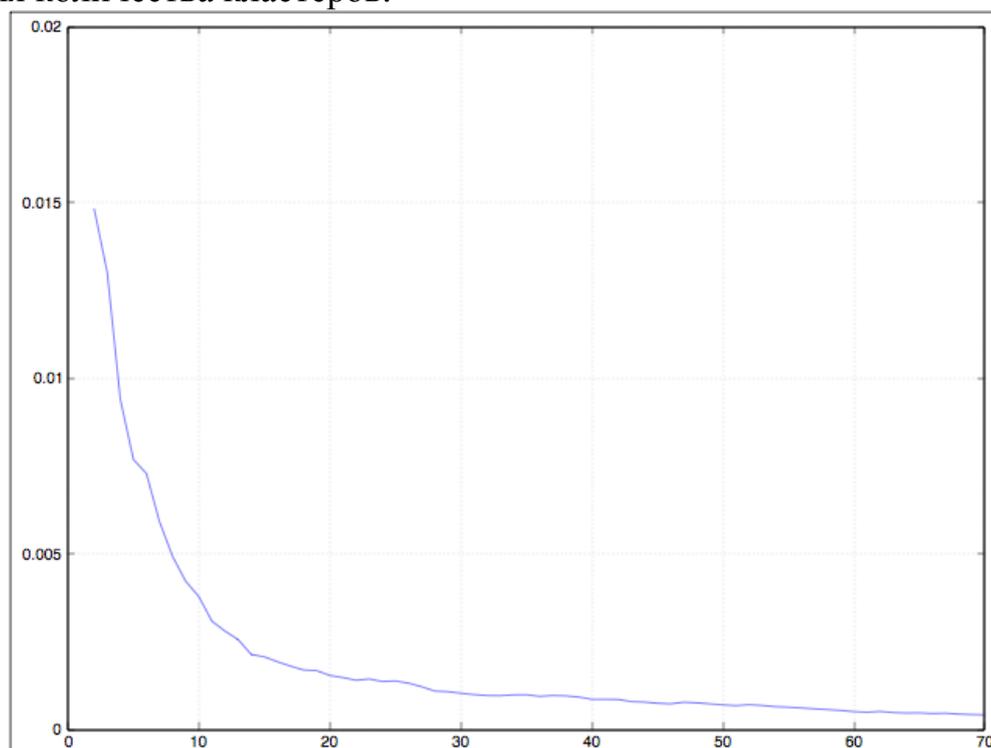


Рис. 4. Зависимость d – индекса от количества кластеров

На рисунке 4 видно, что при значениях количества кластеров в промежутке от 1 до 10 происходит мгновенное увеличение d-index'a. Для получения оптимального разбиения на кластеры необходимо определить точку мгновенного роста d-index'a. Для достижения этой цели вычислим первую и вторую производную d-index'a. На рисунке 5 изображен график первой производной d-index'a.

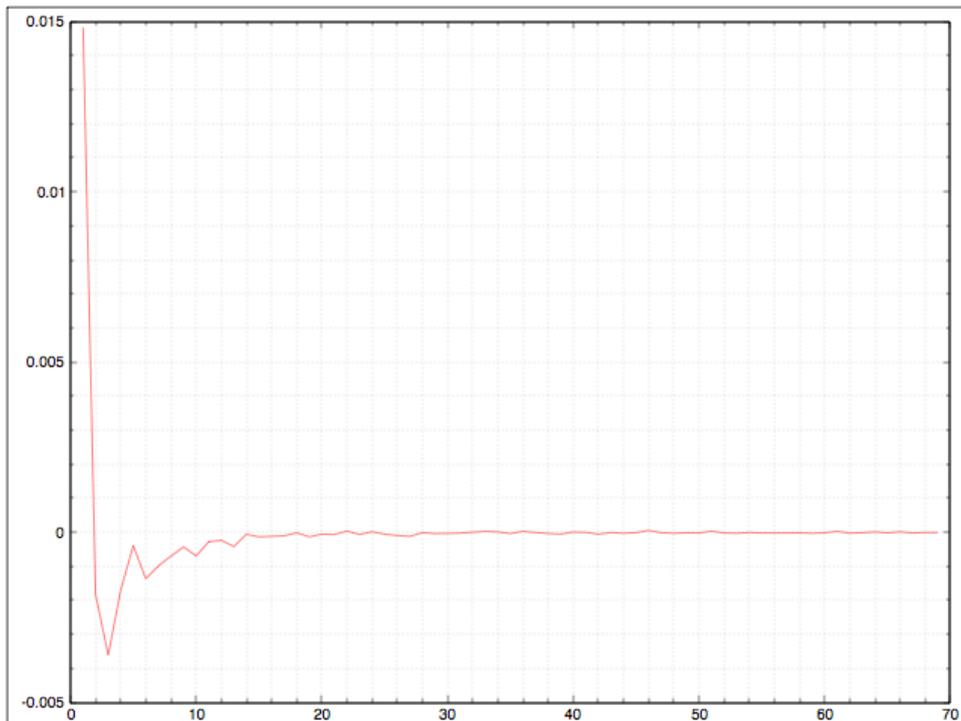


Рис. 5. Производная d – индекса

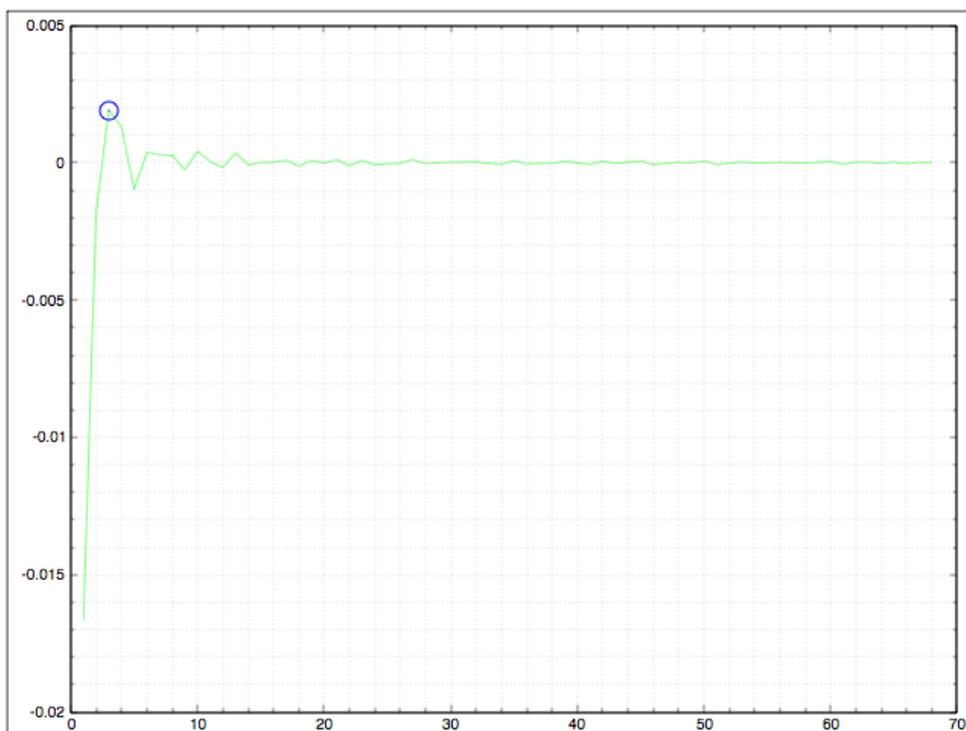


Рис. 6. Вторая производная d – индекса

На рисунке 6 изображена вторая производная d-index'a. Критерием оптимального значения числа кластеров для разбиения является максимум второй производной d-index'a. На рисунке 6 такая точка выделена синей меткой. Для слова «ноль» оптимальным значением числа кластеров является 3.

Результатом кластеризации слова «ноль» является 3 кластера, изображенных разными цветами на рисунке 7. Назовем полученные кластеры зеле-

ного цвета «Речевой элемент 1», красного цвета «Речевой элемент 2», синего цвета «Речевой элемент 3».

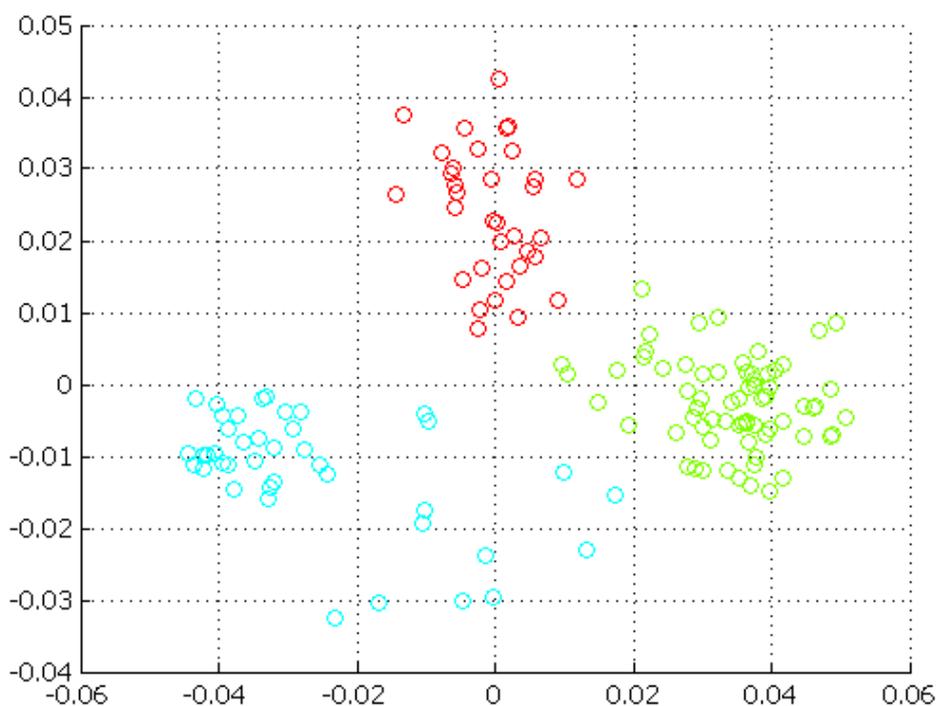


Рис. 7. Изображение с выделенными кластерами для слова «ноль»

Для задач распознавания производных речевых элементов определяется способ вычисления степеней подобия образца с несколькими заранее выделенными моделями на основе обучающей выборки. В настоящей работе степень сходства вычисляется на основе оценки вероятности [4].

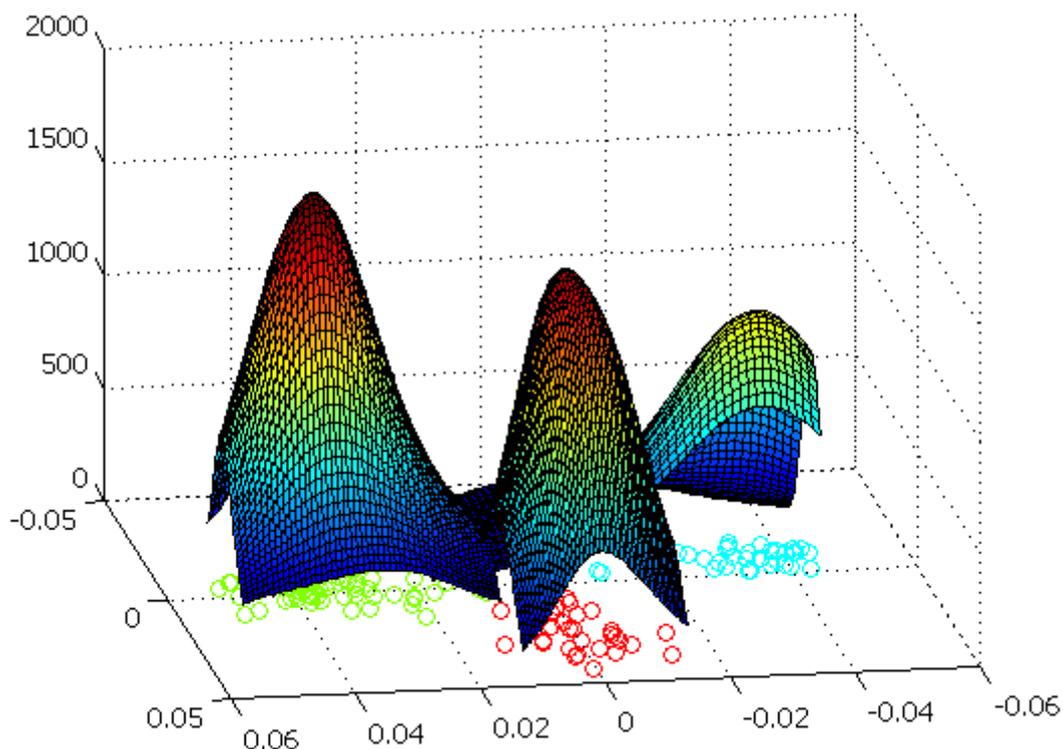


Рис. 8. Гауссовское распределение для каждого кластера слова «ноль»

На рисунке 8 изображена аппроксимация полученных непроемных речевых элементов гауссовским распределением. Кодовая база непроемных речевых элементов формируется из параметров гауссовских моделей. Такой принцип хранения данных полученных речевых элементов позволяет оптимизировать объем хранилища, уменьшить вычислительную сложность при определении меры сходства образца с выделенными моделями.

### Результаты эксперимента

Эксперимент по классификации признаков речевого сигнала был проведен на речевой базе данных. Частота дискретизации записей составляет 16 кГц. Использовались записи пяти дикторов. Каждый из дикторов записывал 50 реализаций каждого слова. Записи речи осуществлялась в тихой комнате.

В результате классификаций были выделены непроемные речевые элементы для слов представленных в таблице. Из полученных моделей непроемных речевых элементов составлена база данных.

Таблица

**Результаты классификации**

Слово	Количество выделенных кластеров
Ноль	3
Один	2
Два	2
Три	2
Четыре	3
Пять	3
Шесть	2
Семь	2
Восемь	4
Девять	3

### Список литературы

1. Агашин О. С., Корелин О. Н., Методы цифровой обработки сигналов в задаче распознавания изолированных слов с применением сигнальных процессоров // Современные тенденции развития науки и технологий. 2015. № 1-5. С. 48-51.
2. Плотников В. Н., Суханов В. Н., Жигулевцев. Речевой диалог в системах управления. –М.: Машиностроение, 1988. – 224 с.
3. Рабинер Л.Р. Цифровая обработка речевых сигналов:[пер. с англ.] / Л.Р. Рабинер, Р.В. Шафер.– М.:Радио и связь, 1981. – 251 с.
4. Садыхов Р.Х., Ракуш В.В. Модели гауссовых смесей для верификации диктора по произвольной речи // Доклады БГУИР. 2003. №4. С. 95–103.
5. Lebart L., Morineau A., Piron M. Statistique Exploratoire Multidimensionnelle. – Paris: Dunod, 2006. – 480 с.

## АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО И СБОРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Бысов С.А.**

доцент кафедры технологий машиностроения, канд. техн. наук,  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калужский филиал, Россия, г. Калуга

**Вяткин А.Г.**

доцент кафедры технологий машиностроения, канд. техн. наук, доцент,  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калужский филиал, Россия, г. Калуга

**Юхимец Р.М.**

магистрант кафедры технологий машиностроения,  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калужский филиал, Россия, г. Калуга

Проведен анализ разных типов производства с точки зрения применяемого оборудования и его технологических возможностей. Показаны предпосылки к быстрой и эффективной перестройке на выпуск новых изделий за счет расширения неиспользуемых возможностей оборудования.

*Ключевые слова:* гибкость, унификация, технологические возможности, производство, сборка.

Сегодня в самых современных отраслях промышленности жизненный цикл изделия не превышает нескольких месяцев. В машиностроении в среднем за 3 – 5 лет необходима полная замена выпускаемых изделий, полная смена средств технологического обеспечения [1].

Все изложенное порождает структурные изменения в машиностроении: меняются соотношение между типами производства, формы взаимосвязей, его характер. Во-первых, сокращается удельный вес традиционного массового и крупносерийного производства, когда длительное время выпускалось одно и то же изделие. Теперь современное производство одновременно выпускает несколько разновидностей одного изделия и через короткое время переходит на выпуск нового изделия, увеличивая объемы выпуска в единицу времени. Первое позволяет сохранить рынок сбыта, а второе получать наибольший доход. Во-вторых, сокращается доля единичного и мелкосерийного производства за счет развития работ по стандартизации и унификации. В развитых странах единичное и мелкосерийное производство в отличие от отечественного составляет значительно меньшую долю объема машиностроения. В нашей стране этот тип производства еще составляет примерно одну треть объема машиностроения.

Несмотря на это, наблюдается устойчивая тенденция к росту доли многономенклатурного разносерийного производства с увеличивающимся ростом объемов выпуска продукции в единицу времени при непрерывном повышении ее качества.

Для современного машиностроения характерно значительное разнообразие выпускаемых изделий и средств технологического обеспечения, низкий уровень использования технологических средств и неприспособленность производства к быстрой и эффективной перестройке на выпуск новой продукции.

Низкий уровень унификации средств технологического оснащения проявляется в низком коэффициенте использования, как самих технологических средств, так и их технологических и технических возможностей. Для современного машиностроения характерны огромные издержки, связанные с непродуктивными расходами на создание и содержание средств технологического оснащения. Непродуктивность расходов объясняется в первую очередь полной или частичной невостребованностью в течение календарного года значительной части имеющихся на предприятии технологических средств.

Как известно, в единичном и мелкосерийном производстве применяется широкоуниверсальное технологическое оборудование, позволяющее изготавливать детали широкой номенклатуры. Однако при его применении на конкретных технологических операциях реализуется лишь небольшой процент его технологических и технических возможностей. Например, при изготовлении конкретных деталей на станках типа ОЦ используется лишь малая доля широких возможностей последних.

В то же время, в результате определенной непредсказуемости (особенно характерной для производства в условиях рыночной экономики) номенклатуры изделий, изготавливаемых на протяжении календарного года, предприятия вынуждены иметь заведомо избыточный набор технологических средств, некоторая часть которых оказывается невостребованной. Это влечет за собой дополнительные непроизводительные расходы, связанные с их приобретением, содержанием, увеличением производственных площадей и др. В условиях рыночной экономики отрицательное значение этого фактора усиливается из-за острой необходимости снижать издержки производства.

В крупносерийном и массовом производстве наблюдается другая картина. В этих производствах применяются специализированные и специальные средства узкого служебного назначения. Поэтому даже при незначительном изменении технологического процесса из-за внесения изменений в конструкцию изготавливаемого изделия, а тем более при переходе на выпуск нового изделия, приходится отказываться от целого ряда физически и морально изношенных, вполне работоспособных станков и технологической оснастки, и создавать новые технологические средства. А их создание связано с большими материальными и трудовыми затратами, что приводит к резкому росту сроков и трудоёмкости технологической подготовки производства.

Из изложенного следует, что сложившаяся практика создания и эксплуатации технологических средств ведет к огромному расточительству материальных и трудовых ресурсов и, как следствие, к повышению себестоимости изготовления изделий. Это наиболее ярко проявляется в условиях единичного и мелкосерийного производства. В таком производстве используют-

ся широкоуниверсальные станки, которые создаются не под конкретные технологические процессы, а под те или иные методы обработки, например, точение, фрезерование, сверление и т.п. Поэтому они и называются токарными, фрезерными, сверлильными и т.п. Однако в каждый момент времени с их помощью выполняется конкретный технологический процесс и тогда многие из их возможностей оказываются невостребованными.

Анализ показывает, что возможности станков как по мощности установленных на них электродвигателей, так и по размерам обрабатываемых деталей используются также далеко не полностью. По данным [2], универсальные станки из 87 % всего срока службы используются только на 20% установленной мощности, 12% срока службы – до 75 % и менее 1 % срока службы – на 100 %.

Специальные станки, используемые в массовом и крупносерийном производстве, являются высокоэффективными потому, что отличаются высокой производительностью, при практически полном использовании их технологических возможностей и качества. Как правило, такие станки являются многошпиндельными, многоинструментными параллельного действия, что способствует реализации высокоэффективных технологических процессов.

Однако здесь наблюдается другая крайность – стоит только внести незначительные изменения в операцию, как и станок, и оснастка оказываются неспособными приспособиться к этим изменениям и их приходится заменять на новые.

Неспособность производства к быстрой и эффективной перестройке на выпуск новых изделий не позволяет решать задачу быстрого реагирования на изменяющиеся условия. Современные гибкие производства решают эту задачу за счет применения широкоуниверсального и высокоавтоматизированного оборудования. Это является причиной их низкой эффективности, поскольку такое оборудование и его обслуживание стоит дорого, а их возможности в каждый момент времени работы используется на 10-30 %.

Все изложенное справедливо и для сборочного производства. Отсюда очевидна необходимость поиска путей повышения эффективности использования, имеющегося на предприятиях производственного оборудования. Одним из таких направлений может быть принцип концентрации операций.

Анализируя современное машиностроительное производство, можно отметить, что принцип концентрации операций все шире используется при проектировании современных технологических процессов. Там, где раньше применяли операционные станки с максимальной дифференциацией процесса обработки на отдельные операции, сейчас концентрируют большее количество операций на одном станке с тем, чтобы сократить производственные площади и количество используемого оборудования. Особенно это проявляется при использовании станков с ЧПУ типа обрабатывающий центр.

Анализ литературных источников, показал, что есть и другие примеры расширенного использования технологических возможностей оборудования в современном машиностроении. Как правило, информация об этом сосредоточена в отдельных технических журналах и не носит фундаментального,

обобщающего характера. При этом отсутствуют публикации, в которых с достаточной полнотой были бы изложены сведения о методике и технологии такого использования оборудования. В существующих работах описаны лишь конкретные примеры операций, построенных на интуиции или опыте работы технолога. Между тем, такая методика необходима технологам при разработке технологических процессов с целью повышения эффективности использования современного оборудования.

Подводя итог изложенному, можно отметить, что современное машиностроительное производство характеризуется неоправданно огромным разнообразием технологических процессов, оборудования, оснастки; большим объемом ежегодного обновления физически неизношенных технологических средств; низким уровнем востребованности технологических и технических возможностей технологического оборудования; невысокой гибкостью производства.

Учитывая ограниченность средств, особенно у небольших машино- и приборостроительных предприятий, на приобретение и содержание большого парка оборудования для обеспечения каждого вида выполняемых работ, является актуальной задача разработки основных принципов и методов, позволяющих технологу принимать обоснованные решения при выборе производственного оборудования для выполнения конкретных видов работ, опираясь не только на традиционные подходы, учитывающие его специализацию, но и на рациональное использование технологических возможностей имеющегося в его распоряжении оборудования для реализации на нем операций производственного цикла в максимальном объеме.

#### **Список литературы**

1. Базров Б.М. Модульная технология в машиностроении. – М.: Машиностроение, 2001. – 368 с.
2. Шишмарев В.Ю. Машиностроительное производство: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.Ю. Шишмарев, Т.И. Каспина. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 352 с.

## **АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАБЕЛЯ S/FTP CAT7**

*Галкин С.Ю., Карпова Н.М.*

бакалавры по направлению прикладная информатика,  
Технологический университет, Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом технических характеристик кабеля S/FTP cat7.

*Ключевые слова:* широкополосный доступ, структурированные кабельные системы.

В настоящее время стандарт категории 7, линий и каналов класса F, позволяет работать вплоть до 1 ГГц [1-3]. Эта позволяет многим новым приложениям, таким как широкополосное видео с верхним пределом частоты

862 МГц, работать на основе кабельных систем класса F с одновременным подключением к другим сетевым приложениям [4-7]. Это крайне важно в приложениях используемых наземными системами управления космическими аппаратами [8-10]. Например, один канал класса F может поддерживать соединения с такими различными приложениями, как аналоговое речевое приложение (1 пара), с высокоскоростной сетью LAN (2 пары) и широкополосным видео (1 пара) [11-13].

Категория 7 и класс F обеспечивают функциональность, недостижимую при использовании волокна. Поскольку каждая отдельная пара экранирована, каналы класса F (категории 7) в значительной мере устраняют переходные помехи между парами. Это позволяет системе System 7 поддерживать множество приложений на основе одного кабеля.

Рассмотрим и проанализируем характеристики кабеля категории 6 на примере S/FTP cat6A применяемого для структурированных кабельных систем (СКС) и сетей широкополосного доступа (СШД).

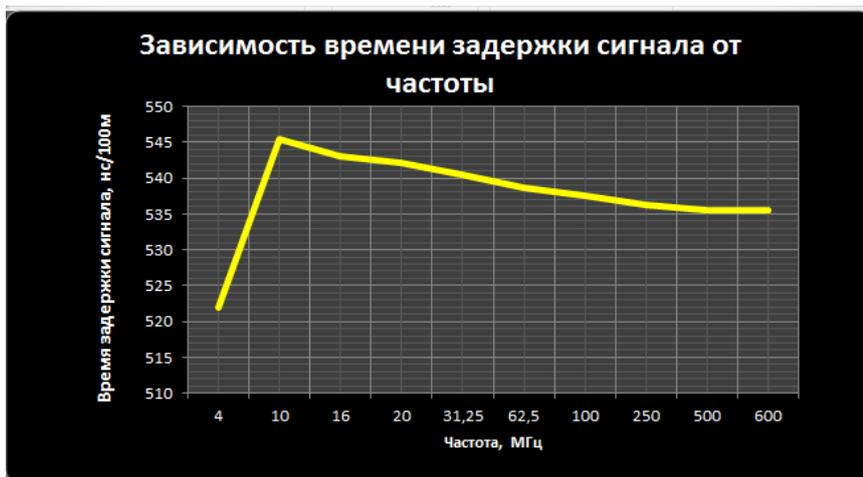
S/FTP cat7 PVC – кабель симметричный парной скрутки категории 7 для СКС (локальных компьютерных сетей, каналы класса F) и сетей широкополосного доступа с параметрами передачи до 600 МГц и рабочим напряжением до 145 В переменного тока. Кабели предназначены для использования в сетях низкого напряжения и мощности, таких как Ethernet (10Base-T), FastEthernet (100Base-T), GigabitEthernet (1000Base-T), Arcnet, Tokenring 16/100 Мбит/с, ISDN, АТМ-25/52/155 Мбит/с и пр.

Пары с медными однопроволочными жилами диаметром 0,60 мм, с изоляцией из пористого полиэтилена, с индивидуальным экраном пар в виде обмотки алюмополимерной ленты, с сердечником, скрученным из 4 экранированных пар, в общем экране из медных луженых проволок, в оболочке из ПВХ.

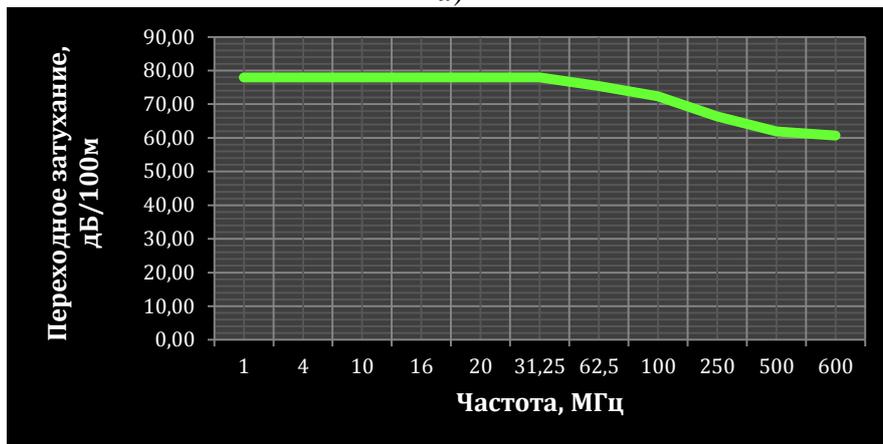
Электрическое сопротивление цепи постоянному току при температуре 20 °С – не более 16,0 Ом/100 м. Омическая асимметрия жил в рабочей паре кабелей при температуре 20 °С на длине 100 м – не более 2%. Электрическая емкость пары на длине при частоте 0,8 или 1 кГц – не более 5,6 нФ/100 м. Емкостная асимметрия пары относительно земли при частоте 0,8 или 1кГц – не более 160 пФ/100 м. Электрическое сопротивление изоляции жил постоянному току при температуре 20 °С – не менее 5000 МОм×км.

Исходя из этого были проведены измерения отражающие на графиках параметры кабеля от частотной зависимости.

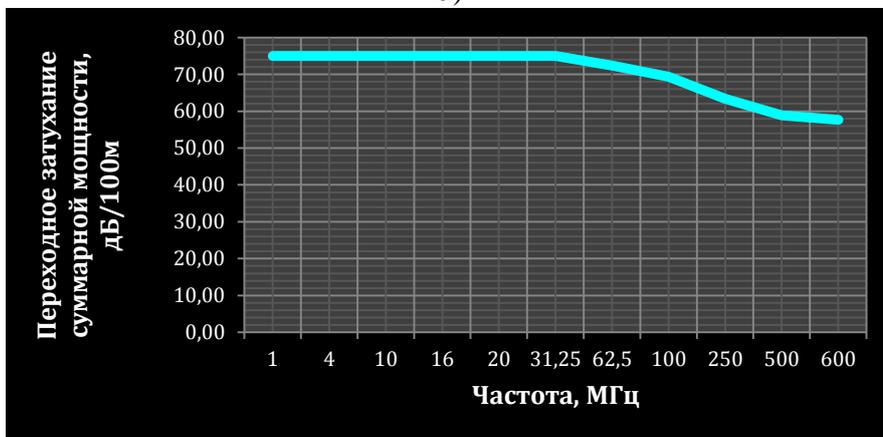
Зависимость электротехнических характеристик ParLan S/FTP cat6A PVC от частоты представлена на рисунке.



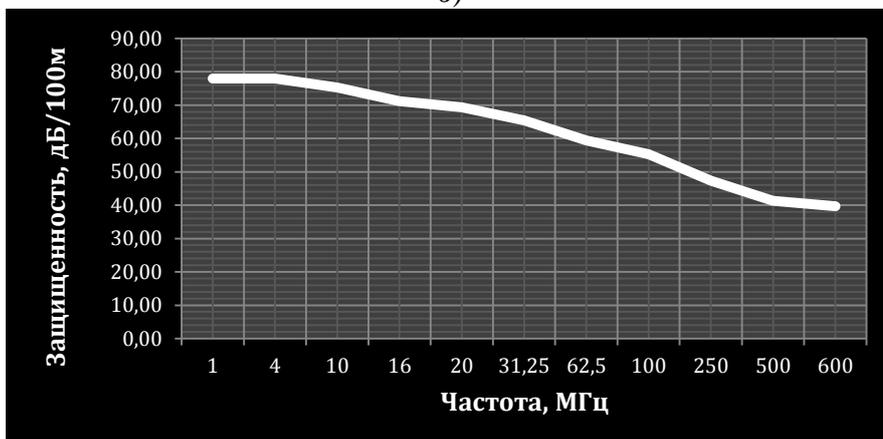
a)

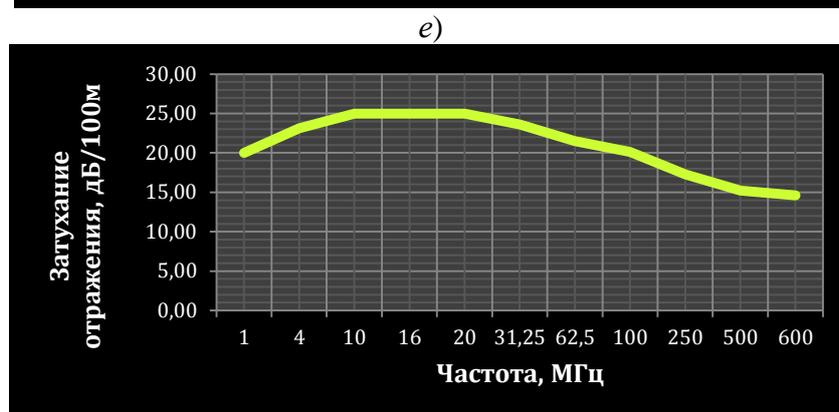
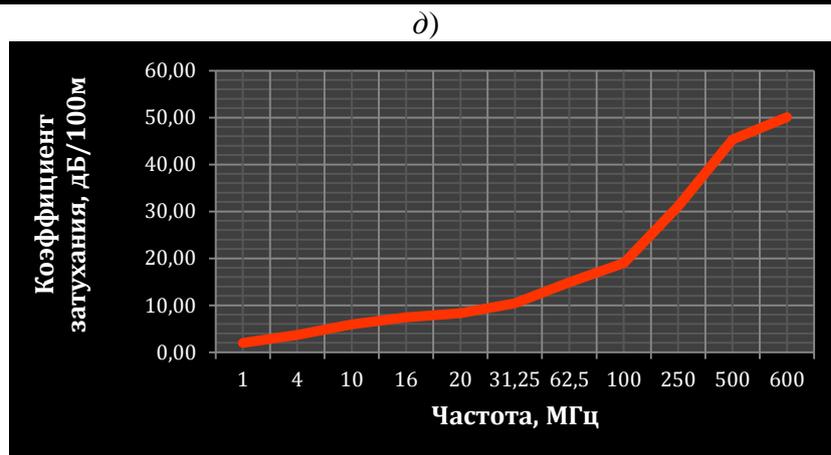
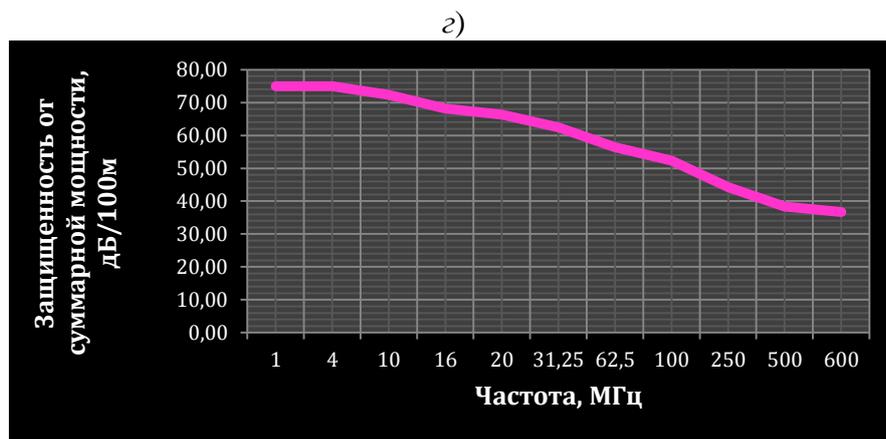


б)



в)





ж)

Рис. Зависимость характеристик S/FTP cat6A PVC от частоты, где: *a* – зависимость времени задержки сигнала; *b* – зависимость переходного затухания на ближнем конце NEXT; *в* – зависимость переходного затухания суммарной мощности влияния на ближнем конце PS NEXT; *г* – зависимость защищенности на дальнем конце EL FEXT; *д* – зависимость защищенности от суммарной мощности влияния на дальнем конце PS EL FEXT; *е* – зависимость коэффициента затухания Attention; *ж* – зависимость затухания отражения RL

Анализ представленных характеристик показывает, что данный кабель обладает повышенной надёжностью и высоким качеством передачи данных.

#### Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Структурированные кабельные системы [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Учебное пособие / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ГОУ ВПО «МГУС». – М., – 2005. – 150 с.

2. Артюшенко, В. М. Проектирование мультисервисных систем в условиях воздействия внешних электромагнитных помех [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. технич. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУ ВПО РГУТиС. – М., 2011. – 110 с.
3. Артюшенко, В. М. Схемы подключения управляющего и измерительного оборудования в системах автоматизации и жизнеобеспечения зданий [Текст] / В. М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2009. Т.5. №3. С.3 – 11.
4. Артюшенко, В. М. Мультимедийные гибридные сети [Текст] / В.М. Артюшенко, А.К. Гуреев, В.В. Абраменков, Енютин К.А.: монография. – М.: МГУС, – 2007. – 94 с.
5. Артюшенко, В. М. Количественная оценка электромагнитного влияния однопроводных линий электрического оборудования [Текст] / В.М. Артюшенко, А.В. Маленкин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2008. Т.4. №1-2. С.29 – 32.
6. Артюшенко, В. М. Системный анализ в области управления и обработки информации: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, Н.А. Васильев, И.М. Белюченко, К.Л. Самаров, В.Н. Зиновьев, С.П. Посеренин, Г.Г. Вокин, А.П. Мороз, В.С. Шайдуров, С.С. Шаврин /под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев МО: МГОТУ, 2015. – 168 с.
7. Артюшенко, В. М. Защита структурированных кабельных систем от внешних электромагнитных воздействий [Текст] / В.М. Артюшенко // Промышленный сервис. – 2006. – №3. – С.20-27.
8. Артюшенко, В. М. Современные направления развития корпоративных сетей спутниковой связи [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Б.А. Кучеров // Двойные технологии. – 2014. – №3(68). – С.67–72.
9. Артюшенко, В. М. Организация информационного обмена между элементами наземного комплекса управления группировкой космических аппаратов [Текст] / В.М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // Прикладная информатика. – 2014. – №1(49). – С.33–43.
10. Артюшенко, В. М. Роль информатизации в повышении оперативности распределения средств управления космическими аппаратами [Текст] / В.М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2014. – №4(157). – С.67–72.
11. Артюшенко, В. М. Информационные технологии и управляющие системы: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, В.И. Привалов, В.И. Воловач, Е.П. Шевченко, В.М. Зимин, Е.С. Харламова, А.Э. Аббасов, Б.А. Кучеров /под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант», 2015. – 185 с.
12. Артюшенко, В. М. Особенности резервирования источников бесперебойного питания компьютерного и телекоммуникационного оборудования [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2007. – Т.3. – №3. – С.20-23.
13. Артюшенко, В. М. Электротехнические системы жизнеобеспечения зданий на базе технологий VASnet [Текст] / В.М. Артюшенко, О.Д. Шелухин / Монография /Под ред. д.т.н., проф. В.М. Артюшенко, – М., ГОУ ВПО «МГУС», 2006. – 138 с.

# НОВАЯ ОПТИЧЕСКАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ КУЛЬТУР И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЁ ВНЕДРЕНИЯ

*Гольцова П.А.*

магистрант,  
Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
Россия, г. Томск

*Соснин Э.А.*

ст. научный сотрудник, д-р ф.-м. наук, профессор,  
Институт сильноточной электроники СО РАН, Россия, г. Томск

*Жданова О.С.*

доцент кафедры микробиологии и вирусологии, канд. мед. наук, доцент,  
Сибирский государственный медицинский университет, Россия, г. Томск

На основе спектральных методов исследования предложена и апробирована методика определения резистентности микробиологических культур к антибиотикам. Проанализированы факторы, способные повлиять на её последующую коммерциализацию.

*Ключевые слова:* бактерии, госпитальные инфекции, антибиотикорезистентность, ХеВr-эксилампа.

В настоящее время актуальны исследования новых мер подавления госпитальных инфекций. Это вызвано тем, что основная доля лечения заболеваний, вызванных госпитальными инфекциями, приходится на антибиотики. Но процесс лечения антибиотиками имеет непредсказуемый характер, т.к. многие штаммы бактерий быстро мутируют и приобретают резистентность к препаратам. Статистика лечения инфекций, вызванных такими бактериями, как *P. aeruginosa* и *S. aureus* свидетельствует о том, что высок процент летальных исходов. Так, более 15% всех случаев заболеваний бактериями вызваны именно *P. aeruginosa*. Смертность в этом случае достигает 50%. Смертность от *S. aureus* достигает 31% [1]. В связи с этим увеличился интерес к исследованию и разработке методов, устройств для определения антибиотикорезистентности микробиологических культур.

На базе Института сильноточной электроники СО РАН совместно с Сибирским государственным медицинским университетом проведены теоретические и экспериментальные исследования, проводимые на культуре *P. aeruginosa*, которая способна выделять водорастворимые пигменты – пиоцианин и пиовердин. Эти пигменты выступают в качестве оптического маркера резистентности культуры. Источником, возбуждающим молекулу пигмента, была выбрана ХеВr-эксилампа.

При расчете энергий основного и возбужденного состояний были применены приближенные методы решения уравнений Хартри–Фока и методы DFT. Были использованы электронные плотности, а не волновые функции,

такая замена позволила рассчитать системы с большим количеством электронов. Экспериментально было получено два вида спектров флуоресценции. Штамм бактерии обладает резистентностью к антибиотикам в случае наличия в полосе флуоресценции максимума в диапазоне длин волн 435–445 нм, а при диапазоне длин волн 455–470 нм штамм бактерии будет чувствителен к антибиотикам [2, с. 164]. Выводы по данным исследования легли в основу оптической методики определения антибиотикорезистентности микробных культур.

Для проведения опытно-конструкторских работ необходимо решить вопрос о целесообразности коммерциализации методики. Был проведен маркетинговый обзор, выявивший сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы, а также возможных конкурентов и потенциальных потребителей. Сделан вывод о высоком конкурентном барьере выхода на рынок с данной методикой. Поэтому, прежде всего, необходимо нивелирование, устранение рисков по проекту и увеличение конкурентных преимуществ.

Был проведен патентный поиск, для выявления патентной чистоты и уровня техники. Глубина поиска составила 15 лет, было отобрано 20 российских и 33 зарубежных патента. Патентно-информационные исследования выявили следующее:

1. Среди патентообладателей наибольшее число представлено юридическими лицами.

2. Сопоставительный анализ охранных документов показал рост изобретательской активности за период с 2007 по 2014 гг. Так, в сравнении с периодом 2000-2006 гг. количество охранных документов заметно увеличилось (2000-2006 гг. – 21 патентных документов, 2007-2014 гг. имеется 32 патентных документа), что свидетельствует о росте интереса к тематике.

3. Было рекомендовано подать заявку на способ определения чувствительности микробных культур к антибиотикам. Заявка была подана. Получена регистрационная дата от 5.11.2013 г.

Технико-экономическое обоснование проекта выявило, что окупаемость будет достигнута только в случае реализации более 30 комплектов оборудования ежегодно, что на данный момент не возможно.

Подводя итог, следует отметить, что разрабатываемая оптическая методика не готова к выходу на рынок. Для ликвидации недостатков, выявленных в совокупности исследований, рекомендуется:

- 1) увеличить конкурентные преимущества методики за счет проведения НИР на дополнительных микробных культурах;

- 2) провести доводку, как самой методики, так и оборудования для определения чувствительности микробных культур к антибиотикам;

- 3) проработать смежные сегменты рынка, включив в них возможные сферы сбыта или действия методики;

- 4) изучить возможности расширения применений комплекта оборудования, необходимого для методики, что, в свою очередь, позволит расширить её коммерческую привлекательность.

### Список литературы

1. Котлукова Т.В. Лечение синегнойной инфекции у взрослых и детей // Фарматека. 2004. № 17. URL: <http://www.pharmateca.ru/ru/archive/article/5824> (дата обращения 3.10.2015).
2. Пиовердин как флуоресцентный маркер чувствительности к антибиотикам культуры *Pseudomonas aeruginosa* / Э.А. Соснин [и др.] // Оптика и спектроскопия. 2014. Т. 117, № 5. С. 158-164.

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВРЕДНОСТИ ПРОЦЕССОВ, ИСПОЛНЯЕМЫХ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ

*Демина Р.Ю.*

ассистент кафедры «Информационная безопасность»,  
Астраханский государственный университет, Россия, г. Астрахань

*Ажмухамедов И.М.*

зав. кафедрой «Информационная безопасность», д.т.н., доцент,  
Астраханский государственный университет, Россия, г. Астрахань

*Досмухамедов Б.Р.*

доцент кафедры «Информационная безопасность», к.т.н.,  
Астраханский государственный университет, Россия, г. Астрахань

В статье предложен подход к оценке вредности исполняемых операционной системой процессов, который может быть эффективно использован в подсистемах эвристического анализа антивирусных программ.

*Ключевые слова:* вредный процесс, антивирусная защита, эвристический анализ, теория нечетких множеств.

В настоящее время одним из основных методов поиска вредных программ является метод, основанный на сравнении синтаксических сигнатур. Для достижения успеха при использовании этого метода необходимо периодически пополнять словарь известных вирусов новыми сигнатурами. У данного подхода есть минусы: невозможно выявить какие-либо новые (неизвестные) вредные программы; подход бесполезен перед полиморфическими вирусами; необходимо регулярно обновлять базы сигнатур; необходимо кропотливо вручную анализировать файлы с целью выявления степени их вредности. Другой подход выявления вредных программ – эвристический анализ. Он широко применяется компаниями-лидерами по производству антивирусных пакетов. Но для эвристического анализа характерна высокая степень ошибок первого и второго рода [1].

Еще один подход основан на анализе поведения программ и применения так называемых блокираторов, которые в меньшей степени, чем классические подходы, замедляют работу системы, позволяют откатывать изменения операционной системы, вернув её к незараженному состоянию [2].

Для улучшения характеристик поведенческих блокираторов необходимо создать методику оценки степени вредоносности исполняемых операционной системой процессов.

Определим понятие области безопасности как области операционной системы, изменениям в которой соответствует определенный коэффициент опасности. Например, это могут быть раздел реестра или системная папка.

Вызывая какую-либо функцию, процесс  $P$  оказывает воздействие на область безопасности или группу областей безопасности, вызывая изменения. Каждая функция характеризуется частотой вызова и степенью безопасности исполнения. Множество операций, которые могут быть совершены процессом, также как и множество областей безопасности, ограничено. Следовательно, можно построить многоуровневый ориентированный граф, который позволит систематизировать процесс принятия решения об уровне опасности того или иного процесса по его поведению. Безопасность исполнения каждой функции можно оценить исходя из частоты её вызова  $v_i$  и качественной оценки безопасности одиночного вызова этой функции  $F r_i$ :

$$S_{F_i} = F r_i \otimes v_i. \quad (1)$$

где  $\otimes$  - операция умножения на множестве нечетких чисел.

Следовательно для оценки безопасности исполнения процесса  $P$  для области  $A_j$  будет выступать величина

$$SF = \prod_{i \in \{J\}} S_{F_i}^{\alpha_{ij}}. \quad (2)$$

где  $i$  – индексы функций  $F_i$ , воздействующих на область безопасности  $A_j$ ,  $\alpha_{ij}$  – величина, характеризующая степень влияния функции  $F_i$  на область  $A_j$ .

Оценки  $\alpha_{ij}$  могут быть получены экспертным путем. Т.к. непосредственно численные оценки этим коэффициентам дать затруднительно, предпочтительнее могут оказаться различные ранговые методы [3].

Каждая область безопасности представляет собой следующий кортеж:

$$A_j = \langle S_j, S r_j \rangle,$$

где  $S_j$  – критерий «текущей» защищенности области  $A_j$ ,  $S r_j$  – качественная оценка безопасности изменений, проводимых в области  $A_j$ .  $S r_j$  задается экспертным путем. В этом случае  $S$  для каждой области  $A$  будет представлять собой величину:

$$S = SF \otimes S r \quad (3)$$

Сопоставляя качественную оценку  $S$  с определенной количественной шкалой с помощью методов теории нечетких множеств можно получить четкое число, характеризующее степень безопасности изменений, проведенных в области  $A$ . Решение относительно конкретного процесса, о том, является он опасным или нет выносится на основе мультипликативной свертки:

$$D_p = \prod_j S_j \quad (4)$$

В последующем мультипликативная свертка от определенных наборов критериев  $S_j$  может быть использована для определения типа угрозы.

Для корректной работы модели необходимо определить качественные критерии  $Sr$ . Однако, многие понятия, связанные с безопасностью тяжело оценить количественно. Для облегчения оценки некоторых из них (например,  $Sr_j$ ) может быть применена теория нечетких множеств. Значения нечетко выраженной степени опасности можно представить как «опасно», «средней опасности», «безопасно», в этом случае эксперту будет проще расставить оценки, которые потом можно будет сопоставить с количественной шкалой с помощью методов теории нечеткого гранулирования:

Сформируем лингвистическую переменную «Уровень безопасности» с терм множеством значений  $L$  вида:

$$L = \{ \text{«опасно»}(O), \text{«средней опасности»}(CO), \text{«безопасно»}(B) \}. \quad (5)$$

В качестве семейства функций принадлежности при этом может выступать классификатор с интервалом значений от 0 до 10, где функции принадлежности – трапециевидные нечеткие числа.

Оценим безопасность процесса, запущенного в операционной системе. Допустим, что процесс запускает функции  $F_1, F_2, F_3, F_4$ , которые воздействуют на области безопасности  $A_1, A_2, A_3$  и таблица влияния процесса  $P$  на области безопасности имеет вид, приведенный в табл. 1 (предположим, что степень вредоносности всех функций  $F_i$  одинакова):

Таблица 1

$F_i/A_j$	$A_1$	$A_2$	$A_3$
$F_1$	1	0	0
$F_2$	1	1	0
$F_3$	0	1	0
$F_4$	0	0	1

Исходные данные для расчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Факторы и их уровни («\*» – предстоит определить)**

Шифр фактора	Фактор	Уровень фактора	На какие факторы влияет
1	2	3	4
$D_p$	Уровень безопасности процесса $P$	*	----
$S_1$	Уровень безопасности влияния процесса $P$ на область $A_1$	*	$D_p$
$S_2$	Уровень безопасности влияния процесса $P$ на область $A_2$	*	$D_p$
$S_3$	Уровень безопасности влияния процесса $P$ на область $A_3$	*	$D_p$
$Sr_1$	Качественная оценка безопасности изменений в области $S_1$	Безопасно	$S_1$
$Sr_2$	Качественная оценка безопасности изменений в области $S_2$	Средней опасности	$S_2$
$Sr_3$	Качественная оценка безопасности изменений в области $S_3$	Опасно	$S_3$
$S_{F1}$	Коэффициент безопасности функции $F_1$	*	$S_1$
$S_{F2}$	Коэффициент безопасности функции $F_2$	*	$S_1$
$S_{F3}$	Коэффициент безопасности функции $F_3$	*	$S_2$

1	2	3	4
$S_{F4}$	Коэффициент безопасности функции $F_4$	*	$S_3$
$Fr_1$	Качественная оценка безопасности исполнения функции $F_1$	Безопасно	$S_{F1}$
$Fr_2$	Качественная оценка безопасности исполнения функции $F_2$	Опасно	$S_{F2}$
$Fr_3$	Качественная оценка безопасности исполнения функции $F_3$	Безопасно	$S_{F3}$
$Fr_4$	Качественная оценка безопасности исполнения функции $F_4$	Средней опасности	$S_{F4}$
$f_1$	Частота, с которой процессом $P$ задействуется функция $F_1$	Опасно	$S_{F1}$
$f_2$	Частота, с которой процессом $P$ задействуется функция $F_2$	Средней опасности	$S_{F2}$
$f_3$	Частота, с которой процессом $P$ задействуется данная функция $F_3$	Безопасно	$S_{F3}$
$f_4$	Частота, с которой процессом $P$ задействуется данная функция $F_4$	Средней опасности	$S_{F4}$

Необходимо оценить уровень безопасности функционирования процесса.

Результаты расчетов приведены в табл.3. (в скобках рядом с уровнем фактора указано значение индикатора схожести с эталонной функцией).

Таблица 3

#### Результаты расчетов

Показатель	Наименование фактора	Уровень фактора
$D_p$	Уровень безопасности процесса $P$	Опасно (0,95)
$S_1$	Уровень безопасности влияния процесса $p$ на область $A_1$	Опасно/Средней опасности (0,75/0,25)
$S_2$	Уровень безопасности влияния процесса $p$ на область $A_2$	Опасно/Средней опасности (0,75/0,25)
$S_3$	Уровень безопасности влияния процесса $p$ на область $A_3$	Опасно (1)
$S_{F1}$	Коэффициент безопасности функции $O_1$	Опасно (0,95)
$S_{F2}$	Коэффициент безопасности функции $O_2$	Опасно (1)
$S_{F3}$	Коэффициент безопасности функции $O_3$	Безопасно/Ср. опасности (0,61/0,39)
$S_{F4}$	Коэффициент безопасности функции $O_4$	Опасно (1)

Видно, что, несмотря на то, что ряд показателей близок к уровню «безопасно» или «средней опасности», показатель безопасности процесса  $D_p$  имеет значение «Опасно» т.к. показатель  $S_3$  имеющий значение «опасно», оказывает большое влияние на уровень опасности процесса, чем показатели  $S_1$  и  $S_2$ . Предложенный метод может быть применен для оценки безопасности исполняемого операционной системой процесса и оценки степени защищенности ОС в целом.

#### Список литературы

1. Данные сайта [www.securitylab.ru/news/369609.php](http://www.securitylab.ru/news/369609.php) (дата обращения: 09.10.2015).

2. Данные сайта <http://allapi.mentalis.org/apilist/apilist.php> (дата обращения: 09.10.2015).

3. Ажмухамедов И.М. Моделирование на основе экспертных суждений процесса оценки информационной безопасности // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2009г. №2. С.101-109.

## **СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЦИНКА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ РАСПЛАВА ГАРТЦИНКА ФИЛЬТРАЦИЕЙ**

***Дьяков В.Е.***

кандидат технических наук,

ОАО «Центральный научно-исследовательский институт олова»,

Россия, г. Новосибирск

С целью снижения выхода цинка в отходы при переработке гартцинка центробежной фильтрацией расплава проведено измерение крупности и удельной поверхности кристаллов дрессов. При этом доказана необходимость укрупнения кристаллов соединений железа кристаллизацией. Показано, что связывание железа с алюминием в соотношении  $(Al/Fe)_{at}=0,9-1,6$  снижается выход цинка  $FeZn_7$  в дрессы и железо преимущественно удаляется в виде  $AlFe_2$ .

*Ключевые слова:* расплав гартцинка, центробежная фильтрация, кристаллизация.

Процесс горячего цинкования является одним из способов защиты стальных труб, листа, конструкций от атмосферной коррозии. Отходы из ванн цинкования, так называемый гартцинк, содержит 91 -95% цинка, 2 – 4,3% железа. Известен способ [1] рафинирования гартцинка от железа вмешиванием алюминия с центробежной фильтрацией сначала при температуре 600-500°C и затем при температуре 420-450°C.

В работе [2] описана кинетика фильтрации расплава гартцинка от соединений железа, показано влияние частоты вращения фильтра на скорость циркуляции расплава через фильтр и производительность фильтра. Технологические параметры и полупромышленные испытания регенерации цинка центробежной фильтрацией расплавленного гартцинка от железа изложены в работе [3]. Выполненные работы показывают, что при регенерации цинка из гартцинка центробежной фильтрацией остается высокий до 50% выход цинка в дрессы. Поэтому целью работы являлось выявление условий влияния температуры кристаллизации расплава и влияния алюминия на снижение выхода цинка в дрессы.

### **Методика исследований**

Исследования кинетики очистки гартцинка от железа центробежной фильтрацией при разной температуре проводили на погружной центрифуге описанной в работе [4].

В ванну с навеской гартцинка расплавляли, нагревали до заданной температуры, в расплав погружался фильтр в виде двух конусообразных тарелок сжатых большими основаниями (рис. 1).

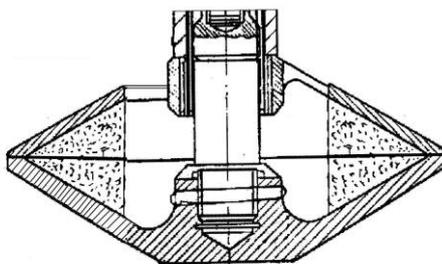


Рис. 1. Погружной фильтр сбора твердых дрессов из расплава

Фильтр приводился во вращение и за счет центробежных сил вовлекался в полость фильтра, твердые дрессы задерживались у фильтрующей щели, а жидкий расплав выбрасывался в ванну расплава. При подъеме вращающегося фильтра из расплава дрессы в полости фильтра очищались от остатков жидкого цинка под действием центробежных сил.

Пробы расплава и дрессы анализировались на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно связанной плазмой IRIS Intrepid компании INTERTECH Corporation.

### Результаты опытов и их обсуждение

Проведенные исследования кинетики очистки гартцинка от железа приведенные на рис 2 показали, что с увеличением длительности фильтрации выход % Fe в дрессы повышается в степенной зависимости по уравнению:

$$(\text{Вых}\%Fe)_{др} = 11,65 * (\text{мин})^{0,54} \text{ с корреляцией } 0,99 \quad (1)$$

где  $(\text{Вых}\%Fe)_{др}$  – Выход железа в дрессы в %; (мин)- длительность фильтрации в мин.

Доля выхода цинка  $(Zn/Fe)_{др}$  (это показатель, характеризующий выход цинка на единицу удаленного железа) по мере увеличения длительности фильтрации медленно повышаются по уравнению:

$$(Zn/Fe)_{др} = 0,53 * (\text{мин}) + 23,2 \text{ с корреляцией } 0,81 \quad (2)$$

где  $(Zn/Fe)_{др}$  – Выход цинка в дрессы на единицу удаленного железа ; (мин)- длительность фильтрации в мин.

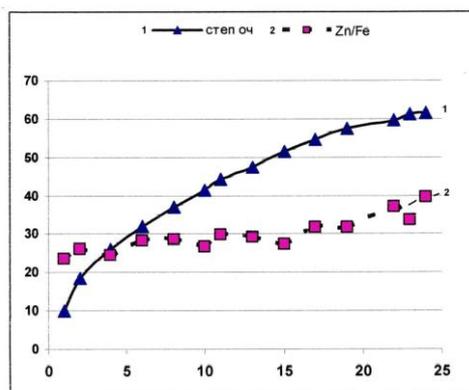


Рис. 2. Кинетика удаления железа из гартцинка

Абсцисса- длительность очистки, мин; Ордината: 1- Выход % Fe в дрессы; 2- доля  $(Zn/Fe)$  выхода цинка в дрессы на единицу удаленного железа

Результаты опытов показали, что с увеличением температуры фильтрации в интервале 400-500°C выход железа в дрессы повышается. Доля выхода

цинка  $(Zn/Fe)_{dr}$  с дроссами увеличивается по мере увеличения степени удаления Fe во время фильтрации. Опыты показывают на рис 3, что в интервале 430-480°C температур наблюдается стабилизация выхода железа в дроссы и потерь цинка в них, но затем с повышением температуры отмечается резкое повышение доли выхода цинка в дроссы.

В целом выход % Fe в дроссы повышается в по уравнению:

$$(Вых\%Fe)_{dr}=0,43*T_{\phi}-125,8 \text{ с корреляцией } 0,72 \quad (3)$$

где  $T_{\phi}$  –Температура фильтрации в °С.

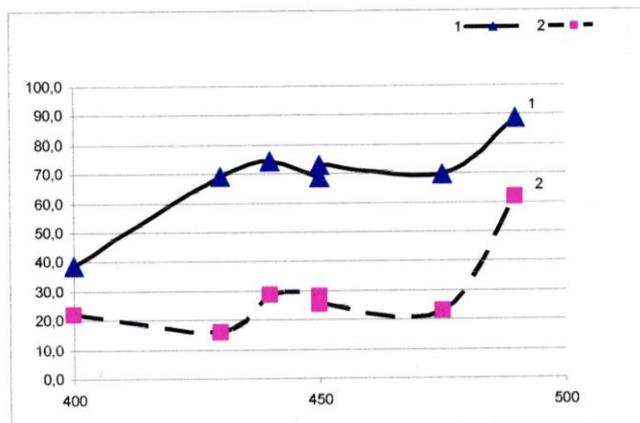


Рис. 3. Влияние температуры фильтрации расплавленного гартцинка  
Абсцисса – температура фильтрации; Ордината: 1 – Выход % Fe в дроссы;  
2 – доля  $(Zn/Fe)$  выхода цинка в дроссы на единицу удаленного железа

Поэтому можно принять оптимальной температуру фильтрации 430-480°C.

В диаграмме состояния [5] сплава Zn-Fe известна фаза  $\delta_1$  состава  $FeZn_7$  и фаза  $\xi$  состава  $FeZn_{10}$  стабильные при температуре ниже 530°C.

В диапазоне 530-600°C температур железо в гартцинке кристаллизуется в твердую фазу  $FeZn_7$ . Высокий выход цинка в отфильтрованные дроссы (показатель  $Zn/Fe$ ) объясняется образованием кристаллов  $FeZn_7$  различной крупности покрытых пленкой жидкого цинка за счет высокой смачиваемости.

Из разреза образца дроссов, взятого из полости фильтра (см. рис. 1) в виде клина, изготовлен шлиф. Проба шлифа исследована на спектрометре Camebax SX-50 (фирмы САМЕСА) с растровым электронным микроскопом и рентгеновским микроанализатором. Диаметр зонты 0,2-0,3мкм в стандартном режиме с ускоряющим напряжением 15кV и током 40mA. Шаг перемещения образца 1 мкм. В качестве эталонов использованы чистые металлы. Проба шлифа по сечению фильтра исследована для оценки изменения размеров частиц по радиусу фильтра от фильтрующей щели к центру.

По сечению образца получены снимки скопления частиц в режиме отраженных электронов для построения карты распределения частиц по размерам (средний диаметр), площади, периметру, По мере удаления от щели фильтра увеличивается доля более мелких кристаллов по уравнению регрессии:

$$m=19,7 - 1,46*z \text{ с коэффициентом корреляции } 0,88. \quad (4)$$

где  $z$  –расстояние от фильтровальной щели к центру, в мм.

$m$  – доля кристаллов с указанным диаметром частиц в мкм.

Размеры частиц в фильтр-остатке виде клина из тарели

Номер участка	От щели клин, мм	Диаметры частиц, мкм								сред. разм, мкм
		27	12	15	36	29	10	10	12	
1	0,1	27	12	15	36	29	10	10	12	19
2	1	8	16	8	13	12	12	14	12	12
3	2	8	7	8	12	20	10	10	6	10
4	3	22	9	12	17	9	13	10	20	14
5	4	19	10	10	6	6	12	10	6	10
6	6	9	24	10	9	15	7	18	6	12
7	8	11	7	12	5	5	13	9	10	9
8	10	15	25	20	16	6	17	22	13	17
9	12	11	11	17	7	8	13	19	10	12
10	15	10	14	15	14	11	16	18	14	14

В фильтре задерживаются самые мелкие частицы 5 мкм и крупные 36 мкм, – которые меньше размера щели фильтра 50 мкм. Отсюда следует, что расплавленный цинк циркулирует через фильтр, заполняет фильтрующую щель крупными кристаллами, которые обеспечивают удержанию частиц значительно более мелких, чем размер фильтрующей щели. Кроме того, крупные кристаллы у щели образуют конгломераты между собой и задерживаются в конусе фильтрующей щели.

Образец пористых кристаллов дроссов из фильтра содержащих 3,12% железа, 95,9% цинка исследован на удельную поверхность методом адсорбции аргона. Удельная поверхность дроссов составила 0,515 м<sup>2</sup>/г.

Для расчета фазового состава примем, что цинк одинаково смачивает кристаллы соединений. Принято, что 3,12% железа в расплаве связано с цинком в соединение FeZn<sub>7</sub>. Плотность твердых кристаллов FeZn<sub>7</sub> составляет 7,23 г/см<sup>3</sup>. Содержание в расплаве соединения FeZn<sub>7</sub> составит 28,7%. В этом случае содержание связанного цинка в расплаве составит 25,6%. Удельный объем кристаллов FeZn<sub>7</sub> при его плотности 7,23 г/см<sup>3</sup> составит 0,040 см<sup>3</sup>/г. В расплаве остается свободного не связанного соединения цинка – 71,3%.

Удельный объем свободного жидкого цинка с плотностью 6,81 г/см<sup>3</sup> на кристаллах FeZn<sub>7</sub> составит 0,1 см<sup>3</sup>/г. Удельная поверхность кристаллов дроссов определенная методом адсорбции аргона составляет 0,515 м<sup>2</sup>/г или 5150 см<sup>2</sup>/г. Исходя из этого расчетная толщина жидкой пленки на поверхности твердых кристаллов составит 0,029 микрон. Сомнительна возможность отделить пленку жидкого цинка толщиной 0,029 микрон с поверхности твердых кристаллов за счет центробежных сил. Поэтому полагаем, что снижения выхода цинка в дроссы можно достигнуть за счет снижения удельной поверхности кристаллов дроссов, т.е. крупности кристаллов. Кроме того, выход цинка может быть снижена при замене соединений железа FeZn<sub>7</sub> в дроссах на соединения с алюминием FeAl<sub>2</sub>.

Для снижения выхода цинка в дроссы необходимо укрупнение кристаллов кристаллизацией и снижения удельной поверхности частиц сыпучих дроссов. Степень удаления железа центробежной фильтрацией зависит от

условий кристаллизации этих соединений из расплава, т.е. условий роста кристаллов этих соединений железа.

Для повышения крупности кристаллов металл нагревался до заданной температуры и охлаждался до температуры фильтрации. С увеличением начальной температуры кристаллизации выход железа в дроссы увеличивается (рис. 4) по уравнению:

$$(\text{Вых}\% \text{Fe})_{\text{др}} = 0,23 * T_{\text{исх}} - 62,6 \text{ с корреляцией } 0,94 \quad (5)$$

где  $T_{\text{исх}}$  начальная температура кристаллизации охлаждением.

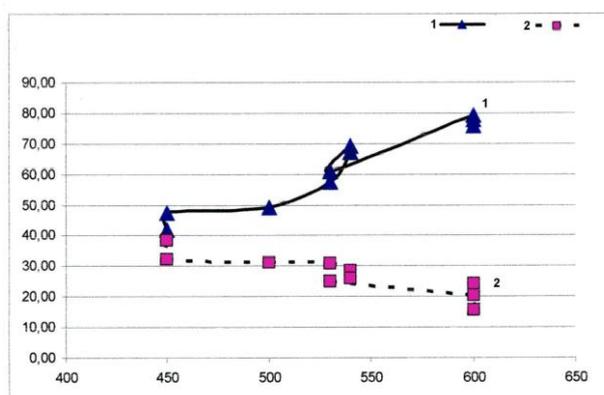


Рис. 4. Влияние максимальной температуры начала кристаллизации охлаждением. Абсцисса – температура фильтрации, °C; Ордината: 1 – Выход % железа в дроссы; 2 – доля (Zn/Fe) выхода цинка в дроссы на единицу удаленного железа

На графике наблюдается перегиб при 540°C. С увеличением температуры кристаллизации охлаждения доля выхода цинка в дроссы снижаются. Отмечено, что на показатели фильтрации влияет не только величина максимальной температуры кристаллизации, но интервал температур при которых проходит кристаллизация (рис. 5).

С увеличением интервала кристаллизации  $\Delta T$ °C возрастает выход Fe с дроссами по уравнению:

$$(\text{Вых}\% \text{Fe})_{\text{др}} = 0,25 * (\Delta T) + 37,6 \text{ с корреляцией } 0,91, \quad (6)$$

где  $(\Delta T)$  – интервал температуры кристаллизации.

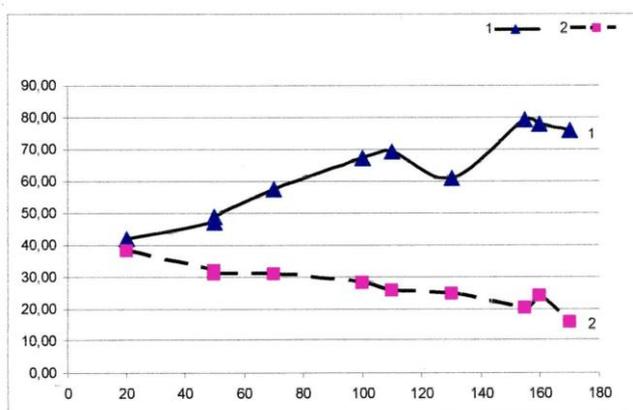


Рис. 5. Влияние интервала кристаллизации на показатели фильтрации. Абсцисса- интервал температуры кристаллизации, °C; Ордината: 1 – Выход % железа в дроссы; 2 – доля (Zn/Fe) выхода цинка в дроссы на единицу удаленного железа

С увеличением интервала кристаллизации выход цинка в дрoссы снижается по уравнению:

$$(Zn/Fe)_{др} = 38,2 - 0,10 * (\Delta T) \text{ с корреляцией } 0,80 \quad (7)$$

Для снижения выхода цинка в дрoссы проведены опыты определения влияния алюминия на связывание железа в соединения твердых кристаллов.

Опыты с разным соотношением представлены на рис 6, где показано, что при соотношении  $(Al/Fe)_{ат} = 0,9-1,6$  выход цинка в дрoссы стремится к минимуму с дальнейшим повышением за счет образования пены.

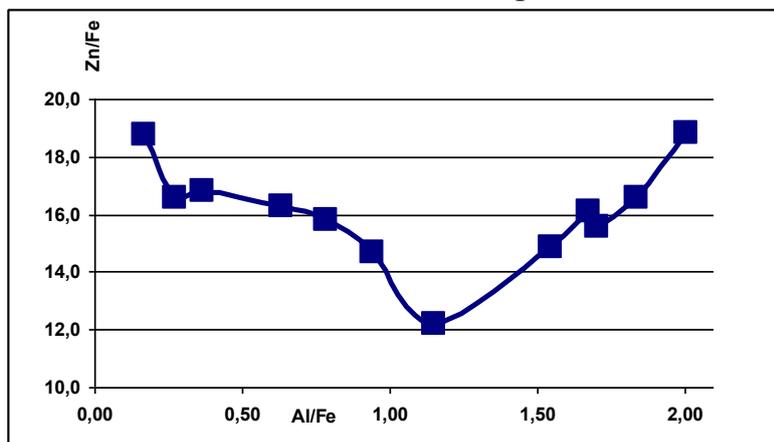


Рис. 6. Влияние соотношения  $(Al/Fe)_{ат}$  на выход цинка в дрoссы  
Абсцисса –соотношение  $(Al/Fe)_{ат}$  в исходном металле;  
Ордината - 1 – выход цинка  $(Zn/Fe)$  в дрoссы

Образец шлифа дрoссов исследован под растровым электронным микроскопом методом РСМА на количественный анализ и элементов: Fe, Al, Zn (рис. 7). Карта построена на основе регистрации соответствующих ренгеновских линий: Fe Ka; Al Ka; Zn La.

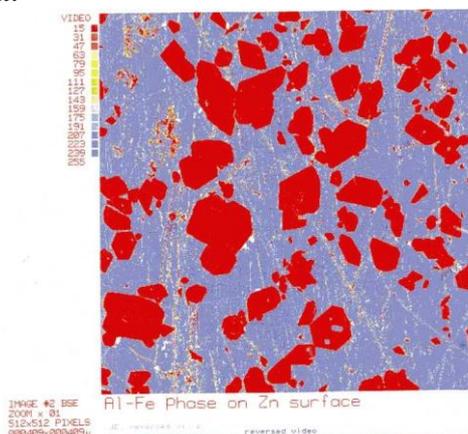


Рис. 7. Карта распределения элементов по сечению кристалла

На участках шлифа с преимущественным содержанием железа (красные участки) содержание алюминия составляло 46- 47,9 ат % и 43,5-50 железа ат % с соотношением  $(Al/Fe)_{ат} = 1,1-2,3$ . Железо в основном содержится в виде кристаллов  $FeAl_2$  и на некоторых участках образца содержится в виде фаз  $FeAl$  и  $Fe_2Al_5$ . На участках преимущественного синего фона цинка в образце содержание железа -6,6% Fe, алюминия 1,8% Al. Алюминий находится в виде кристаллов  $FeAl$  на фоне кристаллов переменного состава  $FeZn_7$ .

**Выводы:** Измерения удельной поверхности кристаллов дроссов показали, что для снижения выхода цинка в дроссы необходимо укрупнение кристаллов соединений железа кристаллизацией. Показано, что связывание железа с алюминием в соотношении  $(Al/Fe)_{at}=0,9-1,6$  железо преимущественно удаляется в виде  $AlFe_2$  и снижается выход цинка в дроссы.

*Автор приносит благодарность Перевозкину В.Ю. ИИХ СО РАН и Буяновой Н.Е. из ИК СО РАН за помощь в анализе и интерпретации образцов.*

#### Список литературы

1. Дьяков В.Е., Сутурин С.Н., Способ рафинирования цинка, Патент России, №1005480, Бюллетень изобрет. и тов.знаков, М. ЦНИИПИ, 1996, БИ№20, стр.200.
2. Дьяков В.Е.- Кинетика центробежной фильтрации расплавленного гартцинка погружным фильтром, ж. Технология металлов, 2011, №6 стр 32-37.
3. Дьяков В.Е «Разработка технологии очистки гартцинка ванн горячего цинкования» – ж.Сталь 2002г, №4, стр 68 -70.
4. Suturin C.N., Dolgov A.V., Dyakov V.E. «Device to refine melted metals» \\44-th Wold exhibition of invention, research and industrial innovation, Brussels, 1995, стр 206.
5. Хансен М. Андерко К. Структуры двойных сплавов т 2, 1962, Металлургиздат, 1487 стр.

## ЗАЩИТНЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ АЛКОКСИЛАНОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

*Железнякова А.А., Киреева Ю.Г.*

студентки кафедры «Химические технологии»,  
Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых,  
Россия, г. Владимир

В данной статье рассматриваются варианты модификации гидрофобизирующих покрытий разработанных для повышения эксплуатационных сроков строительных материалов с целью повышения защиты бетонных и железобетонных конструкций.

*Ключевые слова:* гидрофобизирующий эффект, тетрапропоксисилан, адгезионные характеристики, гидрофобизирующие кремнийорганические жидкости.

Бетонные и железобетонные конструкции, применяемые в строительстве, подвергаются воздействию различных агрессивных факторов. Степень из воздействия на бетон определяется специальными нормами по антикоррозионной защите строительных конструкций.

Процессы, протекающие при коррозии бетона и железобетона, подразделяют на три основных вида. Коррозия первого вида объединяет процессы разрушения бетонных конструкций при воздействии мягких вод, коррозия второго вида включает в себя процессы разрушения при реакции цементного камня с растворами агрессивных компонентов, в частности кислот и магnezальных солей. При коррозии третьего вида разрушения вызываются за счет

значительных напряжений в порах бетона при накоплении и кристаллизации там малорастворимых солей.

Для повышения стойкости бетона и железобетона при эксплуатации используют различные защитные мероприятия. Одним из возможных вариантов является их гидрофобизация и гидроизоляция. При гидрофобизации химический реагент проникает внутрь строительного материала на несколько миллиметров, сохраняя при этом пористую структуру и увеличивая водоотталкивающие свойства. Гидрофобизирующим эффектом обладают многие вещества: высшие жирные кислоты, жиры и воски, нафтеновые кислоты, высшие углеводороды и другие соединения. Но под действием неблагоприятных внешних факторов в данных соединениях проходят необратимые химические изменения и потеря гидрофобных свойств. Происходит так называемый процесс гидрофилизации, причем для вышеперечисленных материалов он протекает довольно быстро [6, с. 60-61].

В настоящее время широко используются различные гидрофобизирующие кремнийорганические жидкости (ГКЖ), обладающие высокой химической стойкостью и устойчивостью к неблагоприятным внешним факторам. Но существующие гидрофобизирующие материалы имеют недостатки. Во-первых, после гидрофобизации данными продуктами бетонной или железобетонной конструкции последующее нанесение слоя лакокрасочного материала затруднено, вследствие снижения адгезии из-за сильных антиадгезионных свойств существующих ГКЖ. Так же и сама адгезия между полимерной пленкой гидрофобизатора и строительным материалом явно недостаточна, что присуще большинству полиорганосилоксанов. Во-вторых, высокая стоимость кремнийорганических материалов. [4, с. 10].

В качестве объекта исследований был выбран широко тетрапропoxисилан [ТПС]. Но даже при попадании в ТПС влаги содержащейся в воздухе наблюдается его переход в гель. Продукты гидролиза даже одной партии, но хранившиеся в разных условиях, так же начинают значительно различаться по характеристикам.

Поэтому необходимо добиться заданной устойчивости гидрофобизатора. С этой целью авторами проводились исследования по совмещению ТПС с различными органическими связующими. Выбор органических связующих был остановлен на сополимерах стирола. В качестве одного из примеров реализации предложенного направления наиболее устойчивой композиции на основе ТПС, совмещенного с олигопипериленистиролом [ОППС] [5, с. 15].

Как показали исследования ТПС и ОППС полностью совместимы друг с другом во всех соотношениях. При значительном содержании ТПС в композиции возможен его полный гидролиз до диоксида кремния. Образующиеся наночастицы  $\text{SiO}_2$  несомненно должны изменять физико-механические характеристики защитного материала [7, с. 520-521]. Исследования ударной прочности пленок на приборе У18 показали, что введение ТПС приводит к повышению ударной прочности полимерной пленки, достигая максимального значения при концентрации ТПС – 20-22 %. Повышение содержания ТПС приводит к резкому снижению ударной прочности. Аналогичная тенденция

просматривается и при определении твердости по маятниковому прибору М-3. Из этого можно сделать вывод, что между компонентами существуют не только сильные межмолекулярные связи, но и вероятно протекают химические взаимодействия. Условие длительного сохранения полезных свойств гидрофобизирующих покрытий является наличие достаточной адгезии между защитной полимерной пленкой и строительным материалом. Адгезионные характеристики (предел прочности при отрыве) определяли на адгезиметре «Константа А». Максимальные значения предела прочности при отрыве независимо от природы подложки достигаются при концентрации ТПС 22-27%.

Степень смачивания строительного характеризуется краевым углом смачивания  $\theta_k$ , образуемым каплей воды с поверхностью строительного материала. Определение угла смачивания на гидрофобизированной поверхности проводили путем микрофотографирования капли водной эмульсии ТПС-ОППС на бетонном образце при увеличении  $\times 10$  и последующего измерения ее геометрических характеристик. Однако проведенные исследования выявили один существенный недостаток эмульсии – склонность к быстрому расслоению. Для повышения устойчивости эмульсии добавлялись следующие поверхностно-активные вещества: КЭП-2, сульфанол и ОП-10. Результаты испытаний показали, что наиболее эффективным ПАВ является КЭП-2.

В настоящее время проводятся комплексные исследования возможности использования в защитных гидрофобизирующих составах не только промышленных сополимеров полистирола, но и отходов производства и бытового использования пластмасс на основе полистирола и его сополимеров. В случае благоприятных результатов может решиться экологический вопрос утилизации производственных и бытовых отходов.

*Авторы выражают благодарность научному руководителю профессору Чухланову Владимиру Юрьевичу за оказанную помощь при проведении экспериментов.*

#### Список литературы

1. Андрианов К.А., Хананашвили Л.М. Технология элементоорганических мономеров и полимеров. – М.: Химия, 1983. – 413 с.
2. Олигоорганосилоксаны. Свойства, получение, применение/ Под ред. М.В. Соболевского. – М.: Химия, 1985. – 264 с.
3. Химия. Большой энциклопедический словарь. – М: Научное издательство "Большая Российская Энциклопедия", 1998. – 797 с.
4. Чухланов В.Ю., Ионова М.А. Однокомпонентная полиуретановая композиция, модифицированная тетраэтоксисиланом. Пластические массы. 2012. №7. С. 10-13.
5. Чухланов В.Ю., Колышева Н.А. Новые полимерные связующие на основе олигапиперилинстирола и алкоксилосанов. Пластические массы. 2007. №6. С.15.
6. Чухланов В.Ю., Ионова М.А. Полиуретановое покрытие, модифицированное алкоксиланом с повышенными эксплуатационными свойствами. Строительные материалы. 2012. №4. С.60-61.
7. Chukhlanov V.Y., Kriushenko S.S., Chukhlanova N.V. Elastic polyurethane foams modified by tetraethoxysilane – Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2015. Т. 49. № 4. С. 518-522.

# АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РОЛИКОВ РОЛЬГАНГОВ НЕПРЕРЫВНЫХ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СТАНОВ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ (НШС ГП)

*Жильцов А.П.*

зав. кафедрой металлургического оборудования, канд. техн. наук, профессор,  
ФГБОУ «Липецкий государственный технический университет»,  
Россия, г. Липецк

*Челядина А.Л.*

ст. преподаватель кафедры металлургического оборудования,  
ФГБОУ «Липецкий государственный технический университет»,  
Россия, г. Липецк

Рассмотрены условия эксплуатации рольгангов НШС ГП. Проведен анализ характерных отказов и нарушений работоспособности в процессе эксплуатации. Рассмотрены и предложены технологические и конструктивные решения по обеспечению работоспособности роликов: применение различных типов подшипников и смазок при повышенных температурах, новой конструкции охлаждающей трубки с измененными параметрами.

*Ключевые слова:* НШС ГП, ролики рольганга, подшипник, смазка, трубка охлаждения.

Промежуточные рольганги в составе непрерывных широкополосных станов горячей прокатки обеспечивают транспортирование подката в черновую группу клетей и для обеспечения сохранения температуры полосы оборудуются теплоизоляционными (теплоаккумулирующими) экранами [2]. Существенно важным является применение рациональной системы охлаждения роликов в условиях воздействия повышенных температур раската, использование соответствующих типов подшипников и их смазок.

В условиях эксплуатации промежуточных рольгангов охлаждение опор ролика и бочки ролика (изнутри) осуществляется при помощи охлаждающей водопроводящей трубки, установленной в осевом канале ролика. Вода подается с неприводной стороны, проходит через трубку, попадает в осевой канал ролика и вытекает через колпак со стороны подачи. После прохождения цикла охлаждения ролика вода на выходе нагрета от температуры раската. Вследствие этого внутренняя поверхность трубки охлаждения испытывает экзотермическое сжатие, а внешняя поверхность – экзотермическое расширение. В зоне максимального градиента температуры возникают напряжения растяжения-сжатия, что может привести к разрушению трубки охлаждения.

Также в условиях высоких температур на конце трубки откладывается накипь, из-за чего охлаждение опоры ролика со стороны привода не происходит в нужной степени. Это приводит к выгоранию смазки с последующим выходом из строя подшипников, что может привести к заклиниванию роликов.

Вследствие неравномерного износа бочки ролика, а также из-за недостаточной балансировки, возникающий дебаланс также может являться при-

чиной заклинивания. Выход из строя муфт привода происходит в результате износа и поломки зубьев, а также ослабления крепежа. Ослабление крепежа подушек опорных конструкций роликов обусловлено износом и возможной перетяжкой резьбовых соединений.

Итак, для роликов промежуточного рольганга НШС ГП наблюдаются следующие виды отказов и наиболее вероятные причины их появления: заклинивание роликов вследствие разрушения подшипников, забивание трубки охлаждения, дебаланс отсутствие смазки в опорах роликов; выход из строя муфт привода вследствие износа зубьев, поломка зубьев, ослабление крепежа; ослабление крепежа подушек вследствие износа резьбы, перетяжка резьбового соединения; износ бочки ролика подушек вследствие трения поверхности бочек и прокатываемой полосы.

Наиболее значительным по количеству и степени влияния на эксплуатационные показатели является заклинивание роликов.

Одним из вариантов конструктивного решения проблемы охлаждения опор роликов с целью предотвращения заклинивания может служить конструкция разъемной охлаждающей трубки, состоящей из трех составных частей, причем две из которых взаимозаменяемые.

При забивании охлаждающей трубки разъемной конструкции вместо полной замены возможна замена забившегося или разрушенного элемента, что эффективно с точки зрения обеспечения ремонтпригодности.

В процессе охлаждения ролика изнутри посредством водопроводящей трубки аналогично применяемой конструкции охлаждения роликов УНРС [1], отводимый тепловой поток зависит от температуры поверхности ролика и воды, радиуса канала охлаждения, коэффициента теплопроводности ролика, коэффициента конвективной теплоотдачи и плотности теплового потока. Моделирование процесса теплоотвода позволило установить, что увеличение наружного диаметра водопроводной трубки до 10%, то есть минимизация площади кольцевого канала, приводит к незначительному массовому расходу воды при увеличении интенсивности теплоотвода за счет снижения перепада температур воды на подводе и сливе. В результате происходит снижение градиента температур по сечению ролика и уменьшение вероятности появления дефектов термического происхождения.

В процессе транспортирования полосы при температуре от 900 до 1000° С происходит отрицательное воздействие на подшипниковые опоры роликов рольганга. Это связано с постепенным ухудшением свойств уплотнительных устройств, а также загрязнением и ухудшением свойств смазки в процессе эксплуатации. В результате возникают нарушения работоспособности подшипников качения, что может привести к аварийной остановке роликовой секции. В целях повышения долговечности подшипников, особенно при высоких температурах, рациональной может быть установка уплотнений, в которых основная рабочая уплотнительная кромка имеет синусоидальную конфигурацию, обеспечивающую центробежный насосный эффект независимо от направления вращения вала. Насосный эффект предотвращает образование вакуума между двумя радиальными грязезащитными кромками и

протекание смазки через манжету. Также можно считать целесообразным применение подшипников со сплошным латунным сепаратором, которые позволяют повысить надежность роликов рольганга, так как они специально разработаны для применения в условиях температур (до 200° С) и тяжелых эксплуатационных режимах (высокие скорости вращения, ударные нагрузки, загрязнение и т. д.).

Условия трения в подшипниках качения характеризуются следующими особенностями: малым размером зоны контакта, высокими контактными давлениями, упругими деформациями, проскальзыванием тел качения, изменением вязкости смазочного материала в зоне трения (пьезоэффект). Применяемая смазка ИП-1 не всегда удовлетворяет условиям работы подшипников при повышенных температурах, поэтому для надежной и долговременной работы подшипников качения целесообразно применять специальные пластичные смазки, основными функциями которых является разделение сопряженных деталей, предотвращение схватывания и минимизация износа, снижение трения, защита поверхностей от атмосферной коррозии, предотвращение попадания загрязнений в узел трения. К данным типам смазок относятся термостойкие пластичные смазки, имеющие достаточную степень кинематической вязкости, пенетрации при повышенных температурах.

Использование дорогостоящих термостойких пластичных смазок может быть оправдано при применении систем, обеспечивающих эффективное охлаждение подшипникового узла в течение регламентированного межремонтного периода для роликов промежуточных рольгангов.

#### **Список литературы**

1. Паршин В.М. Непрерывная разливка стали [Текст]/ В.М. Паршин, Л.В. Буланов. – Липецк: ОАО «НЛМК», 2011. – 221 с.
2. Чупров В.Б. Реконструкция металлургических производств. Оборудование листопрокатных цехов с широкополосными станами горячей прокатки [Текст]: учеб. пособие/ В.Б. Чупров, З.П. Каретный, Н.З. Третьякова. – Липецк: ОАО «НЛМК», 2007. – 433 с.

## **СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА НИКЕЛЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКЕ**

***Земсков А.В.***

доцент кафедры радиотехники, к.т.н.,  
ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Россия, г. Саранск

***Новиков Д.П.***

аспирант кафедры радиотехники,  
ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Россия, г. Саранск

В статье представлены результаты получения наночастиц оксида никеля со средними размерами 10÷50 нм новым методом, используя электрическую дугу, конденсации паров металла в потоке газообразного кислорода, при нормальном и пониженных давлениях.

Частицы были изучены, как и в других исследованиях, сканирующей электронной микроскопией, энергодисперсионным рентгеновским микроанализом, рентгенофазовым анализом.

Уменьшение давления газа в камере имеет эффект снижения размера наночастиц по степенной зависимости. Повышение напряжения электрической дуги до 27 В приводит к изменению удельной поверхности, средних размеров наночастиц и увеличению содержания в них металлического никеля. Задавая параметры получения наночастиц оксида никеля можно синтезировать частицы оксида никеля с заданным составом, размерами и величиной удельной поверхности.

*Ключевые слова:* электрическая дуга, метод получения наночастиц, наночастицы, оксид никеля.

В настоящее время наблюдается всплеск использования наноразмерных материалов от промышленного до бытового применения. Наночастицы обладают целым набором физических и химических свойств, отличных от других размеров того же материала. Поэтому разрабатываются новые методы получения наночастиц и новые технологические процессы [1].

Актуальной задачей в решении проблемы синтеза большинства наночастиц металлов, биметаллов и их оксидов является разработка управляемого синтеза отдельных наночастиц с точно заданными параметрами, в частности, фазовым составом, формой и размерами и формирование функциональных ансамблей из этих частиц. Весьма интересным объектом таких исследований являются оксидные наноматериалы [2]. Наличие большой свободной поверхности в ансамблях окисленных наночастиц является важным фактором, например, для их каталитических применений в химических реакциях низкотемпературного окисления оксида углерода и углеводородов [3].

Целью данной работы является получение наночастиц оксида никеля со средними размерами 10÷50 нм новым методом, используя электрическую дугу, конденсации паров металла в потоке газообразного кислорода, при нормальном и пониженных давлениях.

Наночастицы металла и его оксида получали новым методом, используя электрическую дугу, конденсации паров металла в потоке газообразного кислорода, при нормальном и пониженных давлениях. Структурная схема установки представлена на рисунке. Этот метод будет описан в другой статье, после получения объекта интеллектуальной собственности. В похожем методе капля металла или биметалла подвешивается в пространстве, ограниченной трубкой диаметром, зависящем от мощности источника питания, и нагревается сначала до плавления, а потом до испарения энергией частотой килогерцового диапазона. Частицы металлов или биметаллов сверху вниз обдуваются регулируемым потоком газов, формирующих зону конденсации атомов испаряемого материала, где происходит образование наночастиц металлов. В этом месте и будут происходить процессы, определяющие параметры наночастиц металлов и их оксидов [4]. Синтез наночастиц металлов и их оксидов может происходить при атмосферном давлении газов и при других пониженных давлениях, получаемых всеми известными способами.

В качестве заданного материала использовали проволоку никеля марки НП-1 диаметром 1 мм, которая с помощью специального устройства подавалась в рабочую зону установки по синтезу наночастиц. В стационарном режиме по-

лучения (через несколько минут) размер металлической капли стабилизировался на уровне 40 мкм за счет образования достаточно большой внутренней полости [5]. Благодаря эффекту самоочистки [4], мощности электрической дуги, наночастицы никеля не содержали тугоплавких посторонних примесей, которые постоянно накапливались в испаряемой капле, и капля никеля полностью испарялась в электрической дуге. Для полного сгорания и получения наночастиц металлов и их оксидов в общий газовый поток добавлялось необходимое количество воздуха [6].

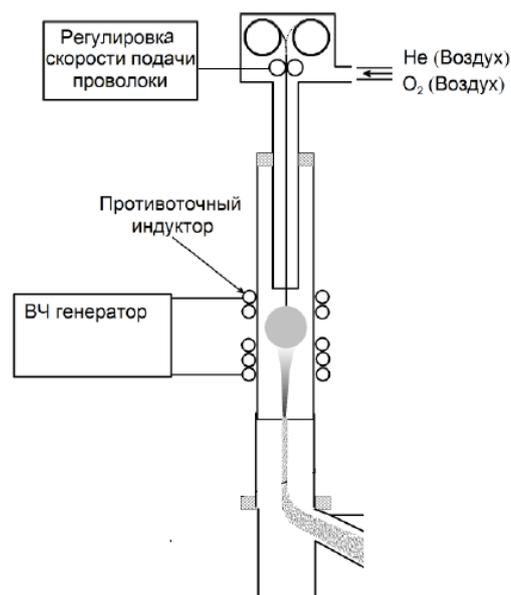


Рис. Установка для получения наночастиц [Земсков, Новиков]

При получении наночастиц металлов и их оксидов можно было увеличивать напряжение электрической дуги. Напряжение менялось в источнике питания сварочной дуги, путем задания необходимой ее нагрузочной характеристики [7]. Для избегания излишнего перегрева капли, использовали источник питания для дуговой сварки [8]. В такой геометрии процесса электрическое поле полностью охватывало зону охлаждения и кристаллизации паров металла в наночастицы. Готовые частицы, после прохождения газовым потоком специального охладителя, улавливались фильтром, который мог периодически очищаться.

Фазовый состав и кристаллическую структуру наноматериалов определяли по данным рентгенофазового анализа на дифрактометре MiniFlex. Идентификация кристаллографических фаз осуществлялась с помощью компьютерной программы Crystal Impact Match v1.10 и базы данных Oxford Instruments NanoAnalysis. Морфологические исследования проводили на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N. Удельную поверхность свободно-насыпанных наночастиц исследовали методом физической адсорбции. Магнитные характеристики наночастиц оксида никеля измеряли с помощью магнитометра Lake Shore 7410.

Разработан метод получения наночастиц оксида никеля со средними размерами  $10 \div 50$  нм, используя электрическую дугу, конденсации паров металла в потоке газообразного кислорода, при нормальном и пониженных давлениях.

Показано, что путем изменения напряжения электрической дуги, можно регулировать средний размер наночастиц оксида никеля и их удельную поверхность.

Экспериментально установлено, что при пониженных давлениях рабочего газа средний размер наночастиц в предложенном методе имеет степен-

ную зависимость и путем управления данным параметром можно регулировать размер наночастиц.

#### **Список литературы**

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: Физматлит, 2007. – 416 с.
2. Synthesis, Properties, and Applications of Oxide Nanomaterials / eds. J.A., Rodriguez Fernández-García M. – John Wiley, 2007. – 717 p.
3. Морозов Ю. Г., Белоусова О.В., Кузнецов М.В. // Неорган. материалы. – 2010. – Т. 55. – № 12.
4. Ген М. Я., Миллер А.В. // Поверхность. – 1983. – № 2. – С. 150–154.
5. Кондратьева Т.А., Морозов Ю.Г., Чернов Е.А. // Порошковая металлургия. – 1987. – № 10. – С. 19–22.
6. Krasnov A.P., Morozov Yu. G., Chernov E.A. // Powder Technology. – 1994. – V. 81. – No. 1. – P. 93–98.
7. Бардин В.М., Земсков А.В. // Формирование нагрузочной характеристики сварочного инвертора / Электротехника. – 2013. №6. С. 39-41.
8. Бардин В.М., Борисов Д.А., Земсков А.В., Пивкин А.В. // Новый класс сварочных инверторов / Электротехника. – 2012. №6. С. 60а-64.

### **ОБЪЕДИНЕННЫЙ ПРИНЦИП МАКСИМУМА В ЗАДАЧЕ СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА СИСТЕМ С ЗАДАНЫМ СОСТОЯНИЕМ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИЙ КРЫЛОВА**

***Залесков А.С.***

старший научный сотрудник 5 НИЛ НИЦ, Военная академия ракетных войск стратегического назначения им. П. Великого, Россия, г. Москва

***Калиенко И.В.***

доцент кафедры радиоэлектроники, канд. тех. наук, Донской государственный технический университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

***Костоглотов А.А.***

профессор кафедры кибернетической безопасности информационных систем, д-р. тех. наук, Донской государственный технический университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

***Лазаренко С.В.***

доцент кафедры радиоэлектроники, канд. тех. наук, Донской государственный технический университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

***Пугачев И.В.***

аспирант кафедры радиоэлектроники, Донской государственный технический университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье предлагается метод синтеза терминального управления на основе принципа Гаусса с использованием функций Крылова. Объективность полученных результатов подтверждается результатами математического моделирования, сравниваемые с традиционным методом терминального управления.

*Ключевые слова:* двухточечная краевая задача, терминальное управление, функции Крылова, объединённый принцип максимума.

**Введение.** Одно из требований к системам управления поездом заключается в обеспечении режима движения, предусмотренного соответствующим графиком, который определяется временем прохождения участка и, соответственно, скоростью. В [3] получены уравнения двухточечной краевой задачи, использование которых обеспечивает синтез терминальных управлений без использования функций Беллмана. Это достигается за счет использования принуждения по Гауссу при формировании расширенного целевого функционала. Исследование его первой вариации обеспечило установление необходимого условия минимума целевого функционала. Развертывание уравнений двухточечной краевой задачи целесообразно производить для конкретных случаев.

**1. Уравнения двухточечной краевой задачи.** Анализ теоремы принципа максимума, вытекающий из знакопостоянства всюду на траектории скалярного произведения [4]

$$(\psi, \Delta q) = (\psi, \dot{q}) \Delta t \leq 0, \quad (1)$$

показывает, что между сопряженными функциями и фазовыми координатами существует пропорциональная связь во всех точках траектории.

Эту связь для объектов, уравнения, движения которых вытекают из принципа стационарности Гамильтона – Остроградского для истинных траекторий движения, устанавливают следующим образом. Пусть объект описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка [1]

$$\ddot{q}_s - u_s = 0, s = \overline{1, n}; q_s(t_0) = q_{0s}, \dot{q}_s(t_0) = \dot{q}_{0s}. \quad (2)$$

Мерой качества управляемого процесса определен интегральный функционал

$$J = \int_{t_0}^{t_k} F(q) dt. \quad (3)$$

С помощью сопряженных функций  $\psi_s, s = \overline{1, n}$  известным способом составим расширенный функционал и преобразуем его по следующему правилу:

$$\begin{aligned} J_{ext} &= \int_{t_0}^{t_k} \left[ \sum_{s=1}^n \psi_s (\ddot{q}_s - u_s) + \psi_0 F \right] dt = \int_{t_0}^{t_k} \left[ \sum_{s=1}^n \left( \frac{\psi_s}{2\ddot{q}_s} \right) (2\ddot{q}_s - 2u_s) \ddot{q}_s + \psi_0 F \right] dt = \\ &= \int_{t_0}^{t_k} \left[ \left( \frac{\psi_s}{2\ddot{q}_s} \right) Z_s + \psi_0 F \right] dt \rightarrow \min. \end{aligned} \quad (4)$$

В соответствии с принципом наименьшего действия

$$\delta Z_s = 0. \quad (5)$$

Из (4), (5) следует: для того, чтобы минимумы функционала меры качества (3) и расширенного функционала (4) были эквивалентны, и при этом выполнялось условие (5) необходимо, чтобы для сопряженных функций и обобщенных скоростей всюду на траектории выполнялось условие пропорциональности:

$$\frac{\psi_s}{2\ddot{q}_s} = 0; \quad \psi_s = \lambda \ddot{q}_s, \lambda = const, \quad s = \overline{1, n}. \quad (6)$$

Доказанное утверждение показывает, что условия оптимальности могут быть получены из условия минимума расширенного функционала, объединяющего принуждение и исходный целевой функционал:

$$J_{ext} = J + \lambda Z. \quad (7)$$

где  $\lambda$  – неопределенный множитель Лагранжа. Исследование первой вариации (4) приводит к условию минимума (3) в форме условия максимума функции обобщенной мощности [1]. Решение терминальной задачи определяется следующим уравнением [1]:

$$\begin{aligned} \frac{d^2}{dt^2} \frac{\partial^2 S}{\partial \ddot{q}} - \lambda^{-1} \frac{\partial F}{\partial q} &= 0, \\ t = 0, \quad q &= q^0, \quad \dot{q} = \dot{q}^0; \\ t = t_k, \quad q &= q^*, \quad \dot{q} = \dot{q}^*. \end{aligned} \quad (8)$$

**2. Синтез терминального управления.** Пусть целевой функционал имеет вид:

$$J = \int_0^{t_k} q^2 dt; \quad n = 1. \quad (9)$$

Уравнение Аппеля представлено выражением:

$$\begin{aligned} \ddot{q} &= u, \\ t = 0, \quad q &= 3, \quad \dot{q} = 0; \\ t_k = 6, \quad q &= 10, \quad \dot{q} = 11. \end{aligned} \quad (7)$$

Тогда (5) записывается в следующей форме:

$$q^{IV} + \lambda^{-1} q = 0. \quad (8)$$

Решение этого уравнения может быть получено с помощью функций А.Н. Крылова [5]

$$q = A_1 K_1(\beta t) + A_2 K_2(\beta t) + A_3 K_3(\beta t) + A_4 K_4(\beta t), \quad (9)$$

где  $\beta = 4 \sqrt{\frac{\lambda^{-1}}{4}}$ , а управление находится по уравнению:

$$u_s = -4\beta_s^2 A_1 K_3(\beta_s t) - 4\beta_s A_2 K_4(\beta_s t) \beta_s^2 A_3 K_1(\beta_s t) + \beta_s^2 A_4 K_2(\beta_s t); \quad (10)$$

дифференциальные уравнения

$$\begin{aligned} a_{ss} \ddot{q}_s &= u_s; \\ \ddot{u}_s &= -4\beta_s^4 q_s; \end{aligned} \quad (11)$$

константы  $A_1, A_2, A_3, A_4$  находятся как в [5].

Результаты математического моделирования приведены на рис. 1-3.

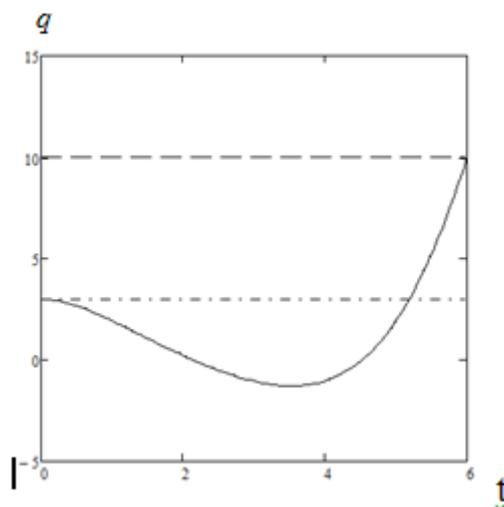


Рис. 1. Координата

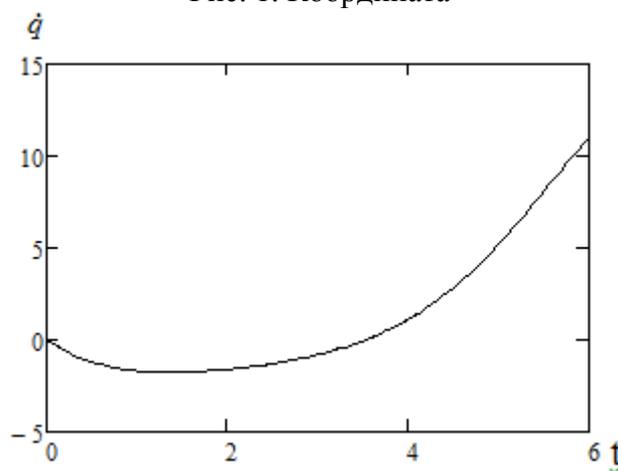


Рис. 2. Скорость

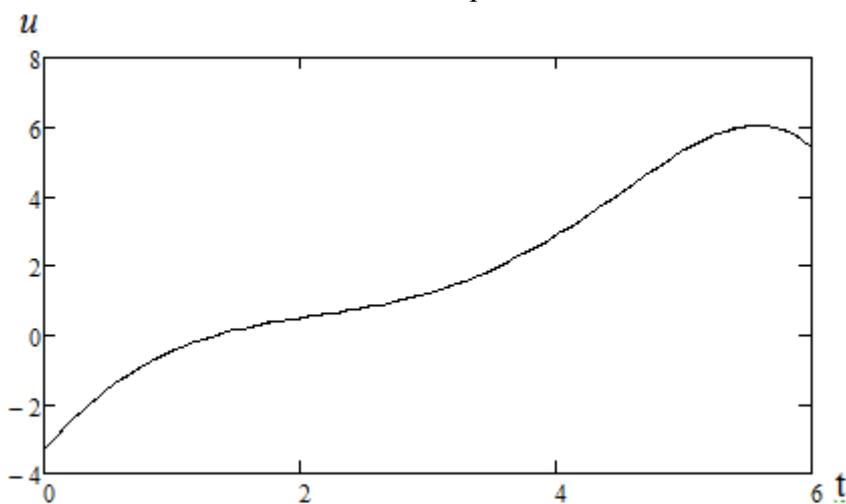


Рис. 3. Управление

**Заключение.** Установлена связь между объединенным принципом максимума в форме двухточечной краевой задачи (8) [4] и принципом максимума Л.С. Понтрягина [5]. Решена задача терминального управления с использованием функций Крылова.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 15-38-20835 мол\_а\_вед, 15-38-51258 мол\_нр.*

### Список литературы

1. Костоглотов А. А., Костоглотов А. И., Лазаренко С. В. Объединённый принцип максимума в информационных технологиях анализа и синтеза. – Ростов-на-Дону: РАСЮРГУЭС, 2010. – 165 с.
2. Костоглотов А.А., Кузнецов А.А., Андрашитов Д.С., Дерябкин И.В., Лазаренко С.В. Синтез алгоритма автономного управления математическим маятником на основе объединенного принципа максимума // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2010. № 3. С. 9-14.
3. Крылов А.Н. О расчете балок лежащих на упругом основании. Ленинград: АН СССР, 1931. 154 с.
4. Лазаренко С.В. Метод синтеза оптимального управления с использованием принципа Гаусса // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2013. Т. 11. № 12. С. 37 – 43.
5. Понтрягин Л.С. Математическая теория оптимальных процессов. М.: Наука, 1976. 392 с.

## АНАЛИЗ МЕЖКАБЕЛЬНЫХ НАВОДОК В ЭКРАНИРОВАННЫХ И НЕЭКРАНИРОВАННЫХ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

*Карпова Н.М., Галкин С.Ю.*

бакалавры по направлению прикладная информатика,  
Технологический университет, Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом межкабельных наводок в экранированных и неэкранированных структурированных кабельных системах.

*Ключевые слова:* межкабельные наводки, высокочастотный кабель, структурированные кабельные системы.

Неуклонный рост сетевой информационной нагрузки выводит на первый план проблемы, связанные с межкабельными наводками в структурированных кабельных системах (СКС) [3, 4]. Наиболее распространенный тип кабеля, применяемый в СКС, это сборка из 4-х неэкранированных витых пар, имеющих разный шаг скрутки, помещенных в общую оболочку [15]. Основное ограничение диапазона обуславливается наличием индуктивной и емкостной связи между парами, вызывающими перекрестные или двунаправленные наводки NEXT (Near End Crosstalk), наводящиеся на стороне приемника в одной паре проводников при наличии сигнала на стороне передатчика в другой паре.

При двунаправленной приемопередаче, когда приемник и передатчик находятся на конце кабеля, перекрестные наводки возникают на обоих концах линии/канала. Особенность двунаправленных наводок в том, что они практически не зависят от длины кабеля, хотя и возникают на всем протяжении канала. Они максимальны на обоих концах канала и существуют только между разнотипными парами. При работе гигабитных протоколов межкабельные наводки не только превышают межпарные, но и оказываются преобладающими [6-9].

На рис. 1 представлены частотные зависимости межпарных и межкабельных двунаправленных наводок в кабелях с неэкранированными витыми парами [16].

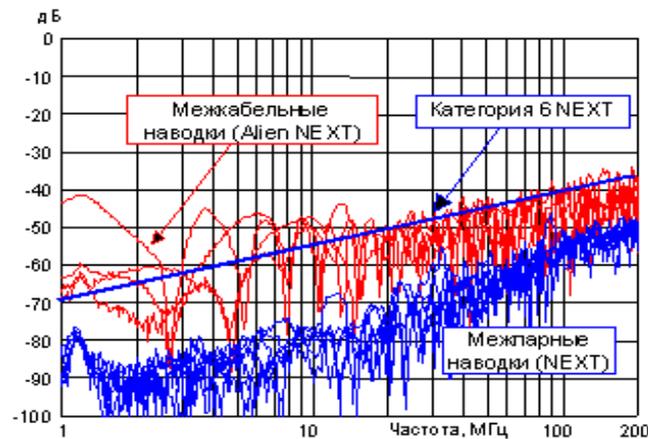


Рис. 1. Межпарные и межкабельные двунаправленные наводки в кабелях с неэкранированными витыми парами

Из рис. 1 видно, что межкабельные наводки в неэкранированных линиях создают существенно больший шум, чем традиционные двунаправленные наводки. Они могут быть настолько значительны, что могут превышать значения NEXT для канала категории 6. Объясняется это тем, что пары с одинаковым шагом скрутки оказываются уязвимыми для наводок от аналогичных пар.

Следует отметить, что на низких частотах эффект межкабельных наводок возрастает, так как отклонения в длине шага однотипных пар оказываются меньше по сравнению с длиной волны [6-8].

На рис. 2 показаны уровни собственных и межкабельных перекрестных наводок экранированных кабелей ISCS XE [16].

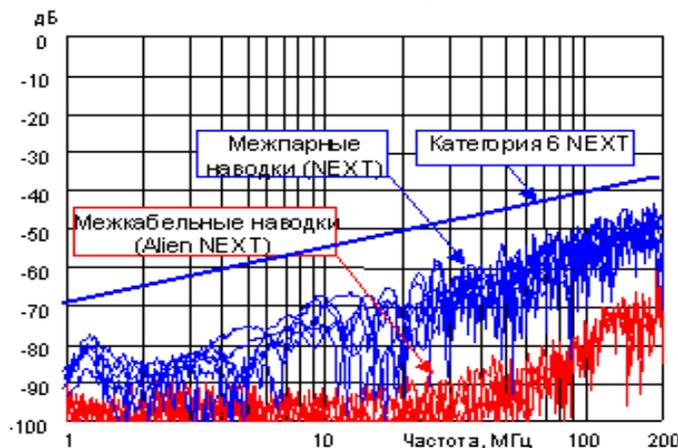


Рис. 2. Межпарные и межкабельные двунаправленные наводки в кабелях с экранированными витыми парами

Из представленных зависимостей видно, что межкабельные наводки на один – три порядка меньше двунаправленных наводок и на два – четыре порядка меньше пределов категории 6. Следовательно, для экранированных кабелей они могут не приниматься во внимание [2, 5].

Результаты измерений межкабельных наводок неэкранированных (НВП) и экранированных (ЭВП) витых пар сведены на рис. 3.

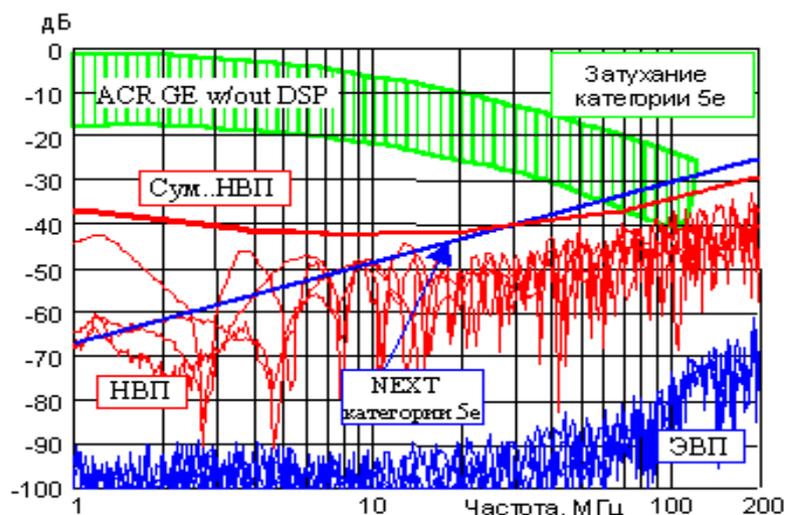


Рис. 3. Межкабельные наводки в НВП и ЭВП

На рисунке, показан уровень затухания для канала категории 5e и превышения сигнала над шумом без учета компенсации NEXT методом цифровой обработки сигналов ACR (Gigabit Ethernet without DSP). Динамический диапазон, требуемый для работы протокола, выделен вертикальной штриховкой.

Несмотря на то, что суммарные межкабельные наводки больше двунаправленных наводок (NEXT) категории 5e, превышение мощности сигнала над уровнем шумов является более чем достаточным – около 30 дБ или  $10^3$  раз. Поэтому проблема межкабельных наводок практически не имеет значения на частотах ниже 30 МГц. На частотах выше 30 МГц суммарные межкабельные наводки неэкранированных кабелей не превышают допустимые значения NEXT категории 5e. Тем не менее, они могут повлиять на работу гигабитных приложений, поскольку их невозможно компенсировать процессорной обработкой.

Уровень межкабельных наводок должен быть на 6 дБ меньше, чем наводок межпарных. Их можно уменьшить тремя способами: уменьшением источников шумов, что улучшает параметр отношение сигнал/шум (ОСШ) кабеля [9, 10]; изменением параметров монтажа, что приведет к ограничениям в использовании кабельных связей, недопустимости полного заполнения коробов; применением экранированных кабелей [11-13].

Контроль межкабельных наводок требует учета многих факторов [1, 14]. Простейшее и наиболее эффективное решение – выбор экранированных систем. Для минимизации межкабельных наводок неэкранированных кабелей их следует располагать свободно и не параллельно. Заполнение коробов не должно превышать 40%. Если все эти меры окажутся неэффективными, остается уменьшение длины каналов, которое позволит достичь заданного ОСШ путем уменьшения затухания.

#### Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех [Текст] / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.

2. Артюшенко, В. М. Исследование и разработка радиолокационного измерителя параметров движения протяженных объектов [Текст] / В.М. Артюшенко: монография, ФГБОУ ВПО ФТА, – М., 2013. – 314 с.
3. Артюшенко, В. М. Структурированные кабельные системы [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Учебное пособие / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ГОУ ВПО «МГУС». – М., – 2005. – 150 с.
4. Артюшенко, В. М. Проектирование мультисервисных систем в условиях воздействия внешних электромагнитных помех [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. технич. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУ ВПО РГУТиС. – М., – 2011. – 110 с.
5. Артюшенко, В. М. Современные направления развития корпоративных сетей спутниковой связи [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Б.А. Кучеров // Двойные технологии. – 2014. – №3(68). – С.67–72.
6. Артюшенко, В. М. Организация информационного обмена между элементами наземного комплекса управления группировкой космических аппаратов [Текст] / В.М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // Прикладная информатика. – 2014. – №1(49). – С.33–43.
7. Артюшенко, В. М. Особенности резервирования источников бесперебойного питания компьютерного и телекоммуникационного оборудования [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2007. – Т.3. – №3. – С.20 – 23.
8. Артюшенко, В. М. Роль информатизации в повышении оперативности распределения средств управления космическими аппаратами [Текст] / В.М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2014. – №4(157). – С.67–72.
9. Артюшенко, В. М. Оценка влияния электромагнитных помех радиоэлектронных средств на беспроводные устройства малого радиуса действия [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6. – №2. С.10 – 17.
10. Артюшенко, В. М. Анализ беспроводных технологий обмена данными в системах автоматизации жизнеобеспечения производственных и офисных помещений [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6. – №2. С.18 – 24.
11. Артюшенко, В. М. Электротехнические системы жизнеобеспечения зданий на базе технологий VASnet [Текст] / В.М. Артюшенко, О.Д. Шелухин / Монография / Под ред. д.т.н., проф. В.М. Артюшенко, – М., ГОУ ВПО «МГУС», – 2006. – 138 с.
12. Артюшенко, В. М. Схемы подключения управляющего и измерительного оборудования в системах автоматизации и жизнеобеспечения зданий [Текст] / В. М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2009. Т.5. №3. С.3 – 11.
13. Артюшенко, В. М. Сервис информационных систем в электротехнических комплексах [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. технич. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУВПО РГУТиС. – М., 2010. – 98 с.
14. Артюшенко, В. М. Количественная оценка электромагнитного влияния однопроводных линий электрического оборудования [Текст] / В.М. Артюшенко, А.В. Маленкин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2008. Т.4. №1-2. С.29 – 32.
15. Артюшенко, В. М. Мультимедийные гибридные сети [Текст] / В.М. Артюшенко, А.К. Гуреев, В.В. Абраменков, Енютин К.А.: монография. – М.: МГУС, – 2007. – 94 с.
16. Артюшенко, В. М. Анализ эффективности уменьшения межкабельных переходных помех в экранированных кабельных системах [Текст] / В.М. Артюшенко, К.А. Енютин, М.Н. Буткевич // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2009. Т.5. №1. С.19-23.

## АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАБЕЛЯ S/FTP CAT6A

*Карнова Н.М., Галкин С.Ю.*

бакалавры по направлению прикладная информатика,  
Технологический университет, Россия, г. Королев

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом технических характеристик кабеля S/FTP cat6A.

*Ключевые слова:* широкополосный доступ, структурированные кабельные системы.

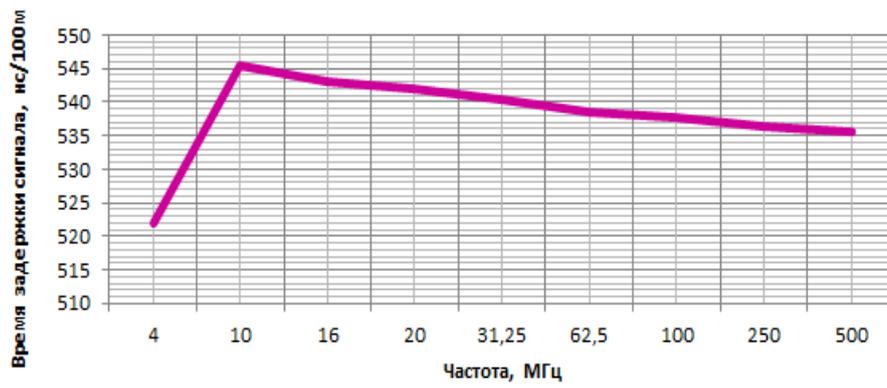
В настоящее время витая пара продолжает доминировать в горизонтальных кабельных системах благодаря тому, что ни одна среда еще не превзошла ее по надежности, долговечности, адаптивности, многофункциональности или стоимости [1-3]. Категория 6 и класс E обеспечивают высочайший уровень характеристик передачи, какой только возможен без отдельно экранированных пар [4-7]. Для подавляющего большинства приложений, используемых в космической области [8-10], бизнесе, различных других организациях, ширина полосы в 250 МГц более чем адекватна для работы кабельной системы, что делает категорию 6 и класс E отличным выбором для кабельных систем универсальных зданий [11-16].

Рассмотрим и проанализируем характеристики кабеля категории 6 на примере S/FTP cat6A применяемого для структурированных кабельных систем (СКС) и сетей широкополосного доступа (СШД).

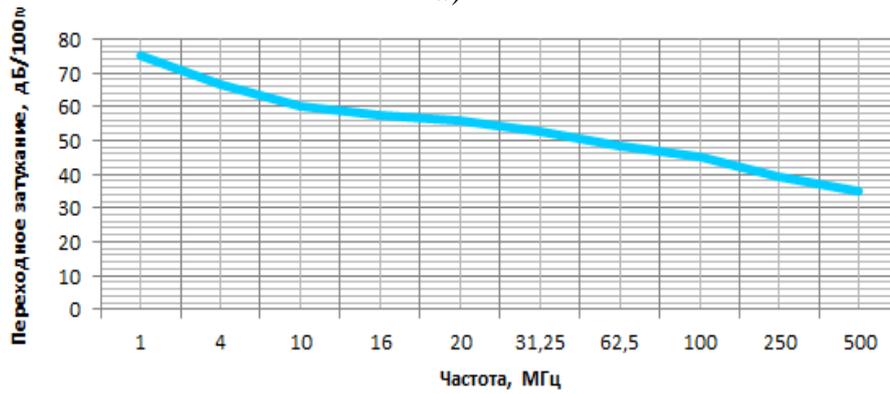
ParLan S/FTP cat6A PVC – кабель симметричный парной скрутки применяется для СКС и СШД с параметрами передачи до 500 МГц и рабочим напряжением до 145 В переменного тока. В нем используются пары с медными однопроволочными жилами диаметром 0,57 мм, с изоляцией из пористого полиэтилена, с индивидуальным экраном пар в виде обмотки алюмополимерной ленты, с сердечником, скрученным из 4 экранированных пар, в общем экране из медных луженых проволок, в оболочке из ПВХ пластиката [17-19].

Электрическое сопротивление цепи постоянному току при температуре 20 °С – не более 17,0 Ом/100 м. Омическая асимметрия жил в рабочей паре кабелей при температуре 20 °С на длине 100 м – не более 2%. Электрическая емкость пары на длине при частоте 0,8 или 1кГц – не более 5,6 нФ/100м. Емкостная асимметрия пары относительно земли при частоте 0,8 или 1кГц – не более 160 пФ/100м. Электрическое сопротивление изоляции жил постоянному току при температуре 20 °С – не менее 5000 МОм×км.

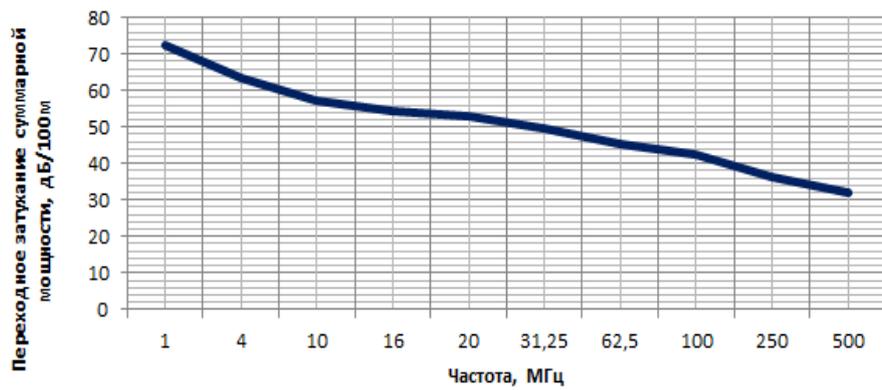
Зависимость электротехнических характеристик ParLan S/FTP cat6A PVC от частоты представлена на рисунке.



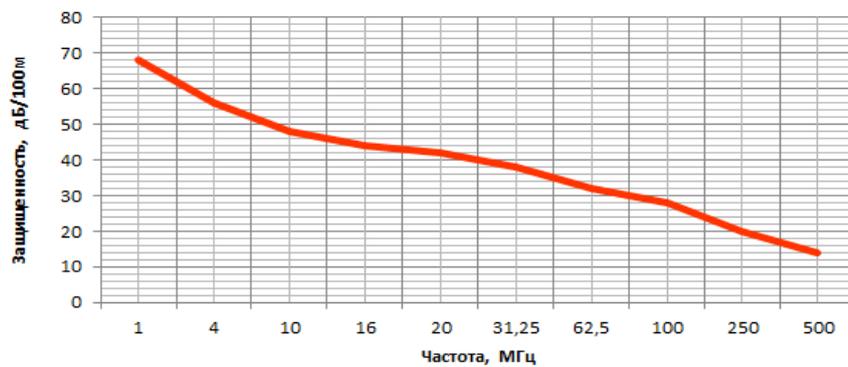
a)



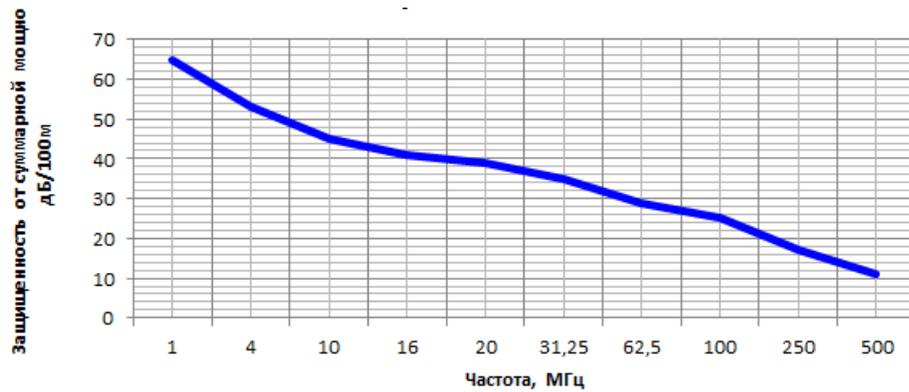
б)



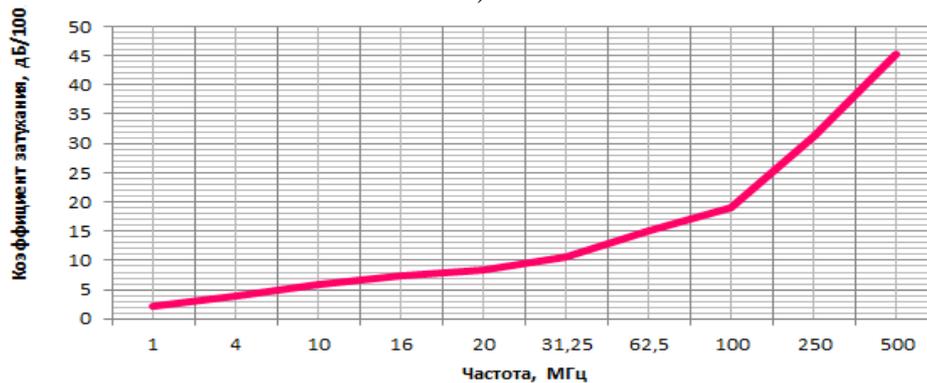
в)



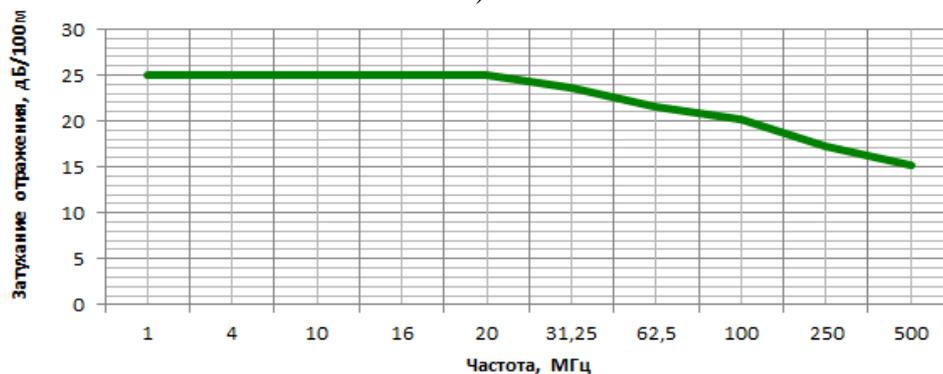
г)



д)



е)



ж)

Рис. Зависимость характеристик S/FTP cat6A PVC от частоты, где: *a* – зависимость времени задержки сигнала; *б* – зависимость переходного затухания на ближнем конце NEXT; *в* – зависимость переходного затухания суммарной мощности влияния на ближнем конце PS NEXT; *г* – зависимость защищенности на дальнем конце EL FEXT; *д* – зависимость защищенности от суммарной мощности влияния на дальнем конце PS EL FEXT; *е* – зависимость коэффициента затухания Attention; *ж* – зависимость затухания отражения

### Список литературы

1. Артюшенко, В. М. Структурированные кабельные системы [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Учебное пособие / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ГОУ ВПО «МГУС». – М., – 2005. – 150 с.
2. Артюшенко, В. М. Проектирование мультисервисных систем в условиях воздействия внешних электромагнитных помех [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. технич. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУ ВПО РГУТиС. – М., – 2011. – 110 с.
3. Артюшенко, В. М. Мультимедийные гибридные сети [Текст] / В.М. Артюшенко, А.К. Гуреев, В.В. Абраменков, К.А. Енютин: монография. – М.: МГУС, – 2007. – 94 с.

4. Артюшенко, В. М. Анализ эффективности уменьшения межкабельных переходных помех в экранированных кабельных системах [Текст] / В.М. Артюшенко, К.А. Енютин, М.Н. Буткевич // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2006. Т.2. №2. С.3-7.
5. Артюшенко, В. М. Количественная оценка электромагнитного влияния однопроводных линий электрического оборудования [Текст] / В.М. Артюшенко, А.В. Маленкин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2008. Т.4. №1-2. С.29 – 32.
6. Артюшенко, В. М. Системный анализ в области управления и обработки информации: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, Н.А. Васильев, И.М. Белюченко, К.Л. Самаров, В.Н. Зиновьев, С.П. Посеренин, Г.Г. Вокин, А.П. Мороз, В.С. Шайдуров, С.С. Шаврин /под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев МО: МГОТУ, 2015. – 168 с.
7. Артюшенко, В. М. Защита структурированных кабельных систем от внешних электромагнитных воздействий [Текст] / В.М. Артюшенко // Промышленный сервис. – 2006. – №3. – С.20-27.
8. Артюшенко, В. М. Современные направления развития корпоративных сетей спутниковой связи [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Б.А. Кучеров // Двойные технологии. – 2014. – №3(68). – С.67-72.
9. Артюшенко, В. М. Организация информационного обмена между элементами наземного комплекса управления группировкой космических аппаратов [Текст] / В.М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // Прикладная информатика. – 2014. – №1(49). – С.33-43.
10. Артюшенко, В. М. Роль информатизации в повышении оперативности распределения средств управления космическими аппаратами [Текст] / В.М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2014. – №4(157). – С.67-72.
11. Артюшенко, В. М. Информационные технологии и управляющие системы: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, В.И. Привалов, В.И. Воловач, Е.П. Шевченко, В.М. Зимин, Е.С. Харламова, А.Э. Аббасов, Б.А. Кучеров /под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант», 2015. – 185 с.
12. Артюшенко, В. М. Особенности резервирования источников бесперебойного питания компьютерного и телекоммуникационного оборудования [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2007. – Т.3. – №3. – С.20-23.
13. Артюшенко, В. М. Электротехнические системы жизнеобеспечения зданий на базе технологий ВАСнет [Текст] / В.М. Артюшенко, О.Д. Шелухин : Монография / Под ред. д.т.н., проф. В.М. Артюшенко, – М., ГОУ ВПО «МГУС», – 2006. – 138 с.
14. Артюшенко, В. М. Схемы подключения управляющего и измерительного оборудования в системах автоматизации и жизнеобеспечения зданий [Текст] / В. М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2009. Т.5. №3. С.3 – 11.
15. Артюшенко, В. М. Сервис информационных систем в электротехнических комплексах [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУВПО РГУТиС. – М., 2010. – 98 с.
16. Советов, В. М. Основы функционирования систем сервиса: учебное пособие [Текст] / В. М. Советов, В. М. Артюшенко – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, – 2010. – 624 с.
17. Артюшенко, В. М. Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех [Текст] / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.
18. Артюшенко, В. М. Оценка влияния электромагнитных помех радиоэлектронных средств на беспроводные устройства малого радиуса действия [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6. – №2. С.10-17.

19. Артюшенко, В. М. Анализ беспроводных технологий обмена данными в системах автоматизации жизнеобеспечения производственных и офисных помещений [Текст] / В.М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. – Т.6. – №2. С.18-24.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАСЧЕТА РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА**

*Киснеева Л.Н.*

старший преподаватель кафедры Электротехнические комплексы и системы,  
Казанский государственный энергетический университет,  
Россия, г. Казань

*Аухадеев А.Э.*

доцент кафедры Электротехнические комплексы и системы,  
канд. техн. наук, доцент, Казанский государственный энергетический университет,  
Россия, г. Казань

В статье рассматривается возможность применения аналитического метода для решения уравнения движения подвижного состава с учетом разрывности действующей силы. Предлагается использовать решения задачи Коши для уравнения движения при режимах тяги (разгона), выбега и торможения.

*Ключевые слова:* тяговые расчеты, режимы движения, уравнение движения подвижного состава.

Одной из сторон актуальности исследования проблемы эффективного использования электрической энергии в системе городского электротранспорта является ее хозяйственно-экономическая, социальная значимость. По данным многих исследований затраты на электроэнергию, потребляемую городским транспортом, достигают огромных размеров, существенно влияющих на экономическое положение городов и страны в целом.

В нашей стране и за рубежом ведутся многочисленные исследования, направленные на решение этой проблемы, однако считается, что поиск эффективных методологических подходов для этого остается весьма актуальной задачей. Это связано с тем, что система электрического транспорта городов интенсивно развивается, обретает все новые технические качества, входит в сложные технико-экономические, хозяйственные и другие социально-производственные системы, в частности – градостроительные.

Одним из главных резервов энергосбережения в системе городского электротранспорта считается экономия ее расходов, идущих на тягу подвижного состава. Этот расход составляет более 90 процентов всей электроэнергии, потребляемой предприятиями городского электротранспорта. Исследованию возможности использования именно этого резерва посвящена основная масса исследований. Они сосредотачивают внимание, главным образом,

на исследовании процессов затраты энергии и ее сохранения в рамках самой системы городского транспорта.

Проблема также усугублена быстрым ростом цен на электрическую энергию и высокой степенью износа эксплуатируемого подвижного состава предприятий городского электрического транспорта, определяющих необходимость пересмотра существующих методов и технологий энергосбережения в данной отрасли в связи с их неадекватностью реально существующей ситуации.

Решение задач рационального управления режимами нагружения силового электрооборудования (СЭО) ведется многими известными учеными. В первую очередь следует назвать работы Л.А. Баранова, Я.М. Головичера, Е.В. Ерофеева, И.П. Исаева, А.М. Костромина, Ю.П. Петрова, В.Е. Розельфельда.

Систему методов нахождения рациональных режимов нагружения силового электрооборудования подвижного состава (ПС) можно разделить на три основные группы: расчетно-аналитические, вероятностно-статические и экспериментальные методы[3].

Расчетно-аналитический метод основан на интегрировании аналитических уравнений движения поезда по времени и пути.

$$(1 + \gamma)m \frac{dv}{dt} = F_{\text{д}}$$

Особенностью дифференциального уравнения движения является разрывность правой части на рассматриваемом интервале  $0 < t \leq T$  (рисунок), который можно представить в следующем виде:

$$(0; T] = (0; t_P) \cup [t_P; t_T) \cup [t_T; T],$$

где  $t_P$  – время окончания разгона;

$t_T$  – время начала торможения.

Эта разрывность связана со ступенчатым характером изменения  $F_{\text{д}}$  во время движения на перегоне (отключение  $F_{\text{д}}$  при переходе на выбег (при  $t = t_P$ ) и появление дополнительной тормозной силы  $B$  при торможении ПС (при  $t = t_T$ )) [1].

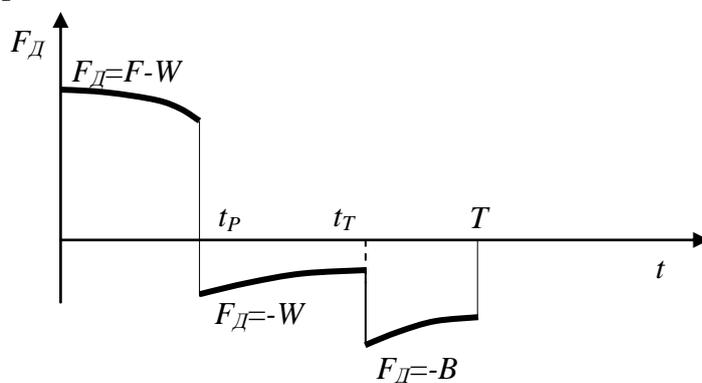


Рис. Изменение силы Fд в процессе движения ПС на перегоне

Известно, что наиболее точным методом решения является аналитический, но он затруднен сложностью интегрирования выражения  $f_D$ . При этом использование метода конечных приращений, заключающегося в допущении постоянства ускоряющей силы ( $f_D = const$ ) в интервале скорости  $\Delta v$ , вносит существенные погрешности.

Предлагаемый способ решения уравнения движения лишен этих недостатков и заключается в решении задачи Коши для уравнения движения при каждом режиме движения ПС:

$$\begin{cases} \left(\frac{dv}{dt}\right)^i = \frac{1}{(1+\gamma)m} \cdot \xi F_D^i, \\ v_i(t_0^i) = v_{i-1}(t_K^{i-1}) \\ (t_0^i < t \leq t_K^i), \\ i \in \{1, 2, \dots, N\}, \end{cases}$$

на интервале  $0 < t \leq T$ ,

где  $T$  – полное время движения на перегоне  $S$ ;

$i$  – порядковый номер режима движения, в случае однократного включения СЭО  $i \in \{1, 2, 3\}$  ( $i=1$  – режим тяги,  $i=2$  – режим выбега,  $i=3$  – режим торможения);

$N$  – общее количество режимов тяги, выбега и торможения, при движении по перегону, в общем случае;

$t_0^i$  – момент времени, соответствующий началу  $i$  – го режима движения;

$t_K^i$  – момент времени, соответствующий концу  $i$  – го режима движения.

Предложенный аналитический метод решения позволяет найти точное, решения задачи Коши для уравнения движения при режимах тяги (разгона), выбега и торможения, с последующей «склежкой» в точках перехода. Этот метод наиболее удобен особенно при условии, что движение происходит по прямой с однократным включением тяговых двигателей. Разработанный на основе данного метода алгоритм расчета режимов движения подвижного состава позволяет эффективно исследовать движение и затраты электрической энергии на коротких перегонах [2].

Предложенный алгоритм является универсальным и подходит для всех видов ПС ГЭТ. На его основе строится конкретная программа расчета режимов нагружения СЭО трамвая КТМ – 5М-3. Точность разработанного математического алгоритма определяется точностью аппроксимации эффективных характеристик  $F(v)$  и  $I(v)$ , и составляет не хуже 5%.

#### Список литературы

1. Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью / Филлипов А.Ф. – М.: Наука, 1985. – 255 с.
2. Моделирование режимов тяги силового электрооборудования электрического транспорта / Аухадеев А.Э. – Казань: Изд-во КГЭУ, 2006. – 196 с.
3. Теория электрической тяги / Розенфельд В.Е., Исаев И.П., Сидоров Н.Н., изд. 2-е. – М.: «Транспорт», 1983. – 343 с.

## **ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КРАТНОСТИ ПОЛИСПАСТА МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА КОЗЛОВОГО КРАНА К2х190 ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

*Кобзев Р.А.*

доцент кафедры «Машиноведение», д-р техн. наук,  
Балаковский инженерно-технологический институт (филиал)  
национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»,  
Россия, г. Балаково

В статье рассматривается вопрос выбора оптимального значения кратности полиспаста механизма подъема монтажного козлового крана К2х190 по критериям металлоемкости и суммарных затрат на изготовление и эксплуатацию механизма.

*Ключевые слова:* оптимальное проектирование, грузоподъемные машины, металлоемкость, суммарные затраты на изготовление и эксплуатацию.

В настоящее время одним из приоритетных направлений науки в Российской Федерации является разработка новых энергосберегающих машин, технологий, оборудования. При проектировании грузоподъемных кранов мостового типа создание энергоэффективных конструкций прежде всего может быть связано со снижением массы, что в свою очередь, влечет за собой снижение энергоемкости механизмов передвижения крана и грузовой тележки [1]. Помимо этого, снижение энергопотребления крана также может быть достигнуто за счет применения современных, более совершенных конструкций механизмов, отличающихся более высоким КПД и меньшим потреблением энергии.

Механизм главного подъема монтажного козлового крана К2х190, грузоподъемностью 380 тонн, оснащен двигателем с фазным ротором и системой управления скоростью с помощью набора пускорегулировочных сопротивлений. Подобный вариант системы управления крайне неэффективен с точки зрения потребления энергии, поскольку при работе на пониженных скоростях, характерной для монтажных кранов, значительная часть энергии, потребляемой из электрической цепи, выделяется в виде тепла на пускорегулировочных сопротивлениях. Гораздо более эффективной с точки зрения энергопотребления является система управления приводом механизма с использованием инверторного преобразователя частоты, при этом КПД системы управления увеличится соответственно с 0,81 до 0,94 [2]. Помимо этого, использования частотного преобразователя дает возможность плавного бесступенчатого регулирования скоростью механизма, что позволит обеспечить более высокую точность позиционирования груза, весьма важную при выполнении монтажных работ.

Проектируемый механизм в базовом варианте также включает в себя редуктор Ц2-1000, открытую зубчатую передачу, сдвоенный полиспаст кратностью 6, соединительные муфты, колодочный тормоз ТКГ-500, грузовой ба- рабан диаметром 800 мм при двухслойной укладке каната.

В ходе оптимизации конструкции механизма рассматривались варианты кратности сдвоенного полиспаста равные 6, 7, 8, 9, 10. Для каждого из вариантов был выбран грузовой канат, крюковая подвеска, определены размеры барабана и выбраны редуктор, соединительные муфты и тормоз. Во всех вариантах было принято решение отказаться от двухслойной навивки каната для увеличения срока эксплуатации каната, также для всех вариантов используется одинаковый редуктор (Ц2-1000) с разными значениями передаточных чисел.

Полученные варианты конструкции сравнивались между собой по критериям металлоемкости и суммарных затрат на изготовление и эксплуатацию.

Результаты исследования приведены на Рис. 1 и 2. Наилучшим решением и по металлоемкости, и по суммарным затратам оказался вариант с кратностью, равной 8. В итоге по отношению к базовому варианту конструкции снижение массы механизма составило 11,85%, снижение стоимости – 10,29%. Кроме того, использование частотного преобразователя позволит более эффективно использовать энергию двигателя при работе на пониженных скоростях, по сравнению с применением резисторно-контакторной системы управления.

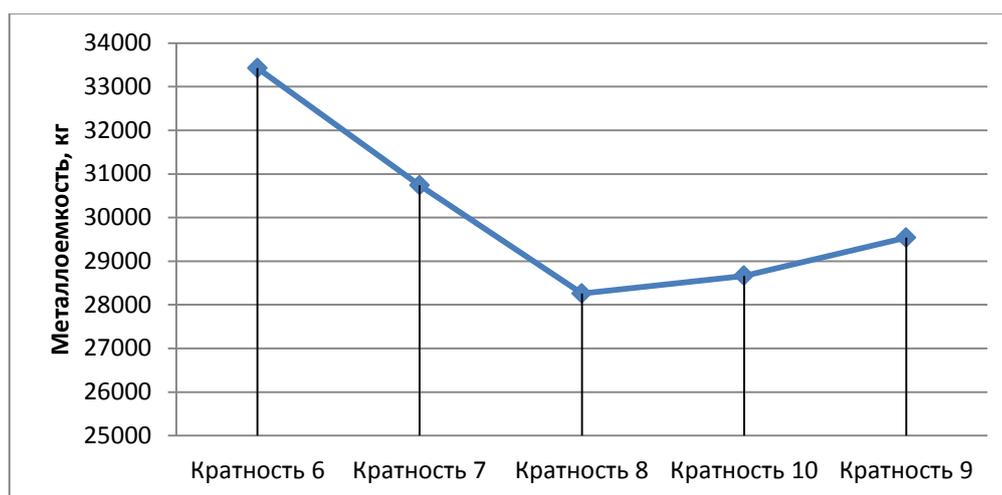


Рис. 1. Металлоемкость для различных вариантов

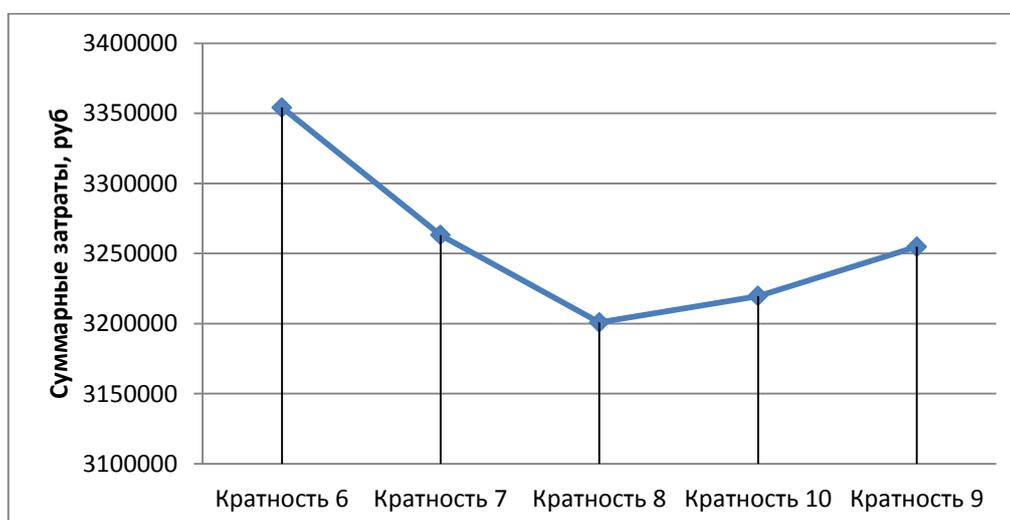


Рис. 2. Суммарные затраты на изготовление и эксплуатацию для различных вариантов

### Список литературы

1. Tong Yifei, Ye Wei, Yang Zhen, Li Dongbo, Li Xiangdong. Research on Multidisciplinary Optimization Design of Bridge Crane. Mathematical Problems in Engineering, Volume 2013, 2013.
2. ОСТ 24.090.85-88. Электроприводы. Нормы расчета [Текст]. – Введ. 1988–01–07. М.: Изд-во «ВНИИПТМАШ», 1988. 80 с.: ил.

## КИНЕМАТИКА И ДИНАМИКА ДРЕВОВИДНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА РОБОТА-КРАБА

**Ковальчук А.К.**

доцент кафедры «Гидромеханика, гидромашины и гидропневмоавтоматика»,  
канд. техн. наук, доцент,  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,  
Россия, г. Москва

**Яроц В.В.**

доцент кафедры «Гидромеханика, гидромашины и гидропневмоавтоматика»,  
канд. техн. наук, Московский государственный технический университет  
им. Н.Э. Баумана, Россия, г. Москва

Рассматривается кинематическая схема исполнительного механизма восьминогого шагающего робота, оснащённого двумя манипуляторами. Предложен алгоритм выбора древовидных кинематических структур исполнительных механизмов роботов и программа моделирования в системе MATLAB. Позволяют сократить сроки проектирования перспективных образцов шагающих роботов.

*Ключевые слова:* шагающий робот, древовидный исполнительный механизм, уравнение динамики робота.

В последнее время всё большее значение при создании шагающих роботов уделяется изучению их биологических прототипов, способных перемещаться по неровной поверхности и слабым грунтам без сплошной колеи. Оригинальные кинематические схемы (КС) их скелетов, доведённые до совершенства в ходе биологической эволюции, являются образцом для подражания при создании робототехнических систем, перемещение которых основано на принципе шагания.

Огромное число двуногих шагающих роботов, роботизированных манекенов и экзоскелетов, работающих как в автоматическом, так и в копирующем режимах, создано на основе биологического прототипа скелета человека [1-6, 9].

Изучение кинематической структуры скелета человека, а также животных позволило фирме Boston Dynamics (США) при финансировании (Defense Advanced Research Projects Agency-DARPA) создать такие шагающие роботы, как Pet Man, Little Dog, Big Dog, Rise и др. Примером роботов нового класса, так называемых морфоботов, может служить робот Sguish Bot, который

может изменять свою форму, а также жёсткость и пластичность своего материала по программе, определяемой оператором или условиями перемещения.

При разработке исполнительного механизма (ИМ) восьминогого шагающего робота в качестве его биологического прототипа предлагается использовать КС скелета краба.

Различают два вида крабов – обитающие в воде и наземные. У крабов восемь ног и две клешни. Органы зрения имеют вид бусинок на стебельках. Это позволяет крабу устойчиво передвигаться, так как в любой момент времени возможна опора на четыре ноги. При этом благодаря наличию двух клешней, он может эффективно взаимодействовать с окружающей средой.

Трёхмерная модель «Робота-краба» представлена на рисунке 1.

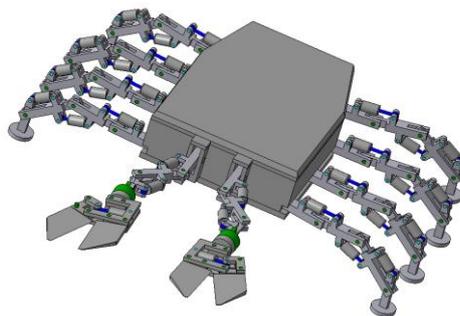


Рис. 1. Трёхмерная модель «Робота-краба»

Кинематическая схема ИМ «Робота-краба», имеющая древовидную структуру, приведена на рисунке 2. При выборе этой кинематической схемы ИМ «Робота-краба» использовался предложенный в работе [10] алгоритм, позволяющий восстановить КС животного по изображениям его скелета.

В статье [7] предложен эффективный метод построения уравнений кинематики и динамики ИМ шагающих роботов с древовидными КС, который основан на совместном использовании матриц (4x4), имеющих широкое применение в робототехнике и теории графов [8, 11].

Исполнительный механизм робота представляется в виде древовидного направленного графа. Звенья ИМ являются вершинами графа, а соединяющие их сочленения – дугами.

За корень дерева (звено с номером «0») принимается окружающее пространство, в котором находится робот. Звенья ИМ робота нумеруются с 1-го и далее по возрастающим номерам, от корня дерева к его листьям без пропусков. При этом должно выполняться условие, что собственный номер звена меньше номера любого звена-потомка. Номер обобщённой координаты ИМ, как и номер соответствующего сочленения, тот же, как и у звена, присоединяемого этим сочленением к предыдущему звену.

Поскольку корпус шагающего робота не закреплён к неподвижному основанию, то общее число степеней его свободы равно  $N+6$ , где  $N$  – число степеней подвижности его ИМ. Для «привязки» ИМ робота к абсолютной системе координат и описания его движения в пространстве, вводится фиктивная кинематическая цепь, соединяющая корпус робота с неподвижной в абсолютной системе координат фиктивной стойкой. Эта фиктивная цепь состоит из не-

сомых звеньев (0 – 5) (три поступательных и три вращательных неуправляемых кинематических пар 5-го класса) и характеризует положение и ориентацию корпуса робота в абсолютной системе координат.

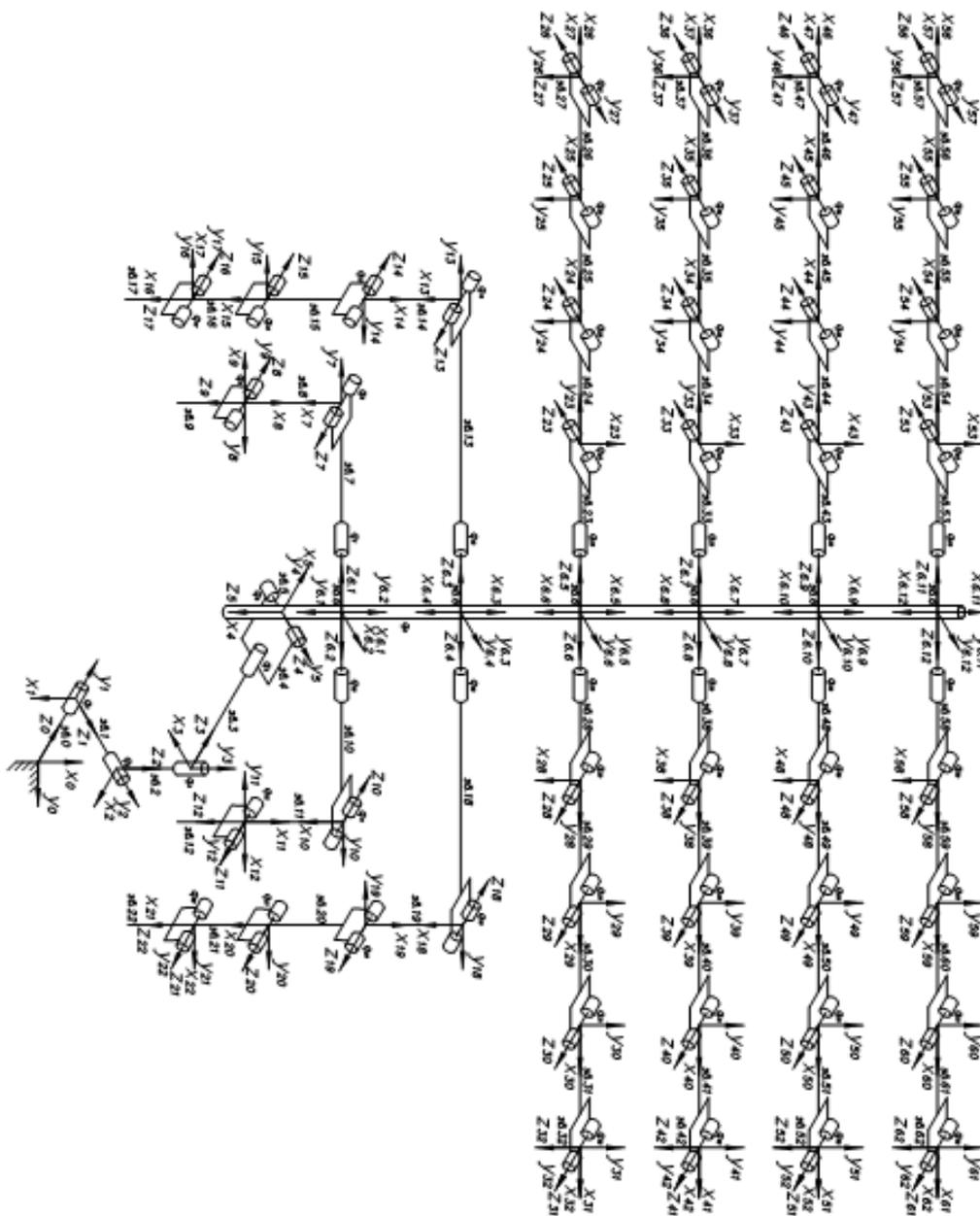


Рис. 2. Кинематическая схема ИМ «Робота-краба»

Древовидную кинематическую структуру ИМ робота можно также представить с помощью матрицы достижимости  $D$  – квадратной матрицы, каждый элемент которой  $d_{ji}=1$ , если  $i$ -я вершина достижима из вершины  $j$ . Размерность матрицы  $D$  равна числу звеньев ИМ робота. Согласно определению достижимости диагональные элементы матрицы  $d_{ji}=1$ .

При нумерации звеньев ИМ в соответствии с изложенными выше правилами, матрица достижимости  $D$  получается нижней треугольной матрицей.

Таким образом, как матрица достижимости  $D$ , так и древовидный граф, представляющий кинематическую структуру «Робота-краба» (рис. 3), отражают взаимное расположение и достижимость звеньев его ИМ.

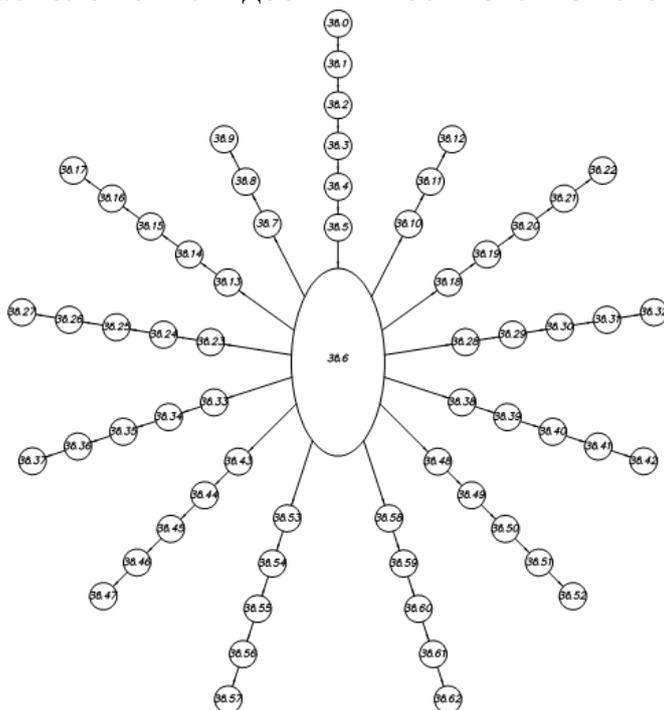


Рис. 3. Древовидный граф, представляющий кинематическую структуру исполнительного механизма «Робота-краба»

Воспользуемся изложенной в работе [7] методикой и запишем уравнение динамики ИМ робота относительно обобщённых координат в следующем блочно-матричном виде:

$$A(q) \cdot \ddot{q} + B(q, \dot{q}) - C(q) \cdot f_B^0 - H(q) \cdot n_B^0 = \tau, \quad (1)$$

где  $q$  – вектор обобщенных координат ИМ;

$\tau$  – вектор-столбец моментов, развиваемых приводами робота;

$f_B^0, n_B^0$  – блочные матрицы внешних сил и моментов, приложенных к звеньям со стороны окружающей среды;

$A(q)$  – матрица инерционных коэффициентов системы;

$B(q, \dot{q})$  – матрица коэффициентов, зависящая от обобщённых координат и их производных;

$C(q)$  – матрица коэффициентов при внешних силах, действующих на ИМ;

$H(q)$  – матрица коэффициентов при моментах, приложенных к звеньям механизма.

Моделирование уравнения (1) проводилось с помощью специально разработанной программы в среде MATLAB, состоящей из набора процедур, записанных в виде m-файлов [11]. Достоинством этой программы является то, что она применима для исследования ИМ роботов с произвольной древовидной КС. Особенность конкретной КС отражается в содержании пускового файла, где хранится информация о параметрах Денавита-Хартенберга, мас-

сах, моментах инерции, координатах центров масс ИМ, приложенных внешних силах и моментах.

Исходными данными для расчёта компонентов уравнения (1) являются:

- параметры Денавита-Хартенберга [8], получаемые при построении КС «Робота-краба»;

- параметры звеньев ИМ робота: массы, моменты инерции, координаты центров масс звеньев, получаемые по результатам 3D-моделирования конструкции робота или его технической документации. При моделировании были сделаны следующие допущения: массы каждого звена ИМ равны 1 кг, массы фиктивных звеньев равны «нулю». Моменты инерции звеньев, принимаемых за однородные стержни, определяются относительно осей, которые проходят через центры массы этих звеньев и параллельны осям основных связанных систем координат и принимаются равными единице;

- матрица достижимости  $D$ -(62x62) для КС «Робота-краба». Процедура вычисления элементов этой матрицы в [11] автоматизирована.

В результате моделирования ИМ Робота-краба с помощью программы были получены значения элементов матриц  $A(q)$  -(62x62),  $B(q, \dot{q})$  -(62x1),  $C(q)$  -(62x62),  $H(q)$  -(62x62), входящих в уравнение (1), а также значения вектора-столбца  $\tau$ -(62x1) – моментов, развиваемых приводами робота.

### Выводы

Предложенный в работе алгоритм выбора древовидных кинематических структур ИМ роботов и исследования их динамики, а также программа моделирования в системе MATLAB являются эффективным средством, позволяющим сократить сроки проектирования перспективных образцов шагающих роботов.

### Список литературы

1. Вукобратович М. Шагающие роботы и антропоморфные механизмы: Пер. с англ. М.: Мир, 1976. 541 с.
2. Белецкий В.В. Двухногая ходьба. М.: Наука, 1984. 287 с.
3. Каргинов Л.А., Ковальчук А.К., Семёнов С.Е., Кулаков Д.Б., Яроц В.В. Проектирование систем приводов шагающих роботов с древовидной кинематической структурой. М., 2013. 116 с.
4. Ковальчук А.К., Ахметова Ф.Х., Водолажский В.В. Обзор моделей двуногих шагающих роботов / Под ред. А.К. Ковальчука. М.: Изд-во МГОУ, 2007. 92 с.
5. Ковальчук А.К., Ахметова Ф.Х., Водолажский В.В. Роботы-футболисты. Проблемы создания и управления / Под ред. А.К. Ковальчука. М.: Изд-во МГОУ, 2007. 108 с.
6. Ковальчук А.К., Кулаков Б.Б., Кулаков Д.Б., Семенов С.Е., Яроц В.В. Основы теории исполнительных механизмов шагающих роботов. М.: Изд-во Рудомино, 2010. 170 с.
7. Ковальчук А.К., Кулаков Д.Б., Семенов С.Е. Блочнo-матричные уравнения движения исполнительных механизмов роботов с древовидной кинематической структурой // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2008. № 12. С. 5–21.
8. Медведев В.С., Лесков А.Г., Ющенко А.С. Системы управления манипуляционных роботов. М.: Наука, 1978. 416 с.
9. Лапшин В.В. Механика и управление движением шагающих машин. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. 200 с.

10. Pupkov K.A., Kovalchuk A.K., Kulakov D.B. Usage of Biological Prototypes for Kinematical Scheme Construction of Modern Robots // Preprints of the 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing. 3–5 June 2009, Moscow. P. 1829–1834.

11. Программа моделирования древовидных исполнительных механизмов шагающих роботов / А.К. Ковальчук, Л.А. Каргинов, Д.Б. Кулаков и др. Свидетельство о регистрации программ для ЭВМ № 2012610398. 10.01.2012.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНС В МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМ: ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

*Кондратьева С.Д.*

доцент кафедры «Системы автоматизированного проектирования»,  
канд. техн. наук, доцент, Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
Россия, г. Калуга

*Семенов М.Г.*

доцент кафедры «Высшая математика», канд. физ.-мат. наук,  
Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Россия, г. Калуга

В статье рассмотрены примеры патентов, существенной частью которых является решение системы дифференциальных уравнений (ДУ) для определения динамических параметров исследуемой системы. В качестве возможного алгоритма решения систем ДУ рассматривается формализм искусственных нейронных сетей (ИНС).

*Ключевые слова:* математическое моделирование, динамические системы, системы дифференциальных уравнений, искусственные нейронные сети.

При исследовании сложных систем часто приходится сталкиваться с необходимостью построения математических моделей на основе систем дифференциальных уравнений, как обыкновенных, так и в частных производных. Такая задача имеет не только теоретическое, но и практическое значение. В частности, решение системы дифференциальных уравнений может быть существенной частью патентов определения динамических параметров системы.

Например, в [1] предлагается изобретение, которое относится к области приборостроения и может быть использовано в системах ориентации, определяющих параметры движения объекта. В качестве измерителей угловой скорости используют акселерометры, а сами параметры ориентации и навигации быстровращающихся объектов получают с учетом обработки сигналов с указанных акселерометров с помощью решения системы дифференциальных уравнений с использованием параметров Родриго-Гамильтона или Кейли-Кейна. Техническим результатом изобретения является расширение диапазона и повышение точности измерений, а также снижение габаритов и себестоимости устройства.

Одним из способов построения устойчивых алгоритмов решения систем дифференциальных уравнений является формализм искусственных нейронных сетей. В частности, этот метод применим для параметризованных

моделей, когда требуется исследовать поведение решения в зависимости от некоторого параметра, идентифицировать значение параметра по данным измерений или когда определяющие моделируемую систему характеристики заданы значениями, распределёнными в некоторых интервалах, – интервальными параметрами [2].

В качестве примера можно привести нейросетевую модель температурного поля по начально-краевым данным в случае коэффициента теплопроводности, заданного интервально [3]. Подобные модели имеют большую практическую ценность. Например, в патенте [4] предлагается способ определения температурной зависимости коэффициента теплопроводности изотропных электропроводящих материалов с использованием численного решения стационарного нелинейного дифференциального уравнения теплопроводности с внутренними источниками теплоты. Техническим результатом патента является повышение точности определения температурной зависимости коэффициента теплопроводности.

Математическая постановка подобной задачи имеет вид

$$\begin{aligned} u_t &= ru_{xx}, \quad (x;t) \in (0;1) \times (0;T), \quad r \in (r^-; r^+), \\ u(x, 0, r) &= \varphi(x), \quad x \in (0;1), \\ u(0, t, r) &= u(1, t, r) = 0, \quad t \in [0;T] \end{aligned} \quad (1)$$

В [3] приближённое решение задачи (1) ищется в виде выхода нейронной сети с радиальными базисными функциями. Особенностью метода является периодическая регенерация пробных точек, что обеспечивает устойчивость решения. Для подбора структуры используется вариант метода растущих сетей с отбраковкой добавляемых элементов, основная идея которого состоит в том, что нейроны добавляются последовательно, поэтому на каждом шаге производится минимизация функционала, зависящего от меньшего числа переменных, а нейроны, добавленные ранее, остаются при этом «замороженными». В процессе исследования [3] была реализована растущая сеть с добавлением нейронов по одному, с обучением всей сети после очередного добавления. После каждого добавления нейрона и его обучения вычисляется ошибка на тестовой выборке сети с добавленным нейроном и без него. Если добавление нейрона не приводит к уменьшению ошибки, то он удаляется из сети.

#### Список литературы

1. Способ определения параметров ориентации и навигации и бесплатформенная инерциальная навигационная система для быстровращающихся объектов // Патент России № 2256881. 2005 / Ачильдиев В.М., Мезенцев А.П., Решетников В.И. [и др.].
2. Vasilyev A.N., Tarkhov D.A. Mathematical Models of Complex Systems on the Basis of Artificial Neural Networks// Nonlinear Phenomena in Complex Systems. 2014. V. 17, No. 3, P. 327-335.
3. Васильев А.Н., Тархов Д.А. Математические модели систем с интервально заданными параметрами на основе гетерогенных нейронных сетей. Продолжение температурного поля – классическая постановка задачи // Нейрокомпьютеры. 2012. №11. С. 56-59.
4. Способ определения температурной зависимости коэффициента теплопроводности твердых изотропных электропроводящих материалов // Патент России № 2419782. 2011 / Костановский А. В., Костановская М. Е., Зеодинов М. Г.

## ЛАЗЕРА НА ПАРАХ СТРОНЦИЯ ДЛЯ АБЛЯЦИИ ТВЕРДЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ

*Лоева Я.А.*

студентка магистратуры,  
Томский государственный университет, Россия, г. Томск

*Солдатов А.Н.*

профессор, доктор физ.-мат. наук, декан ФИТ ТГУ,  
Томский государственный университет, Россия, г. Томск

Современные лазерные системы имеют огромный потенциал как хирургические устройства высокой точности. Используя лазер в качестве скальпеля можно производить более контролируемое разрезание биотканей, в том числе и костных. В лаборатории лазерной физики и кристаллофизики ТГУ была разработана уникальная установка для исследования процессов лазерной резонансной абляции. С использованием данной установки были проведены исследования режимов лазерной резонансной абляции твердых биотканей. Выполнено описание зоны термического повреждения, выдвинуто предположение о пути ее уменьшения.

*Ключевые слова:* лазер на парах стронция, абляция, биоткань, зона термического повреждения.

В некоторых областях хирургии часто возникают задачи, в которых при хирургических вмешательствах и манипуляциях требуется послойное и прецизионное удаление тканевых структур с сохранением жизнеспособности близлежащих тканей. Это возможно при лазерной абляции биотканей. В лаборатории лазерной физики и кристаллофизики ТГУ была разработана уникальная установка для исследования процессов лазерной резонансной абляции. Основу установки составляет многоволновой лазер на парах стронция с наносекундной длительностью импульса генерации. Средний ИК-диапазон длин волн оказался наиболее приемлемым для резки костных тканей с точки зрения производительности процесса обработки и минимизации зоны термических повреждений.

Дальнейшие исследования с использованием лазерной системы, перестраиваемой по длинам волн в области 2.9 – 9.2 мкм, показали, что наилучшим образом для высококачественной резки костных тканей подходит излучение с длиной волны 6.45 мкм. В ряде работ [3, 4] отмечалось, что на длинах волн 3 и 1 мкм также происходит эффективная лазерная абляция биотканей. Авторы объясняют это сильным поглощением воды, содержащейся в них. В качестве примера можно рассматривать ИК-спектры поглощения роговицы, нервной ткани и дермы [3]. Характерной особенностью этих спектров является положение моды ОН-полосы воды вблизи  $3300 \text{ см}^{-1}$  (3 мкм). Кроме этой обнаружены еще две моды: Амид I – колебательная мода протеина при  $1665 \text{ см}^{-1}$  (6 мкм), и Амид II – колебательная мода протеина при  $1550 \text{ см}^{-1}$  (6,45 мкм). В результате экспериментальных исследований выявлено, что скорость абляции на длине волны 6,45 мкм выше, чем на длинах волн 3 и

1 мкм, а термические повреждения меньше. Основываясь на этих данных были проведены исследования по применению лазерной системы на парах стронция для реализации режима резонансной абляции при воздействии ИК-излучением на костную ткань, показана перспективность использования лазерного излучения на длине волны 6,45 мкм с наносекундной длительностью для абляции костных тканей [1].

В ходе экспериментов были выполнены разрезы в костной ткани методом лазерной абляции под действием инфракрасного лазерного излучения с длиной волны 6,45 мкм наносекундной длительности. В результате были получены разрезы в костных образцах длиной 1 – 3 мм. Ширина резов составила 100 – 350 мкм. Анализ аблированных участков показал, что глубина разреза увеличивается при увеличении содержания воды. Между соотношением глубины разреза и оптическим поглощением коллагенов связи не было обнаружено. При первом приближении это означает то, что степень поглощения воды и гидроксипатитов в начальной структуре компоненты кости является определяющей для глубины разреза. Почти во всех случаях сопутствующие термические повреждения не выходили из зоны 10 – 25 мкм. Исследования зон термического повреждения в некоторых образцах дало основание полагать, что поврежденные участки могут быть не первичными на поверхности, а образовываться вследствие выброса продуктов абляции, поскольку в ряде случаев возле зоны облучения и на расстоянии 15 – 20 мкм наблюдались частицы удаляемой ткани [2].

Зона термического повреждения – потемнение облучённых участков твёрдых биотканей – вызвана процессом их карбонизации, которая может оказывать влияние как на биологические процессы (способность к регенерации), так и на скорость нагрева и изменение механизмов абляции в целом. Для уменьшения ЗТП предполагается проведение дальнейших исследований по оптимизации характеристик лазерной системы, исходя из особенностей твердых биологических тканей, в частности, планируется снижение частоты следования импульсов до 200-1000 Гц, снижение длительности импульса для увеличения энергии в импульсе. Для достижения этих целей имеются все технические возможности.

#### **Список литературы**

1. Солдатов А.Н., Васильева А.В., Ермолаев А.П., Полунин Ю.П., Сидоров И.П., Филонов А.Г. / Исследовательская лазерная установка для резонансной абляции материалов // Оптика атмосферы и океана. – 2006. – Т.19, № 2–3. – С. 172-177.
2. Солдатов А.Н., Костадинов И.К., Полунин Ю.П., Шумейко А.С., Васильева А.В., Лоева Я.А. / Абляция биологических тканей под действием излучения лазера на парах стронция // Известия вузов. Физика. – 2013. – Т.56, № 10/2. – С. 39-42.
3. Edwards, G.S., Austin, R.H., Carroll, F.E. (2003) Free-electron-laser-based biophysical and biomedical instrumentation, Review of Scientific Instruments, 74 (7) pp. 3207–3245.
4. Majaro B., Plestenja P., Luka M. Thermo-mechanical Laser Ablation of Soft Biological Tissue: Modeling the Micro-explosions // Appl. Phys. B. 1999. V. 69. P. 71–80.

# УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЯВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ПСЕВДОКИПАЮЩЕЙ ВОЗМУЩЕННОЙ ЖИДКОСТИ

**Минлибаев М.Р.**

доцент кафедры ЭАПП, канд. ф.-м. наук, ФГБОУ ВПО Уфимский государственный нефтяной технический университет, филиал в г. Салавате, Россия, г. Салават

**Семенов А.В.**

студент гр. БАТ -13-21, ФГБОУ ВПО Уфимский государственный нефтяной технический университет, филиал в г. Салавате, Россия, г. Салават

Одним из факторов, определяющих эффективность химических реакций, является скорость их протекания, которая, в большинстве случаев, зависит от коэффициентов переноса. Скорость протекания химических реакций, можно увеличить при помощи «барботажа» – движения через жидкость пузырьков газа. В этом случае, наряду с диффузионным, возникает транцилляторный перенос тепла, вклад которого возрастает при одновременном акустическом воздействии. Процессы, происходящие в акустически возмущенной и псевдокипящей жидкости, невозможно отделить друг от друга и рассмотреть по отдельности. Таким образом, необходимо рассматривать все процессы в совокупности, что значительно усложняет задачу исследования.

*Ключевые слова:* температурное поле, коэффициент теплопроводности, коэффициент транцилляторного переноса.

Целью данной работы является экспериментальное и теоретическое изучение механизма транцилляторного переноса, вызванного всплыванием пузырьков в акустическом поле. Новизна идеи состоит в том, что явления переноса в жидких средах с пузырьками описываются в данной работе на основе транцилляторной модели [1-6]. Кроме того, учитывается прямая связь между коэффициентами переноса, которая позволяет использовать измерения коэффициента диффузии на основе определения теплопроводности [7-9].

Создана экспериментальная установка для исследования коэффициента транцилляторного переноса (УИКТП-4). Эта модификация отличается от предыдущих наличием системы автоматизированной регистрации и обработки экспериментальных кривых с помощью ЭВМ.

Установка состоит из нескольких частей. Основной блок представляет собой резервуар в виде параллелепипеда размерами 10×10×100 см. Стенки параллелепипеда сделаны из органического стекла, обладающего малой теплопроводностью.

Измерительный блок состоит из термопар, АЦП ADAM и ЭВМ со специальными программами. Термопары одним концом вмонтированы в установку на расстоянии 90, 240, 445 мм от нагревателя и другим концом подсоединены к входам аналогово-цифрового преобразователя ADAM 4018+-В. Создаваемый им сигнал в формате RS-485 передается модулю ADAM

4520-D2E. Он, в свою очередь, преобразует протокол RS-485 в формат RS-232. От последнего модуля данные передаются через COM-порт в компьютер. Утилита программного обеспечения ADAMView принимает и обрабатывает входной сигнал. Регулировочный блок состоит из нагревательного элемента, термопары, аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) ADAM, реле-регулятора и автотрансформатора. Нагреватель установлен в верхней части емкости, для того, чтобы уменьшить влияние естественной тепловой конвекции на перенос тепла в нижней части сосуда. Термопара, находящаяся над нагревателем, используется для поддержания постоянной температуры в верхней части резервуара с помощью специальной программы для ЭВМ.

Экспериментальный блок состоит из компрессоров, звукового генератора, звукового усилителя и источника звука. Газовые пузырьки создаются впрыском газа в нижнюю часть сосуда через керамические распределители воздуха. Для создания акустического воздействия используется источник звука ЦТС, который подсоединен к генератору низких частот.

Нами создана интерпретационная модель, позволяющая с помощью ЭВМ определять коэффициенты температуропроводности по кривым зависимости температуры от времени.

Созданная установка является оригинальной и может найти широкое применение в химической технологии и научных исследованиях.

#### Список литературы

1. Баширов М.Г., Хисматуллин А.С., Камалов А.Р. Исследование изменения теплопроводности масла при барботаже в системе охлаждения силовых трансформаторов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. № 6. – С. 338
2. Баширов М.Г., Хисматуллин А.С., Хуснутдинова И.Г. Применение барботажа в системе охлаждения силовых трансформаторов // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2014. № 3. – С. 29-32.
3. Муллакаев М.С. Ультразвуковая интенсификация добычи и переработки нефти. – М.: ОАО "ВНИИОЭНГ", 2014. – 168 с.
4. Нигматуллин Р.И., Филиппов А. И., Хисматуллин А. С. Трансцилляторный перенос тепла в жидкости с газовыми пузырьками // Теплофизика и аэромеханика. 2012. – Т. 19 – № 5.– С. 595-612.
5. Хисматуллин А.С. Теоретическое и экспериментальное исследование теплопереноса в жидкости с газовыми пузырьками. Автореф. дис. на соискание уч. ст. канд. физ.-мат. наук / БашГУ. Уфа, 2010. – 120 с.
6. Хисматуллин А.С. Расчет теплового поля в силовых масляных трансформаторах с элегазовым охлаждением / Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья 2015. № 2. С. 23 -30.
7. Хисматуллин А.С., Гареев И.М. Исследование переноса интегрального параметра в жидкости с газовыми пузырьками / Экологические системы и приборы. 2015. № 7. С. 38-42.
8. Хисматуллин А.С., Камалов А.Р. Повышение эффективности системы охлаждения мощных силовых трансформаторов. Фундаментальные исследования. 2015. № 6(2). С. 316-319.
9. Nigmatulin R.I., Filippov A.I., Khismatullin A.S. Transcillatory heat transfer in a liquid with gas bubbles // Thermophysics and Aeromechanics. 2012. Vol. 19. No. 4. С. 589.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТЛОЖЕНИЯ НАНОСОВ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ УЧКУРГАНСКОЙ, ТОКТОГУЛЬСКОЙ И КАМБАРАТИНСКИХ ГЭС

*Муканов Т.А.*

доцент кафедры «Промышленно-гражданское строительство и гидротехнического строительства»,  
Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова, Кыргызстан, г. Бишкек

Совершенствование технологической эксплуатации сооружений, водохранилищ и рассмотрение методики определения и прогнозирования объема заиления водохранилищ Кыргызстана, в частности Учкурганская, Токтогульская и Камбаратинских ГЭС.

Статья посвящена одной из самых актуальных и до настоящего времени освещенных в недостаточной мере вопросов – точному определению и особенно, прогнозированию потерь ёмкости русловых водохранилищ и вопросу размещения наносов в ирригационных и энергетических водохранилищах.

*Ключевые слова:* гидроузлы, эксплуатация водохранилищ, наносы, гранулометрический состав, твердый сток, обеспеченность, расход наносов.

Освоение водных ресурсов Нарына началось в конце 50-х годов, когда была создана строительная организация «Нарынгидроэнергострой» для сооружения Учкурганского гидроузла, а в дальнейшем и последующих гидроузлов в бассейне Нарына. Непосредственно на Нарыне построено пять ГЭС, в таблице 1 даны характеристики гидроузлов Нижненарынского каскада ГЭС с водохранилищами.

Таблица 1

Название ГЭС	Год ввода первого агрегата	Расчет. напор Н, м	Устан. мощность МВт	Водохранилище			
				Площадь зеркала, км <sup>2</sup>	Полный объем, млн. м <sup>3</sup>	Полезный объем, м <sup>3</sup>	Протяженность км
Учкурганская	1961	29	180	4,0	53,4	20,9	17
Токтогульская	1975	140	1200	284,3	19500	14000	80
Курпсайская	1981	91,5	800	12,0	370	35	40
Ташкумырская	1985	53	450	7,8	140	16	20
Шамалдысайская	1990	26	240	2,4	40	5,7	12
Камбар-Атинская 2	2010	47,5	120 (1)	12,5	70	5,5	4,5

Хронологический ход ввода в эксплуатацию водохранилищ соответствует и ходу их заиления.

Каскады Камбаратинских и Токтогульских ГЭС на реке Нарын в Кыргызской Республике (рис. 1).



Рис. 1. Схематический рисунок расположения объектов

Рассмотрение процессов заиления начнем с Учкурганского водохранилища.

Сооружение плотины Учкурганской ГЭС в узком каньоне образовало водохранилище длиной около 17 км и с площадью зеркала 4км<sup>2</sup>, объемом 52,5млн. м<sup>3</sup>, с полезной емкостью 20,9 млн. м<sup>3</sup> предназначенное для суточного регулирования стока и создания запаса воды для орошения.

За период с 1962 по 1973 гг., до перекрытия р. Нарын в створе Токтогульской ГЭС, в Учкурганское водохранилище поступал бытовой сток наносов реки. Проведению специальных мероприятий по рациональному режиму эксплуатации водохранилища препятствовал забор воды в каналы (Большой Ферганский, Уч-Курганский, Северо-Ферганский и имени Ахун-Бабаева), расположенные ниже Учкурганской ГЭС, вследствие чего оно существенно заилено.

Наблюдения за изменениями емкости водохранилища велись и в последующие годы [1]. В состав работ входили промеры русла р.Нарын на участке водохранилища и подсчет объемов водохранилища.

По годам изменение емкости Учкурганского водохранилища имеет следующую динамику: в 1957 г. – 54 млн.м<sup>3</sup>, в 1963 г. – 42 млн.м<sup>3</sup> в 1968 г. – 24 млн.м<sup>3</sup>, с 1978 г. и по настоящее время – 15,5 млн.м<sup>3</sup>. Таким образом, полная емкость Учкурганского водохранилища равна 15,5млн. м<sup>3</sup>, что почти в 3,5 раза меньше его проектной емкости, а полезная – 11,0 млн.м<sup>3</sup>. [2].

Сопоставление продольных профилей, выполненных по съемкам 1957...1989 г. показывает, что наибольшая толща отложения наносов до 25 м по глубине отмечаются на расстоянии 1880...2735м от створа плотины.

По результатам анализа гранулометрического состава, толща этих отложений на этом участке сформирована наносами с процентным содержанием пылевых фракций диаметром менее 0,05 мм до 62,5%. В верхней части водохранилища толщина наносов уменьшается и сформирована преимущественно наносами  $d = 0,004...0,04$  мм, перемежающимися фракциями со средним диаметром 0,1 мм с включением камней  $d = 0,3$ м.

Водоохранилище на данный момент почти полностью заполнено наносами и это обстоятельство оказывает отрицательное влияние на режим работы водоохранилища и безопасность плотины в отношении паводковых явлений, в частности, по результатам обследования, выполненного нами в 2000 г., было выявлено, что из 8 донных водосбросов плотины 3 оголовка водосброса заилены. Задача очистки водоохранилища Уч-Курганской ГЭС на р. Нарын является актуальной для его эксплуатации.

Объем выноса твердой фазы малых водотоков на участке Учкурганского водоохранилища незначительный и существенно не может влиять на его заиливание. Кроме того, при правильной эксплуатации возможна самоочистка водоохранилища. Поэтому, на наш взгляд, единожды проведенная очистка обеспечит нормальную эксплуатацию водоохранилища на многие десятки лет.

Заиливание вышележащих водоохранилищ Шамалдысайской, Ташкумырской и Курпсайской ГЭС нами не рассматривается, т.к. сток наносов р. Нарын к началу их строительства уже полностью задерживается Токтогульским водоохранилищем.

Рассмотрим заиливание Токтогульского водоохранилища расположенного первым в Нижнеларынском каскаде ГЭС с полным объемом 19,5 млрд.м<sup>3</sup>. Анализ расходов и стока взвешенных наносов в Токтогульское водоохранилище производился на основании наблюдений, проводимых с 1964 г. на гидроступу Уч-Терек, расположенном выше водоохранилища.

Согласно данным Гидрометцентра Кыргызстана был составлен ряд значений средних месячных расходов наносов на реке Нарын, в районе станции Уч-Терек. К сожалению, некоторые данные отсутствовали (помечены скобками), что объясняется недостатком материальной базы Гидрометцентра Кыргызстана и неблагоприятными погодными условиями (наличие ледяного покрова и др.) во время проведения замеров, не позволяющими проведение данного вида работ. Недостающие данные были получены нами интерполяцией имеющихся данных.

В результате получился ряд размером 27 лет, с 1964 по 1992 г., за исключением 1976 и 1988 г., который представлен в таблице 2. Вычисление среднегодового расхода взвешенных наносов  $R_0$  и коэффициента вариации  $C_{vT}$  произведены по известным формулам.

Таблица 2

**Среднемесячные расходы наносов на р. Нарын, в районе станции Уч-Терек, кг/с**

Год	Месяцы												Ср. годовые
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1964	(10)	(10)	(70)	(60)	40	2700	440	68	13	1,4	(2)	(2)	(285)
1965	(10)	(10)	24	90	90	120	1100	580	98	37	48	(18)	(185)
1966	52	(25)	(40)	(750)	1500	7000	1900	1700	250	50	29	32	(1111)
1967	(15)	20	53	970	(2500)	2000	1200	460	85	30	9,5	17	(613)
1968	(7,2)	18	74	470	970	2500	1500	980	120	14	22	9,4	(557)
1969	18	27	510	1500	5200	5200	4400	1200	530	89	30	18	1600
1970	6,9	31	35	370	1300	1300	1900	700	210	23	15	7,4	490
1971	6,1	31	210	270	360	2500	880	470	65	28	31	16	410
1972	10	10	95	150	590	1600	840	920	71	33	50	11	360
1973	(10)	(20)	42	600	1400	3200	2000	670	210	3,2	(16)	(10)	680
1974	(15)	(20)	5,9	140	370	630	680	330	43	7,7	(10)	(20)	190

1975	(8)	(10)	6,4	220	220	1900	590	570	64	(10)	(15)	(4)	(301)
1977	(2)	(10)	(75)	150	(900)	(970)	600	400	62	71	46	8,3	(275)
1978	3,5	1,8	69	1100	1400	930	1000	1000	35	9,1	8	20	460
1979	4,1	6,9	110	1200	1000	2700	(1700)	880	85	170	23	(18)	(658)
1980	(2)	(17)	(75)	180	1700	930	640	380	46	14	(6)	(8)	(333)
1981	15	35	49	230	1300	1100	1100	270	41	19	21	6,4	350
1982	(10)	(6)	35	340	340	130	360	450	38	12	10	(2)	(144)
1983	1,1	7,9	37	160	880	1300	1100	1100	170	49	14	10	400
1984	5,8	12	110	520	320	720	480	1100	46	15	14	2,8	280
1985	(10)	(10)	41	430	280	780	520	230	(10)	15	17	(10)	(196)
1986	2,1	16	32	200	280	940	880	360	54	28	10	7	230
1987	6,7	8,2	120	240	1200	3000	2900	1100	110	100	34	21	740
1989	(10)	(10)	(110)	(610)	(2400)	1800	1400	450	90	26	23	12	(578)
1990	45	35	280	720	2100	1400	1200	520	270	43	24	24	560
1991	(15)	(15)	200	320	440	2300	1400	670	170	24	25	(10)	(466)
1992	(12)	(10)	130	480	580	920	1300	310	63	22	15	15	(321)

В результате вычислений, основанных на исследованиях, получили среднегодовой расход наносов  $R_0 = 473$  кг/с и коэффициент вариации  $C_{vr} = 0,655$ .

Результаты выполненного расчета расхода наносов заданной обеспеченности по программе FLIKE (Log Pearson III) приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Расход наносов при различных значениях обеспеченности**

Обеспеченность P%	0,1	0,5	1,0	2,0	10,0	50,0
Расход наносов $R_0$ , кг/с	3548	2335	1920	1560	894	392

Фракционный состав наносов принят для гидростов, ближайших к гидроствору Уч-Терек. В таблице 4 приведены значения фракционного состава наносов Нарына на участке Нижненарынского каскада ГЭС.

Таблица 4

**Средний гранулометрический состав взвешенных наносов в р. Нарын**

Пост	Годы наблюдений	Число проб	Крупность наносов в мм и содержание в % от общего количества			
			0,20	0,20 – 0,05	0,05 – 0,01	< 0,01
р. Кекирим	1938-1943, 1956-1960	202	2,9	21,2	17,7	58,2
с. Алексеевка	1933-1935, 1937-1942 1948, 1950-1952, 1954, 1957, 1958	74	1,8	21,9	21,5	54,8
ст. Верхне-Учукганская	1953-1957		2,8	25,0	19,1	53,2
кишл. Учкурган	1929, 1931-1944, 1946-1962	124	2,4	15,2	27,2	55,2

Из таблицы 4 видно, что средний гранулометрический состав взвешенных наносов в р. Нарын на данном участке реки почти не изменяется, поэтому нами для дальнейших расчетов принято распределение по гидроствору с. Алексеевка. Оценка распределения наносов по акватории водохранилища

основывается на учете скоростей течения в водохранилище  $V_{\text{ср}}$  и скорости выпадения взвешенных в потоке частиц данной крупности  $V_{\text{в}}$ . Зависимость между  $V_{\text{ср}}$  и  $V_{\text{в}}$ .

Зная скорость осаждения взвешенных наносов и среднюю скорость течения на каком-либо участке водохранилища, можно вычислить путь  $L$ , на протяжении которого выпадут наносы рассматриваемой крупности.

При расчете заиления Токтогульского водохранилища за основу был взят ряд наблюдений за твердым стоком на гидропосту Уч-Терек (см. таблицу 3), расположенным выше Токтогульского водохранилища [3].

Далее принимая, что мертвый объем Токтогульского водохранилища равен 5,5 млрд.  $\text{м}^3$ , и принимая транзитную часть наносов мелких фракций, сбрасываемых из водохранилища при паводках, в долях от общего объема наносов  $d = 5\%$ , было рассчитано возможное время заиления мертвого объема Токтогульского водохранилища.

Как следует из изложенного выше, оценка распределения наносов по акватории водохранилища основывается на учете скоростей течения  $V_{\text{ср}}$  в водохранилище и скорости выпадения взвешенных в потоке частиц данной крупности  $V_{\text{в}}$ .

Гидравлическую крупность наносов, определяли по таблице 9,3 СНиП, а предельную скорость выпадения частиц, определяли по формулам СНиП [4].

При расчете распределения наносов по акватории водохранилища принято 6 створов на равном расстоянии друг от друга. Таким образом, имея данные о твердом расходе, крупности, или гранулометрическом составе наносов, поступающих в водохранилище, о величине расхода воды и площади поперечных сечений на различных участках водохранилища, было также определено, на каком расстоянии от зоны выклинивания подпора произойдет осаждение частиц различной крупности. Расчеты сведены в таблице 5.



Рис. 2. Наносы верхней части Токтогульской водохранилища в маловодный период

**Расчет распределения наносов по акватории водохранилища**

Расчетные параметры	Диаметр частиц, мм	Номера расчетных створов (расстояние, км)					
		1 (0,0)	2 (2,0)	3 (4,0)	4 (6,0)	5 (8,0)	6 (10,0)
Площадь сечения водохр., м <sup>2</sup>		1000	5000	10000	25000	50000	100000
Ширина водохранил., м		200	500	700	1120	1570	2200
Глубина водохранил., м		5,0	10,0	14,3	22,3	31,8	45,5
Ср. скорость воды V <sub>ср</sub> , м/с		1,558	0,3116	0,1558	0,06232	0,03116	0,01558
Предельная скорость выпадения частиц, V <sub>к</sub> , м/с	0,2	0,283	0,318	0,337	0,363	0,385	0,409
	0,05	0,178	0,200	0,212	0,229	0,243	0,258
	0,01	0,104	0,117	0,124	0,134	0,142	0,151
Скорость выпадения частиц, V <sub>в</sub> , м/с	0,2	отриц.	0,004	0,113	0,174	0,193	0,202
	0,05	отриц.	отриц.	0,001	0,001	0,002	0,002
	0,01	отриц.	отриц.	отриц.	0,00004	0,00006	0,00007
Длина уч. выпадения частиц, L, м	0,2	Проносится	785,6	19,7	8,0	5,1	3,5
	0,05	Проносится	проносится	4180,0	956,0	569,3	376,8
	0,01	Проносится	проносится	проносится	32557,2	15894,1	9873,8

На основании результатов, приведенных в таблице 5 определено расстояние, на котором произойдет выпадение частиц взвешенных наносов заданного фракционного состава: фракции диаметром  $d = 0,2$  мм выпадут приблизительно на расстоянии 2,8 км,  $d = 0,05$  мм – 8,2 км и  $d = 0,01$  мм – 19,9 км.

### **Параметры твердого стока на р. Нарын в створе с. Учтерек между Камбаратинской ГЭС-1 и ГЭС-2**

Формирование стока речных наносов р.Нарын происходит в основном за счет смыва мелкозема с речных бассейнов и, в значительно меньшей степени, за счет руслового размыва, причем интенсивность последнего зависит от устойчивости русла. Среди продуктов бассейнового смыва основную роль играют наносы, выносимые ледниковыми водами, и наносы, смываемые талыми снеговыми и дождевыми водами.

Воды рек, входящих в систему Нарына, имеют высокую мутность. Для годового хода мутности характерна повышенная мутность в период половодья, причем имеется тенденция к двум ее максимумам – в мае, в период интенсивного таяния сезонных снегов, и в июле-августе, в период таяния ледников. Самая низкая мутность наблюдается в зимние месяцы.

Доля взвешенных наносов за счет ледникового смыва в бассейне р. Нарына, которая относится к рекам со смешанным, преимущественно снеговым, питанием со средними высотами водосборов порядка 2500-3000 м, достигает наибольших значений (70-80%). С понижением высоты водосбора доля ледникового смыва уменьшается, а доля талого и дождевого смыва увеличивается.

Внутригодовое распределение стока взвешенных наносов и мутности в основном соответствует внутригодовому распределению жидкого стока, но

отличается еще большей неравномерностью. Колебания расходов взвешенных наносов не всегда синхронны колебаниям расходов воды из рис.1 видно, что не всегда наибольший по водности год является наибольшим по стоку взвешенных наносов, так же, как и наименьшие годы по стоку воды не всегда будут наименьшими по стоку наносов.

В осенне-зимний период (октябрь-февраль) мутность воды р. Нарын колеблется незначительно, расходы взвешенных наносов наиболее низкие и сток наносов составляет всего от 0 до 5 % годового.

В весенний период, с марта по июнь, мутность воды резко увеличивается, причем величины ее достигают больших значений на подъеме половодья, чем на спаде. Время прохождения наибольших среднемесячных расходов взвешенных наносов не одинаково по длине р. Нарын, так как зависит в основном от высоты водосборов, и обычно совпадают с периодом максимальных расходов воды.

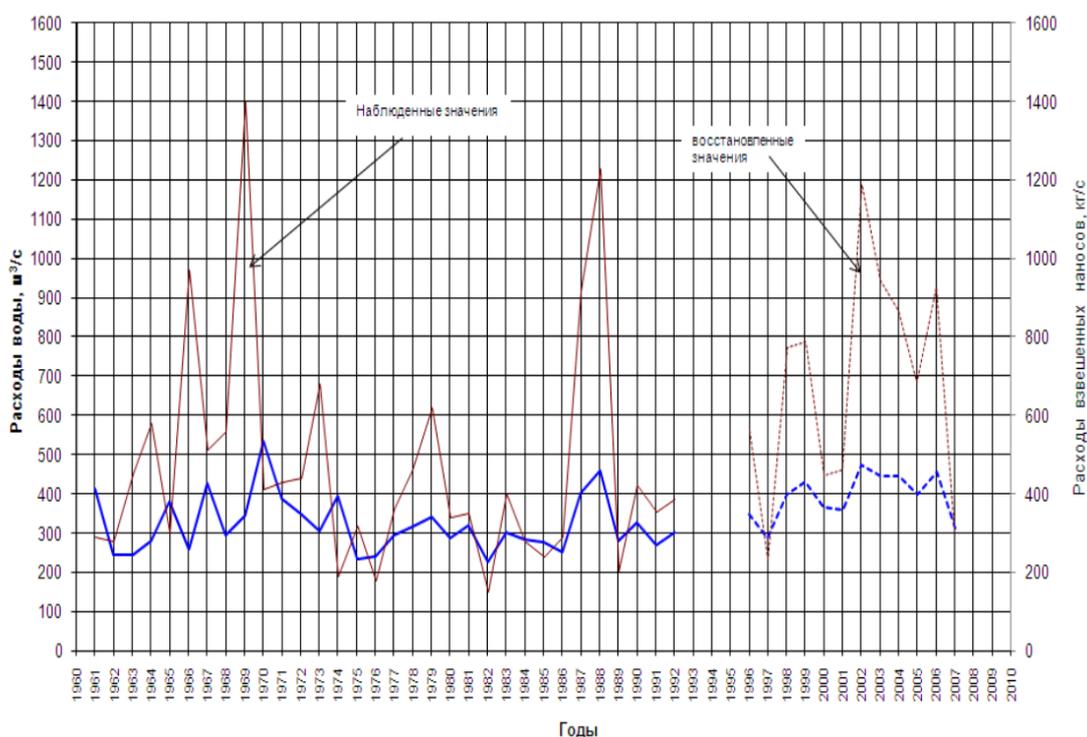


Рис. 3. График связи среднемесячных расходов взвешенных наносов с расходами воды

По указанным годам наблюдений был построен график связи среднемесячных расходов взвешенных наносов с расходами воды  $R_{взв} = f(Q)$  (см. рис. 2).

Многолетний ряд расходов взвешенных наносов получен путем их восстановления по этому графику и среднемесячным расходам воды за период с 1993 по 2007 гг.

Среднемесячные и среднегодовые расходы взвешенных наносов р. Нарын по гидропосту у с. Учтерек приводятся в таблице 5. Среднегодовой расход взвешенных наносов в среднем за 1961-2007 гг. равен 480 кг/с, что составляет по стоку за год 15,2млн. тонн или 12,6 млн.м<sup>3</sup>.

Наибольший среднегодовой расход взвешенных наносов р. Нарын в ряду наблюдений был зафиксирован в 1969 г. и составил 1400 кг/с при годо-

вом стоке 44,2 млн. тонн, наименьший – в 1982 г, равен 150 кг/с при стоке 4,7млн. тонн.

Основной сток взвешенных наносов проходит в период паводка – с апреля и август – и составляет в среднем 94% от годового стока. Среднемноголетний расход взвешенных наносов этого периода равен 1000 кг/с. Наибольший наблюдаемый среднемесячный расход в среднем за многолетие приходится на июнь и равен 1700 кг/с.

В отдельные годы максимум стока взвешенных наносов приходится на май (5 раз), июль (2 раза) или август (2 раза).

Наибольший среднемесячный расход взвешенных наносов за 1961-1987, 1989-1992 гг. наблюдался в июне 1969г и составил 5200 кг/с, наименьший за паводковый период – 35 кг/с – в апреле 1962 г.

Учитывая малую приточность участка р. Нарын между створами гидрологического поста у с. Учтерек и Камбаратинских ГЭС № 1 и № 2, для характеристики стока взвешенных наносов р. Нарын к намечаемым сооружениям Камбаратинских ГЭС приняты данные наблюдений по гидропосту у с. Учтерек. Измерение расходов и фракционного состава взвешенных наносов, отбор ежедневных проб воды на мутность велись в створе с. Учтерек с 1961 по 1987 г. и (с пропусками) с 1989 по 1992 г. После 1992 г. наблюдений за мутностью не велось.

Наиболее осветленная вода в р. Нарын в створе гидропоста у с. Учтерек наблюдается с ноября по февраль. Сток наносов этого периода составляет 1,6 % от годового.

Мутность воды р. Нарын в створе гидропоста у с. Учтерек в среднем за период с 1961-1987, 1989-1992 гг. равна 1,4 кг/м<sup>3</sup>.

Внутригодовое распределение мутности соответствует внутригодовому распределению стока взвешенных наносов (таблица 6).

Таблица 6

**Сведения о твердом стоке р. Нарын**

Река – створ наблюдений	1985 г.		1986 г.	
	Сток влеко- мых наносов тыс. т	% от стока взвешенных наносов	Сток влеко- мых наносов, тыс.т	% от стока взвешенных наносов
р. Нарын – выше устья р. Кекемерен	310	5,7	300	4,0
р. Кекемерен – устье	85	34	69	8,0
р. Нарын – ниже устья р. Кекемерен	390	6,9	370	4,3
р. Нарын – с. Учтерек	600	8,0	-	-

Мутность воды в период с апреля по август в среднем за многолетие составляет 1,9 кг/м<sup>3</sup>. Наибольшая мутность в основном наблюдается в июне и в среднем составляет в этом месяце 2,2 кг/м<sup>3</sup>. Наибольшая среднемесячная мутность воды за период 1961-1987, 1989-1992гг. наблюдалась в мае 1969 г. и была равна 5,6кг/м<sup>3</sup>.

Фракционный состав взвешенных наносов по измерениям на гидропосту ус. Учтерек в 1964-1969, 1974-1978 и 1983-1986 гг. представлен на рис. 3.

Основную массу (96%) взвешенных наносов составляют частицы диаметром менее 0,25 мм. На стадии обосновывающих материалов сток влекомых наносов р. Нарын к створам Камбаратинских ГЭС был принят по процентному соотношению влекомых и взвешенных наносов, полученному по измерениям в 1962-1966 гг. на р. Нарын в створе гидропоста Карасуйский. Это отношение составило 7 %.

В 1985 и 1986 гг. Средазгидропроект вел наблюдения за стоком влекомых наносов р. Нарын в створах у с. Учтерек, выше устья р. Кекемерен и р. Кекемерен в створе устья.

Измерения расходов влекомых наносов проводились в период паводка – с мая по сентябрь. Отбор проб влекомых наносов производился сачком-ловушкой системы Гидропроекта с размером входного отверстия 15×15 см.

Движение влекомых наносов р. Нарын в створе у с. Учтерек начинается при расходе воды 200 м<sup>3</sup>/с, полоса движения наносов колеблется в пределах 50-65 м. В створе выше устья р. Кекемерен движение влекомых наносов отмечено при расходах воды более 100 м<sup>3</sup>/с, полоса движения наносов на участке створа изменяется от 15 до 50 м.

Таким образом, принятое на стадии обосновывающих материалов процентное соотношение (7%) стоков влекомых и взвешенных наносов р. Нарын к створам Камбаратинских ГЭС-1 и 2 подтверждается данными наблюдений 1985 и 1986 гг.

Сток влекомых наносов р. Нарын к створам Камбаратинских ГЭС-1 и 2 принят равным 1,06 млн. тонн или 0,53 млн.м<sup>3</sup> в год.

Материалы наблюдений 1985-1987, 1988, 1989, 1991 и 1992 гг. за фракционным составом влекомых наносов р. Нарын в створе гидрологического поста у с. Учтерек также подтвердили кривую, приведенную в Техническом проекте и полученную на основании наблюдений 1962-1966 гг. в створе гидропоста Карасуйский (рис. 4).

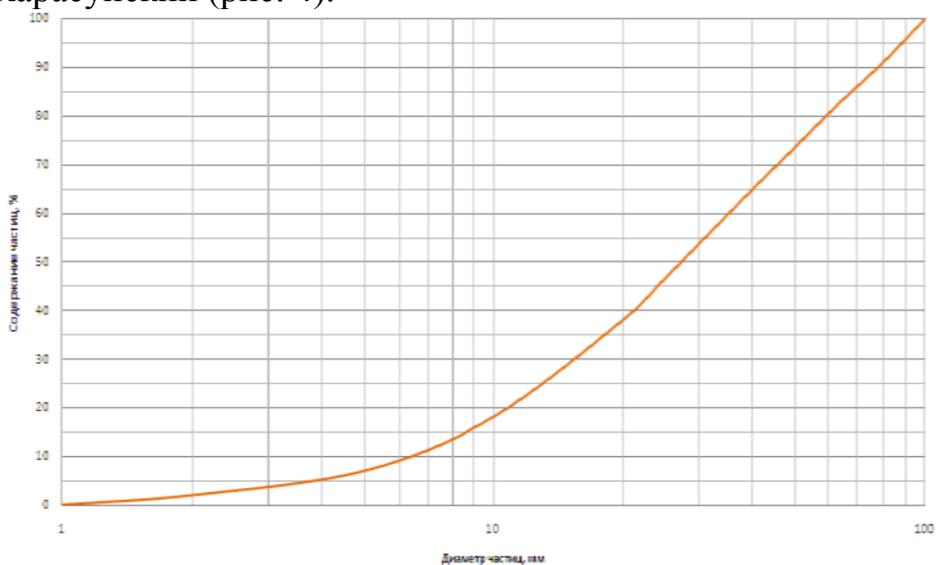


Рис. 4. Фракционный состав влекомых наносов р. Нарын в створе гидрологического поста у с. Учтерек наблюдений 1985-1987, 1988, 1989, 1991 и 1992 гг.

## Основные выводы

Контроль состояния и работы гидротехнических сооружений позволяет выявить основные эксплуатационные затруднения, степень и характер которых зависят главным образом от величины напора и конструктивных особенностей гидротехнических сооружений, а также географического расположения гидроузла.

В мире накоплен опыт по существующим гидроузлам и разработаны сооружения по очистке наносов. Отсутствие или крайняя ограниченность расходов воды на промыв наносных отложений, скопившихся в бьефах гидроузла осенью и весной (до паводков), осложняют его эксплуатацию, которая зачастую невозможна без механического удаления их из водохранилища.

Для рационального использования существующих гидротехнических сооружений и водохранилищ, созданных ими целесообразно расширение изучения и обобщение опыта эксплуатации гидроузлов и гидротехнических сооружений. При этом данные всех видов натуральных наблюдений и исследований необходимо учитывать более глубоко, чем в настоящее, при разработке новых энергетических и комплексно-энергетических систем. Следует также углубить проработку вопросов эксплуатации при составлении проектов комплексных гидроузлов и их сооружений и мероприятий по борьбе с наносами.

На данном этапе все виды наблюдений в Республике не проводятся, частично проводимые наблюдения не дают полной характеристики работы сооружения, что не позволяет проведению анализа процессов в водохранилище.

По результатам полученных данных можно сделать следующие выводы:

### По Учкурганскому водохранилищу:

- сравнение результатов промеров по поперечникам с изучением мутности показывает, что объем заиления почти полностью определяется объемом взвешенных наносов; донные наносы не оказывают существенного влияния на заиление водохранилища.

- на основании изучения имеющихся материалов по заилению водохранилища и его очистке и наших обследований (2000г.) установлено, что очистка водохранилища остается актуальной задачей. Для проведения мероприятий по очистке необходимо: провести батиграфическую съемку водохранилища; разработать проект очистки. [5].

### По Токтогульскому водохранилищу:

- период заиления мертвого объема довольно продолжительный, более 350 лет, но заиление устьевой части водохранилища может привести к поднятию дна.

- выпадение даже самых мелких фракций наносов произойдет на расстоянии до 20 км от устья, т.е в пределах Кетмень-Тюбинской долины.

- в обозримом будущем наносы не достигнут створа плотины и не могут повлиять на работу и безопасность Токтогульской ГЭС.

## Список литературы

1. Зырянов А.Г. Динамика заиления водохранилища Учкурганской ГЭС и опыт борьбы с наносами // Гидротехническое строительство, № 1. – М., 1973. – С. 32–37.
2. Отчет по оценке безопасности Токтогульской и Учкурганской плотин. Компонент С «Безопасность плотин и управление водохранилищами». Проект GEF. – Бишкек, 2001.

3. Токтогульская ГЭС на р. Нарын. Технический проект основных сооружений, том 1. Природные условия. Кн. 2. Инженерно – геологические условия. – 1036-ТЗ. – САО «Гидропроект», 1969.

4. Строительные нормы и правила. СНиП 2.01.14–83. Определение расчетных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 1985

5. ТЭР расчистки водохранилища Учкурганской ГЭС на р.Нарын. Проект № 3805-17 / ВО «СОЮЗГИДРОЭНЕРГОСТРОЙ». – М., 1990.

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ЗАЯВИТЕЛЕМ ПРИ ПРЕДОСТАВЛЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ УСЛУГ РЕГИОНАЛЬНЫМ ОРГАНОМ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКИМ ХОЗЯЙСТВОМ**

*Нестеренко А.С.*

магистрант кафедры «Математики и информационных технологий»,  
Алтайская академия экономики и права, Россия, г. Барнаул

В статье рассмотрена централизованная информационная система обмена установленными формами отчетной документации для формирования справок-расчетов, закрепленных за заявками на предоставление государственной поддержки региональным органом управления сельским хозяйством.

*Ключевые слова:* автоматизация, субсидия, информационная система, проверка данных, свободное программное обеспечение.

В текущей экономической ситуации решение задачи импортозамещения в сельском хозяйстве является одной из самых важных, в том числе для безопасности нашей страны. Дальнейшее эффективное развитие сектора во многом зависит от стабильности комплексной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей. Нарращивание социально-экономического потенциала сельских территорий, придание этому процессу устойчивости и необратимости является стратегической задачей государственной аграрной политики. Стимулирование товаропроизводителей посредством предоставления субсидий является одним из приоритетных направлений мотивационной деятельности государства и органов управления агропромышленным комплексом субъектов РФ [1].

Отчетность, утвержденная органом управления АПК, является основанием для исчисления сумм государственной поддержки, подача отчетности является неотъемлемой частью процесса обоснования права на получение субсидии, поэтому для регулирования, формализации и мониторинга данного процесса целесообразно использовать средства автоматизации [2-3].

Предметом проектирования информационной системы послужил непосредственно сам процесс предоставления средств государственной поддержки сельхозтоваропроизводителям региона, зарегистрированным в едином реестре сельхозтоваропроизводителей и заключивших соглашение на предоставление средств государственной поддержки. Получить субсидию, не

находясь в реестре – нельзя. Кроме того, сельхозтоваропроизводителям необходимо регулярно подавать отчетность о своём финансово-экономическом состоянии. Основной целью проекта являлось повышение эффективности процесса доведения средств государственной поддержки до товаропроизводителей региона.

Если сельхозтоваропроизводитель находится в реестре и регулярно по-дает отчетность по результатам деятельности, то он имеет возможность по-дать заявку на получение государственной поддержки. При этом он оценива-ет условия получения субсидий, выбирает подходящую, подает необходимые документы и заявку на предоставление субсидии в органы управления АПК субъекта РФ, согласно порядку, установленному регламентом предоставле-ния выбранного вида субсидии.

Специалист органа управления АПК рассматривает представленные до-кументы, производит проверки, в том числе посредством отправки межведом-ственных запросов, согласно НПА и на их основании выносит решение о мо-тивированном отказе или об оказании поддержки в форме субсидирования.

Система содержит автоматизированные проверки данных, которые уже на этапе загрузки документов и заявок находят основные типы ошибок, спе-циалисты смогут обрабатывать большее количество заявок и средства госу-дарственной поддержки скорее найдут своих потребителей, что положительно скажется на состоянии сектора экономики и каждого отдельного товаро-производителя.

Оригинальное решение было выполнено на свободной портальной платформе Liferay (Community Edition) и СУБД PostgreSQL, являющихся сво-бодным программным обеспечением, что позволило исключить затраты на лицензионные платежи и обеспечить возможность работы почти 3000 пользо-вателей в личных кабинетах при небольших затратах вычислительных, вре-менных и финансовых ресурсов, что свидетельствует о его эффективности.

В системе автоматизированы и принимаются заявки по следующим ви-дам субсидирования:

- на возмещение части затрат по наращиванию маточного поголовья овец и коз, поголовья северных (пятнистых) оленей, маралов и мясных та-бунных лошадей;
- на содержание племенного маточного поголовья сельскохозяйствен-ных животных, племенных быков-производителей;
- на возмещение части затрат на приобретение оригинальных и элит-ных семян.

В результате была получена централизованная система обмена уста-новленными формами отчетной документации для формирования справок-расчетов, закрепленных за заявками на предоставление государственной поддержки. Она позволяет специалистам оперативно проводить проверки по-ступающей документации, самостоятельно вводить средства контроля ввода данных в отчетные формы, и самостоятельно же вводить в систему на осно-вании регламентов предоставления государственной поддержки виды заявок и справок-расчетов.

Особенность системы в том, что при ее использовании не требуется привлечение разработчиков для добавления новой формы заявки на субсидии или изменения порядка расчета по существующей. Возможно изменение отчетных форм для сбора данных с сельхозтоваропроизводителей, потоковая загрузка архивных данных в систему, которые можно использовать при анализе [4].

Использование системы позволило существенно разгрузить специалистов, занимающихся приемом и проверкой поступающих заявок, сократить время принятия управленческих решений по предоставлению государственной поддержки, по результатам спрогнозировать суммы поддержки на последующие периоды, а также собирать статистические данные по положению дел каждого товаропроизводителя отдельно и региона в целом.

#### **Список литературы**

1. Постановление Правительства РФ «О федеральной целевой программе «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014 – 2017 годы и на период до 2020 года» от 15 июля 2013 г. № 598. Режим доступа [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_149879/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_149879/) (21.10.2015)
2. Цхай А.А., Рыков Д.А., Сибиряков А.В., Шайдуров А.А. Информационная система мониторинга деятельности сельхозпроизводителей для повышения эффективности регионального управления // Вычислительные технологии. 2011. Т. 16. № 6. С. 85-92.
3. Цхай А.А., Рыков Д.А., Сибиряков А.В., Шайдуров А.А. Информационно-моделирующая система мониторинга деятельности сельхозпроизводителей региона // Известия Алтайского государственного университета. 2011. № 1-2. С. 129-133.
4. Цхай А.А., Алехин А.В. Модельная оценка особенностей сельхозтоваропроизводителей Кулундинского района // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. №8. С.149-153.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНАЛОГА ДИЕТИЧЕСКОГО ИТАЛЬЯНСКОГО ДЕСЕРТА ТИРАМИСУ ДИЕТИЧЕСКОГО С ПОЛИСАХАРИДОМ И СТЕВИОЗИДОМ**

***Никитина Т.А.***

аспирант кафедры «Технология продуктов питания»,  
ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный  
университет» им. Н.И. Вавилова, Россия, г. Саратов

***Клюкина О.Н.***

доцент кафедры «Технология продуктов питания», канд. техн. наук, доцент,  
ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный  
аграрный университет» им. Н.И. Вавилова, Россия, г. Саратов

***Птичкина Н.М.***

профессор кафедры «Технология продуктов питания»,  
доктор хим. наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный  
аграрный университет» им. Н.И. Вавилова, Россия, г. Саратов

В тезисах представлены данные по исследованию диетического аналога итальянского десерта Тирамису. В связи с неблагоприятной обстановкой окружающей среды, не-

рациональным питанием населения и недостаточным ассортиментом натуральных диетических продуктов разработка подобных десертов весьма актуальная задача.

*Ключевые слова:* диетический десерт, пищевые волокна, полисахарид, Тирамису.

Питание наряду с физической активностью и психоэмоциональным статусом относится к тем важнейшим факторам качества жизни, которые с момента рождения и до самых последних мгновений жизни воздействуют на организм человека. Пищевые вещества в процессе метаболизма преобразуются в структурные элементы клеток нашего организма, всецело обеспечивают физическую и умственную работоспособность, определяют здоровье и продолжительность жизни человека. Рациональное питание – один из главных факторов, определяющих здоровье нации [2].

В последнее десятилетие обозначилась явная недооценка места и роли здорового питания в системе сохранения и восстановления здоровья населения нашей страны.

Ситуацию усугубляют современные интенсивные технологии приготовления и производства продуктов питания, сопровождающиеся потерей важных биологически-активных компонентов пищи и добавлением несвойственных ей химических агентов (консервантов, загустителей, красителей, ароматизаторов и др.) [3].

Отрицательные изменения в питании населения во многих случаях происходят на фоне неблагоприятной экологической обстановки в местах проживания или на производстве. С ухудшением экологической обстановки связано загрязнение пищевых продуктов радионуклидами, токсическими элементами (ртутью, мышьяком, свинцом, цинком, медью, кадмием), нитросоединениями (нитратами, нитритами, нитрозаминами и др.), пестицидами, антибиотиками и т.д., что в конечном счете, приводит к загрязнению внутренней среды организма этими веществами со всеми вытекающими отсюда последствиями [1].

Естественно, что создавшаяся ситуация не может не оказать своего отрицательного влияния на состояние здоровья детского и взрослого населения.

Таким образом, возникла жизненная необходимость перенесения акцента на фактор питания, который может оказывать как разрушающее, так и лечебно-профилактическое воздействие на организм человека. По словам Гиппократата, наша еда должна быть нашим лекарством, а наше лекарство – нашей едой.

Учитывая существующие тенденции развития рынка пищевых продуктов, производители работают над расширением ассортиментного ряда путем включения функциональных ингредиентов в состав традиционных рецептур [4].

Целью работы являлось исследование и разработка диетического аналога десерта Тирамису с добавкой полисахарида (ПС), пищевых волокон (ПВ) и натурального сахарозаменителя стевиозида.

Классический десерт Тирамису состоит из кремообразной сладкой, высококалорийной основы, которая пропитывает печенья савоярди. Потребите-

лям важно, чтобы готовый продукт вне зависимости от его направленности по органолептическим показателям соответствовал традиционному продукту. Одной из важнейших характеристик продукта является текстура. Для технологов сохранение текстуры при модификации традиционной рецептуры сложная задача, т.к. при замене в рецептуре десерта Тирамису сахара на сахарозаменитель и сыра на йогурт и топленое молоко, текстура продукта меняется, основа десерта не держит форму, растекается. Для функционально-технологических свойств в новый продукт были введены полисахариды.

Взаимодействие множественных связей белков молока и йогурта (казеин, лактоглобулин и сывороточные белки) и полисахаридов способствует образованию пространственной сетки системы, в результате чего образуется прочная структура.

Комплексы белок-полисахарид образуют новый тип пищевых полимеров, свойства которых сильно отличаются от свойств макромолекулярных компонентов (белков и полисахаридов), что может быть использовано и применяется на практике [5].

Зависимость вязкости от скорости сдвига основ десерта контрольного и опытных образцов с сахарозаменителем и ПС представлена на рисунке [6].

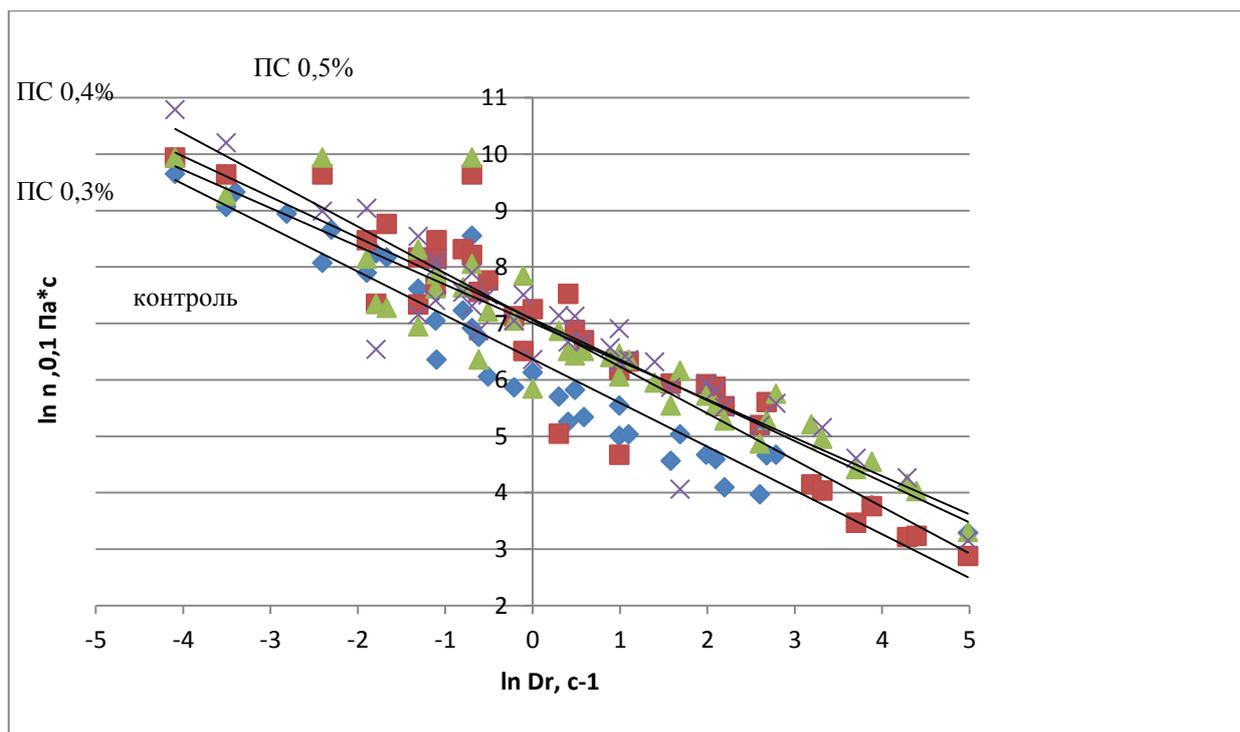


Рис. Зависимость вязкости основ десерта Тирамису от скорости сдвига

Из рисунка 1 видно, что вязкость образцов с ПС, ПВ и сахарозаменителем выше, чем у контрольного образца, что говорит о целесообразности применения ПС и ПВ в данной системе в качестве структурообразователей, при отсутствии в системе сыра Маскарпоне. Как видно из рисунка 1, значения вязкости новых и контрольного образцов по значениям близки, что говорит о целесообразности подобранных концентраций ПС и ПВ.

### Список литературы

1. Блинов Л.Н., И.Л. Перфилова, Л.В. Юмашева. Экологическая обстановка и здоровье человека // Материалы научно-практической конференции «Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения», Санкт-Петербург, 2010.
2. Игнатъев В.А., Князев С.В. Здоровое питание как стратегический фактор профилактики и комплексной реабилитации //Сборник материалов первой межрегиональной научно-практической конференции ПФО «Актуальные вопросы питания населения», Нижний Новгород, 2011.
3. Игнатъев В.А. Факторы здорового образа жизни в семье, на работе, в школе //Сборник материалов первой межрегиональной научно-практической конференции ПФО «Актуальные вопросы питания населения», Нижний Новгород, 2011.
4. Плеханова Е.А., Птичкина Н.М. Взбитый десерт на основе молочной сыворотки с пищевыми волокнами citri-fi // «Техника и технология пищевых производств», Кемерово, 2014.
5. Птичкин И.И. Пищевые полисахариды: структурные уровни и функциональность / И.И. Птичкин, Н.М. Птичкина. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2011.
6. Тагер, А.А. Физикохимия полимеров / А.А.Тагер. – М.: Химия, 1978.

## КРИТЕРИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ

*Рагрин Н.А.*

зав. кафедрой «Приборостроение», д.т.н., профессор,  
Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б. Ельцина,  
Кыргызстан, г. Бишкек

Приведена критериальная модель для расчета критериев функционального отказа быстрорежущих спиральных сверл с необходимой вероятностью безотказной работы для различных типов производства.

*Ключевые слова:* сверло, критерий, отказ, износ, скорость резания, подача, диаметр.

Сверление, единственный способ получения отверстий резанием в сплошном материале, поэтому сверла являются одним из наиболее часто применяемых режущих инструментов. Отказ сверла в виде поломки, приводит к остановке оборудования и, как правило, к браку при обработке изделия. Отказ сверла можно предупредить при наличии обоснованных критериев отказа. Поэтому разработка критериальной модели для расчета критериев отказа быстрорежущих спиральных сверл достаточно актуальная проблема.

Анализ результатов лабораторных исследований, представленных в работе [1] позволил установить зависимость величины износа уголков при функциональном отказе сверл от скорости резания, график которой показан на рисунке. На рисунке видно, что скорость резания оказывает влияние на максимальную величину износа уголков в диапазоне 6 – 21 м/мин. В этот диапазон входят скорости резания, используемые в автоматизированном массовом производстве, и крупносерийном и серийном производствах. Поэтому задачей исследований является разработка и обоснование критериальной модели, зависящей от скорости резания и диаметра сверла для различных

типов производства. Задачи исследования решались испытаниями быстрорежущих спиральных сверл в лабораторных и производственных условиях. Результаты испытаний обрабатывались методами математической статистики и теории корреляции.

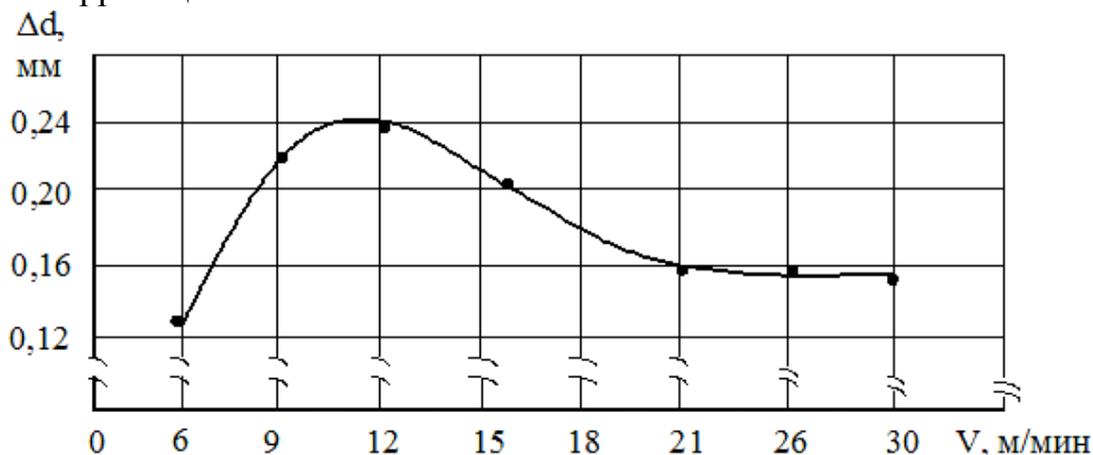


Рис. Зависимость максимального износа уголков  $\Delta d$  сверл, диаметром  $d = 10,2$  мм от скорости резания  $V$  при функциональном отказе

В работе [2] определено, что для аппроксимации областей максимумов (вершин горбов) кривых графиков подобных зависимостей применима зависимость

$$\Delta d = aV^b e^{-cV}, \quad (1)$$

где  $a$  – константа,  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $n$  – показатели степени.

Ниспадающие ветви графиков подобных представленной на рис. 1 зависимости с достаточной степенью точности аппроксимируются степенной зависимостью [2]. Аппроксимации кривой, рис. 1 в диапазоне скоростей резания  $V = 9 - 21$  м/мин получены следующие математические выражения

$$\Delta d = 0,0027V^{3,103} e^{-0,2688V} \quad (2)$$

$$\Delta d = 1,91V^{-0,815}, \quad (3)$$

где зависимость (2) предназначена для массового производства, зависимость (3) – для крупносерийного и серийного производств.

Представленные математические зависимости получены при аппроксимации результатов лабораторных исследований, когда было полностью исключено влияние случайных факторов процесса обработки. Поэтому значения износов уголков на рис. 1 являются максимально допустимыми для сверл данного диаметра. В производственных условиях влияние случайных факторов процесса обработки приводит к значительному рассеиванию износа сверл. В работе [3] показано, что распределение износа сверл хорошо согласуется с нормальным распределением. Тогда, используя правило трех сигма, мы имеем следующую зависимость:  $\Delta d_{\max} = \overline{\Delta d} + 3\sigma$ , где  $\Delta d_{\max}$  – максимально допустимые значения износов уголков,  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение,  $\sigma = \overline{\Delta d} \cdot \vartheta$ , где  $\vartheta$  – коэффициент вариации, максимальное значение которого для нормального распределения равно 0,33, тогда  $\overline{\Delta d} = 0,503\Delta d_{\max}$ .

С учетом вышеизложенного зависимости (2) и (3) можно представить в виде:

$$\overline{\Delta d} = 0,0136V^{3,103} e^{-0,2688V}, \quad (4)$$

$$\overline{\Delta d} = 0,961V^{-0,815}. \quad (5)$$

В работе [3] получены математические выражения и средний коэффициент вариации, используя которые и зависимости (4) и (5) можно определить значения критерия допустимого износа  $\Delta d_0$  в зависимости от скорости резания и диаметра сверла с 95 % вероятностью безотказной работы инструмента ( $\gamma = 0,95$ ) в виде:  $\Delta d_{0\gamma 0,95} = 7,095 \cdot 10^{-5} V^{3,103} e^{-0,2688V} d$ , (6)

$$\Delta d_{0\gamma 0,95} = 5,217 \cdot 10^{-2} V^{-0,815} d. \quad (7)$$

#### Выводы

Представлена критериальная модель для расчета критериев функционального отказа спиральных сверл с необходимой вероятностью безотказной работы для различных типов производства.

#### Список литературы

1. Рагрин Н.А. Пути повышения наработки до функционального отказа быстрорежущих спиральных сверл на основе анализа кривых износа их режущих элементов // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 2012. – № 26. – С. 14-17.
2. Рагрин Н. А. Математическая модель стойкостной зависимости при сверлении // Технология Машиностроения. – М., 2014. – № 1. – С. 49-54.
3. Рагрин Н.А. Критерий функционального отказа быстрорежущих спиральных сверл // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 2012. – № 26. – С. 18-20.

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ

*Рыжков А.С.*

студент второго курса магистратуры электротехнического факультета, Самарский государственный технический университет, Россия, г. Самара

*Данилушкин А.И.*

профессор кафедры электроснабжения промышленных предприятий, д-р технических наук, профессор, Самарский государственный технический университет, Россия, г. Самара

В статье исследуются температурные поля индукционного двухсекционного нагревателя, который предназначен для нагрева заготовок под пластическую деформацию. Индуктор состоит из двух секций, одна из которых работает на промышленной частоте, а другая – на повышенной частоте.

*Ключевые слова:* температурные поля, индукционный двухсекционный нагреватель, Elcut, Femlab.

Задача нагрева заключается в достижении требуемого температурного распределения заготовки на выходе из нагревателя перед обработкой на деформационном оборудовании. Известно, что при потере металлом магнитных свойств эффективность нагрева на промышленной частоте значительно снижается, а также снижается коэффициент мощности установки в целом. В связи с данным обстоятельством нагрев на частоте 50 Гц целесообразнее осуществлять до температур магнитных превращений. Дальнейший нагрев до

температур пластической деформации эффективнее производить в индукторе на повышенной частоте.

В работе проводится анализ приведенной выше конструкции индукционной нагревательной установки на основании численно-аналитических моделей. Выбор оптимальной конструкции индуктора предполагает учет множества факторов. К ним можно отнести такие, как: стоимость оборудования, потери электроэнергии при подводе питания от источника питания к установке нагрева, коэффициент мощности, возможность реализации гибкого управления процессом нагрева как в установившемся режиме работы, так и при переходных режимах, при первичном запуске в работу или при кратковременных остановках технологического оборудования.

Для выбора оптимального решения данной задачи разрабатывается математическая модель индукционного нагрева ферромагнитных цилиндрических заготовок с учетом влияния на параметры нагревателя нелинейной зависимости магнитной проницаемости, удельного сопротивления, удельной теплоемкости от температуры в процессе нагрева.

При разработке численно-аналитической модели было принято несколько допущений, позволивших получить необходимую точность описания температурного поля с помощью аналитических методов:

- электромагнитные процессы принимаются безынерционными;
- внутренние источники тепла являются непрерывной функцией радиальной координаты.

С учетом данных допущений процесс индукционного нагрева заготовок описывается в цилиндрических координатах взаимосвязанными уравнениями электромагнитного поля [4]:

$$\frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{\partial \bar{H}_x(r, x, t)}{\rho(T) \partial r} \right) + \frac{1}{\rho(T) r} \left( \frac{\partial \bar{H}_x(r, x, t)}{\partial r} \right) - \mu_0 \frac{\partial (\mu(H, T) \bar{H}_x(r, x, t))}{\partial t} = 0, \quad (1)$$

и температурного поля [1]:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( \lambda(T) r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda(T) \frac{\partial T}{\partial x} \right) = -q(T) - c(T) \gamma \frac{\partial T}{\partial t} \quad (2)$$

где:  $\bar{H}_x(r, x, t)$  – вектор напряженности магнитного поля;  $\rho(T)$  – удельная электропроводимость;  $\mu(H, T)$  – относительная магнитная проницаемость;  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  – магнитная постоянная;  $T$  – температура;  $t$  – время;  $\lambda(T)$  – теплопроводность как функция температуры, представленная кубическим сплайном;  $q(T)$  – удельная мощность тепловыделения, полученная в результате решения электромагнитной задачи; в линейной постановке – константа, в нелинейной постановке – задаваемая кубическим сплайном функция температуры;  $c(T)$  – удельная теплоемкость, в нелинейном случае это функция температуры, аппроксимированная кубическими сплайнами;  $\gamma$  – плотность металла.

Система уравнений (1), (2) дополняется граничными условиями для электромагнитной и тепловой задач соответственно.

Анализ магнитного поля переменных токов состоит в расчете электрического и магнитного поля, возбужденного приложенными переменными токами или внешним переменным полем.

Задача формулируется как дифференциальное уравнение в частных производных относительно комплексной амплитуды векторного магнитного потенциала  $\mathbf{A}$ . Уравнение для осесимметричного случая имеет вид [4]:

$$\frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{1}{r\mu_z} \frac{\partial A}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{1}{\mu_r} \frac{\partial A}{\partial z} \right) - i\omega g A = -j_{\text{стор.}},$$

где электропроводность  $g$  и компоненты тензора магнитной проницаемости  $\mu_x$  и  $\mu_y$  ( $\mu_z$  и  $\mu_r$ ) постоянны в пределах каждого блока модели.

Все параметры уравнений в линейной постановке постоянны в пределах каждого блока модели. Граничные условия в задачах температурного поля задаются на внешних и внутренних границах расчетной области.

В настоящей работе для расчета тепловых полей используется программный продукт Femlab, а для электромагнитной задачи – Elcut. В комплексе эти программы дают результат, удовлетворяющий всем технологическим требованиям.

Результат расчёта электромагнитной задачи положен в основу расчёта тепловых полей. Алгоритм расчёта тепловых полей включает в себя следующие пункты:

1. Определение начальных ориентировочных данных: мощности индуктора, объемной мощности тепловыделения, средней скорости перемещения, глубины проникновения тока.

2. Построение геометрии, задание исходных данных и граничных условий теплообмена для расчета в программе Femlab.

3. Построение сетки конечных элементов.

4. Определение длины индукторов из условия заданного температурного распределения по радиусу заготовки на выходе и ограничения на удельную мощность.

5. Расчет и построение графиков температурных зависимостей по длине и по радиусу заготовки, а также картину поля градиента температур.

6. Перенос полученных данных из тепловой задачи Femlab в электромагнитную задачу переменных токов в Elcut 5.1 [3]. Задание исходных данных и граничных условий.

7. Построение геометрии и сетки конечных элементов. Определение суммарной силы тока в витках катушки индуктора для достижения требуемой мощности теплоисточников.

8. Определение напряжения  $U_{\Sigma}$  в витках индуктора, тока  $I$ , полной мощности  $S$ , коэффициента мощности  $\cos\varphi$ , реактивной мощности  $Q$ , термического  $\eta_{\text{т}}$ , электрического  $\eta_{\text{эл}}$  и общего  $\eta_{\Sigma}$  коэффициентов полезного действия, количества витков катушки индуктора, параметров футеровки.

9. Построение картин поля для физических величин, характеризующих магнитное поле.

10. Построение графиков распределения физических величин от поверхности к центру загрузки.

11. Определение емкости и мощности конденсаторной батареи согласно полученному численным методом cosφ.

12. Согласование индукторов с источниками питания.

Результаты работы положены в основу методики определения оптимальных параметров двухчастотного индукционного нагревателя ферромагнитных заготовок под пластическую деформацию. Длина первой секции, мощность, количество заготовок в первой секции рассчитываются из условия максимального коэффициента полезного действия. Во второй секции, при нагреве на повышенной частоте, происходит нагрев заготовок до температуры пластической деформации с допустимым перепадом температур по сечению. Мощность второй секции рассчитывается из условия достижения заданного температурного перепада по сечению при обязательном выполнении дополнительного ограничения – температуры поверхности заготовки в процессе нагрева. Предлагаемое решение реализует оптимальный по критерию минимума длины нагревателя алгоритм стационарного распределения мощности.

Применение предлагаемой конструкции индукционного нагревателя методического действия позволит выполнить первую секцию нерегулируемой, а необходимая компенсация внешних возмущений будет осуществляться за счет применения регулируемого преобразователя частоты второй секции значительно меньшей мощности, чем полная мощность установки.

#### **Список литературы**

1. Вайнберг А.М. Индукционные плавильные печи. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1960. – 456 с.
2. Рапопорт Э.Я. Оптимизация процессов индукционного нагрева металла. – М.: Металлургия, 1993. – 279 с.
3. ООО "Тор" Руководство пользователя Elcut. 2013. – 295 с.
4. Лыков А.В. Теория теплопроводности. Учебное пособие. –М.: Высшая школа, 1967. –600 с.
5. Немков В.С., Демидович В.Б. Теория и расчет устройств индукционного нагрева. – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 280 с.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В ВИДЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ СЕТИ ПЕТРИ**

***Савдур С.Н.***

ассистент кафедры экономико-математического моделирования,  
канд. технич. наук, Институт управления, экономики и финансов К(П)ФУ,  
Россия, г. Казань

***Половкина Э.А.***

доцент кафедры экономико-математического моделирования,  
канд. эконом. наук, Институт управления, экономики и финансов К(П)ФУ,  
Россия, г. Казань

Рассматривается технологический модуль биоочистки сточных вод коксохимического производства. Показана целесообразность использования математического аппарата

теории сетей Петри при моделировании и проектировании данного технологического модуля. Построена модель в виде модифицированной сети Петри и на ее основе разработан программный комплекс системы управления биоочистки сточных вод коксохимического производства.

*Ключевые слова:* сеть Петри, очистка сточных вод.

Фенольные сточные воды на коксохимических заводах являются самыми загрязненными и нуждаются в тщательной очистке. Наибольшее внимание уделяется очистке сточных вод от фенолов, что обусловлено их токсичностью, а также способностью образовывать при хлорировании воды хлорфенолы, обладающие повышенной токсичностью и резким неприятным запахом даже при низких концентрациях [3].

Как пароциркуляционное, так и экстракционное обесфеноливание не позволяют снизить содержание фенолов, в воде до санитарных норм или даже заметно приблизиться к ним. Поэтому остатки фенолов необходимо уничтожить. Наиболее рациональный путь – это окисление фенолов с получением  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Основным способом глубокой очистки сточных вод является биохимическое окисление, при использовании которого окисляются не только фенолы, но и тиоцианиды, и цианиды [3].

Современные очистные сооружения крупных химических предприятий характеризуются сложной многоуровневой структурой, поэтому могут рассматриваться как сложные кибернетические системы. Эффективность функционирования таких систем можно обеспечить с помощью современных методов обработки информации, применяя методы системного анализа сложных объектов на основе математического описания технологического процесса [2].

Применение методов системного анализа определяет процедуру разработки системы управления установки биоочистки сточных вод химического производства, которая предусматривает составление математической модели на основе сетей Петри, что обеспечивает управление потоками в установке.

Принципиальная схема биологической очистки сточных вод коксохимического производства представлена на рисунке.

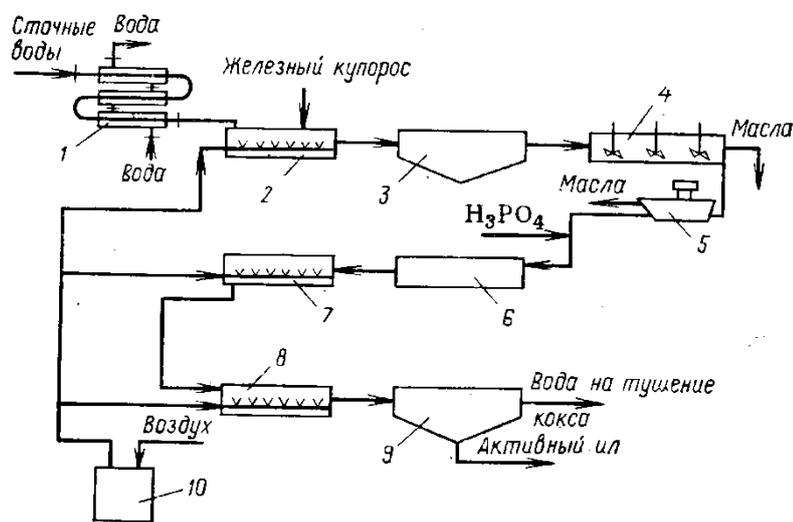


Рис. Технологическая схема биологической очистки сточных вод коксохимического производства: 1 – холодильники «труба в трубе»; 2 – прераэрактор; 3, 9 – соответственно первичный и вторичный отстаиватели; 4 – маслоотделитель; 5 – флотационная машина; 6 – усреднитель; 7, 8 – аэротенки I и II ступеней; 10 – компрессор

Технологический процесс биологической очистки сточных вод коксохимического производства рационально может быть описан модифицированными сетями Петри. Для описания системы нами предлагается использование N-схем, опирающихся на математический аппарат сетей Петри, одним из достоинств которого является возможность представления сетевой модели как в аналитической форме, с возможностью автоматизации процесса анализа, так и в графической форме с обеспечением наглядности разрабатываемой модели.

При анализе технологических схем следует учитывать основное ограничение формализма N-схем, которое состоит в том, что они не учитывают временные характеристики моделируемых систем, так как время срабатывания перехода считается равным нулю. Учитывая эти условия, нами предложены модифицированные сети Петри (МСП). Модификация сетей Петри (МСП)- сеть Петри вида  $S = \langle P, T, I, O, M, L, \tau_1, \tau_2 \rangle$ , где  $T = \{t_j\}$  – конечное непустое множество символов, называемых *переходами*, оцениваются исходя из количества условных порций продукции при непрерывной подаче в аппараты технологической схемы.

$P = \{p_i\}$  – конечное непустое множество символов, называемых *позициями*. В нашем случае – это множество аппаратов технологической схемы;

$I: P \times T \rightarrow \{0, 1\}$  – входная функция, которая для каждого перехода  $t_j$  задает множество его позиций  $p_i \in I(t_j)$ .

$O: P \times T \rightarrow \{0, 1\}$  – выходная функция, которая отображает переход в множество выходных позиций  $p_i \in O(t_j)$ .

$M: P \rightarrow \{1, 2, 3, \dots\}$  – функция маркировки (разметки) сети, которая ставит в соответствие каждой позиции неотрицательное целое число, равное числу меток в данной позиции, которое меняется в процессе работы сети.

Срабатывание перехода мгновенно изменяет разметку  $M(p) = (M(p_1), M(p_2), M(p_3), \dots, M(p_n))$  на разметку  $M'(p)$  по следующему правилу:

$$M'(p) = M(p) - I(t_j) + O(t_j) \quad (1)$$

Запись уравнения (1) означает, что переход  $t_j$  изымает по одной метке из каждой своей входной позиции и добавляет по одной метке в каждую из выходных.

$\tau_1: T \rightarrow N$  и  $\tau_2: P \rightarrow N$  функции, определяющие время задержки при срабатывании перехода и время задержки в позиции.

Динамика выполнения МСП определяется движением меток, моделирующих движение дискретных потоков полупродуктов.

Таким образом, рассмотренная модификация сетей Петри позволяет решать следующие задачи:

- 1) анализ функционирования аппаратов системы в условиях нештатных ситуаций;
- 2) анализа переключения управления на сетевом уровне;
- 3) анализа технологических схем дискретно – непрерывных производств для обеспечения устойчивого, стабильного состояния.

Для управления процессом биологической очистки сточных вод коксо-

химического производства разработана математическая модель технологической схемы и ее программная реализация. Математическая модель системы биологической очистки сточных вод коксохимического производства разработана в виде МСП, реализация которой позволила исследовать системные связи и законы функционирования установки в целом [1]. Построены также модели основных аппаратов, реализующих технологический процесс биологической очистки сточных вод коксохимического производства. Из СП – моделей типовых аппаратов была синтезирована модель всей установки.

С использованием СП-модели нами разработан программный комплекс системы технологического модуля биологической очистки сточных вод коксохимического производства, имитирующей функционирование очистки в виртуальном времени. Средствами SCADA-технологии TRACE MODE разработан программный комплекс системы управления технологическим процессом биологической очистки сточных вод коксохимического производства. Система управления технологическим процессом позволяет выполнять диспетчерский контроль основных элементов системы управления, останавливать систему биологической очистки сточных вод коксохимического производства и анализировать ее состояние как в целом, так и в целях прогнозирования развития внештатных ситуаций.

#### **Список литературы**

1. Азимов Ю.И. Технологический модуль очистки нефтесодержащих сточных вод / Ю.И. Азимов, С. Н. Савдур // Известия КазГАСУ. – 2009. – № 2 (12). – С. 227 – 232.
2. Кафаров В.В. Гибкие производственные автоматизированные системы химической промышленности / В.В. Кафаров // Журнал ВХО им. Д.И. Менделеева. – 1987. – Т. 32, № 3. – С. 252 – 258.
3. Орлов Д.С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: Учеб. пособие / Орлов Д.С, Садовникова Л.К., Лозановская И.Н. – М.: Высшая школа, 2002. – 334 с.

## **СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

*Степович-Цветкова Г.С.*

доцент кафедры прикладной математики и компьютерных наук,  
канд. экон. наук,  
Ивановский государственный университет, Россия, г. Иваново

В статье рассматривается вопрос управления надежностью программного обеспечения с точки зрения системного подхода. Доказывается необходимость применения основных системных принципов при управлении надежностью, позволяющих выявлять новые возможные способы повышения надежности программ.

*Ключевые слова:* надежность, системный подход, программное обеспечение, теория надежности, системные принципы.

Надежность программного обеспечения, несмотря на большое количество проведенных исследований в данной области, остается весьма актуаль-

ной темой в связи с постоянным развитием компьютерных технологий и ростом сложности программных продуктов. Новые подходы к вопросу управления надежностью компьютерных программ не перестают разрабатываться. На наш взгляд, целесообразным является рассмотрение программного обеспечения с позиций основных системных принципов, поскольку программное обеспечение состоит из совокупности множества элементов и подсистем, что позволяет квалифицировать его как систему.

Согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 понятие надежности определяется набором атрибутов, относящихся к способности программного обеспечения сохранять свой уровень качества функционирования при установленных условиях за установленный период времени [5]. Под системой в широком смысле понимается набор элементов, составляющих единое целое, причем в совокупности целое наделено признаками, отсутствующими у отдельных элементов. Изучение объекта с точки зрения системного подхода предполагает рассмотрение взаимосвязей и взаимозависимостей между составляющими элементами системы, изучение системных особенностей всего объекта. Компьютерная программа, состоящая из различных функциональных блоков и подпрограмм, лишь в целом способна выполнить поставленную задачу, при этом каждый составляющий ее как систему элемент реализует определенные функции, но является лишь частью программы и приносит свой особенный полезный эффект в работу всей системы [2].

Рассмотрим основные системные принципы, такие как принцип целостности, необходимого разнообразия, гибкости, внешнего дополнения и целеустремленности [1], применительно к управлению надежностью компьютерных программ. Согласно принципу целостности с ростом величины и сложности системы увеличивается вероятность того, что система не будет наследовать свойства своих составляющих элементов, а приобретет новые особенные свойства. Таким образом, только при совместном применении различных способов повышения надежности в различных взаимосвязанных частях программы может быть достигнут оптимальный результат. Например, выделение области памяти с некоторым резервом только в какой-либо одной подпрограмме может не дать реального эффекта, поскольку при необходимости его использования могут потребоваться соответствующие ресурсы в других частях программы.

Принцип необходимого разнообразия применительно к управлению качеством программных продуктов состоит в поиске таких средств и технологий программирования, которые обладали бы достаточными возможностями для реализации поставленных задач, представляя многообразие способов для их решения, и не принося чрезмерных издержек. В соответствии с принципом гибкости программная система должна иметь возможность адаптироваться к каким-либо возникшим изменениям ее параметров, например, при изменении используемых программой системных библиотек может возникнуть сбой в программе, которого возможно избежать при заблаговременной загрузке необходимых внешних ресурсов в программное окружение. Согласно принципу внешнего дополнения системе требуется наличие определенных

резервов, компенсирующих неучтенные воздействия внешней и внутренней среды. Действительно, практически невозможно предвидеть все до единого возможные факторы, влияющие на работу программы в процессе ее эксплуатации. Неучтенные факторы могут резко снизить надежность программного продукта, что можно компенсировать, например, посредством обработки исключений. Принцип целеобусловленности определяется наличием четко поставленной цели, достижение или недостижение которой позволяет контролировать правильность функционирования созданного программного продукта. Детальное описание целевых функций существенно упрощает процесс построения оптимального алгоритмического решения и выбора технологий программирования, способствуя повышению надежности программного обеспечения [3, 4].

Применение системного подхода, при котором рассматривается взаимосвязь между составляющими элементами программного обеспечения, способствует выявлению особенностей, которые необходимо учитывать при управлении надежностью программных продуктов.

#### **Список литературы**

1. Воскобойников, А. Э. Системные исследования: базовые понятия, принципы и методология [Электронный ресурс] / А.Э. Воскобойников // Знание. Понимание. Умение. 2013. № 6. URL: [zpu-journal.ru/e-zpu/2013/6/Voskoboinikov\\_Systems-Research/](http://zpu-journal.ru/e-zpu/2013/6/Voskoboinikov_Systems-Research/)
2. Липаев, В.В. Качество программных средств [Текст] / В.В. Липаев. – М. : Янус-К, 2002. – 400 с.
3. Липаев, В.В. Надёжность программных средств [Текст] / В.В. Липаев. – М. : СИНТЕГ, 1998. – 232 с.
4. Майерс, Г. Надёжность программного обеспечения [Текст] / Г.Майерс. – М. : Мир, 1980. – 360 с.
5. Степович-Цветкова, Г.С. Теория надежности программных средств [Текст] / Г.С. Степович-Цветкова // Современные тенденции развития науки и технологий : сб. науч. трудов по мат-ам VI Междунар. научн.-практич. конф. 30.09.2015г.: в 10 ч. / Под общ. ред. Е.П. Ткачевой. – Белгород : Ткачева Е.П., 2015. – №6, часть II. – С. 106-108.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ОБУВИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР ТП «ТЕХНОПРО»**

***Суровцева О.А.***

старший преподаватель кафедры «Управление качеством», канд. техн. наук,  
Донской государственной технической университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье изложены научно обоснованные технологические разработки в области автоматизации технологической подготовки производства обуви. Их внедрение обеспечит технологов доступным инструментом для проектирования технологических процессов сборки обуви, что будет способствовать повышению эффективности производства

*Ключевые слова:* технологический процесс, автоматизация, информационное обеспечение.

В обувной промышленности, как и в других отраслях экономики с каждым годом всё активнее разрабатывают и внедряют автоматизированные методы проектирования, которые являются одним из этапов эволюционного развития методик проектирования технологических процессов.

В настоящее время представлен результат проведенной работы по автоматизации проектирования технологического процесса сборки обуви клеевого и ниточных методов крепления, однако, они, как и почти все известные на сегодняшний день САПР – технолог, особенно для производства одежды и обуви, решают частные задачи. Это является одной из проблем масштабного внедрения имеющихся систем автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП).

Одним из наиболее универсальных программных продуктов, который может стать основой создания комплекса интегрированного проектирования, и инструментарием, позволяющим автоматизировать процесс технологического проектирования, является система «ТехноПро», динамично развивающаяся, и зарекомендовавшая себя с положительной стороны. Учитывая то, что существует бесплатная учебная полнофункциональная версия для тестирования результатов исследования, за основу была выбрана система «ТехноПро» корпорации «Вектор-Альянс» [4].

На основе информации, полученной в результате системно-структурного анализа [1, с. 25-27], разработаны структурно-логические модели проектирования технологического процесса сборки обуви различных методов крепления. Схематичная форма наглядно отображает логику взаимосвязи между предикатами и технологическими операциями сборки обуви (рисунок), и является исходной информацией для проектирования базы условий, в которой каждая операция имеет свою логическую функцию, т.е. условие включения в конкретный технологический процесс, что необходимо для проектирования технологического процесса в автоматическом режиме. Таким образом, произведена формализация технологического процесса сборки обуви, и создана нормативная база для его автоматизированного проектирования на стадии технологической подготовки производства (ТПП) [2, с.53-54.]

Для обеспечения оперативной, нормативной и информационной поддержки ТПП обувных предприятий, была разработана БД «ОбувьПро» в состав которой входят: база «Конкретные технологические процессы» (КТП), в которой проектируются технологические процессы сборки обуви различных методов крепления с дальнейшей выдачей их на печать; «Информационная база» с перечнями технологического оснащения, включая оборудование, приспособления, инструменты, тексты переходов, инструкции, наименования операций, нормы времени, нормы расхода материалов и т.д.; база «Общие технологические процессы» (ОТП) с наборами операций, переходов, оснащения, применяемых как при автоматическом, так и при диалоговом проектировании ТП; база «Условия и расчеты», в которую вносятся условия выбора операций и оснащения для автоматизированного проектирования ТП, а также необходимые расчеты параметров ТП; база «Конструкторская и нор-

мативная документация»; база «Справочники», которая открывает доступ к базе материалов, справочникам кодирования элементов конструкции изделия и их параметров [3, с. 135-138].

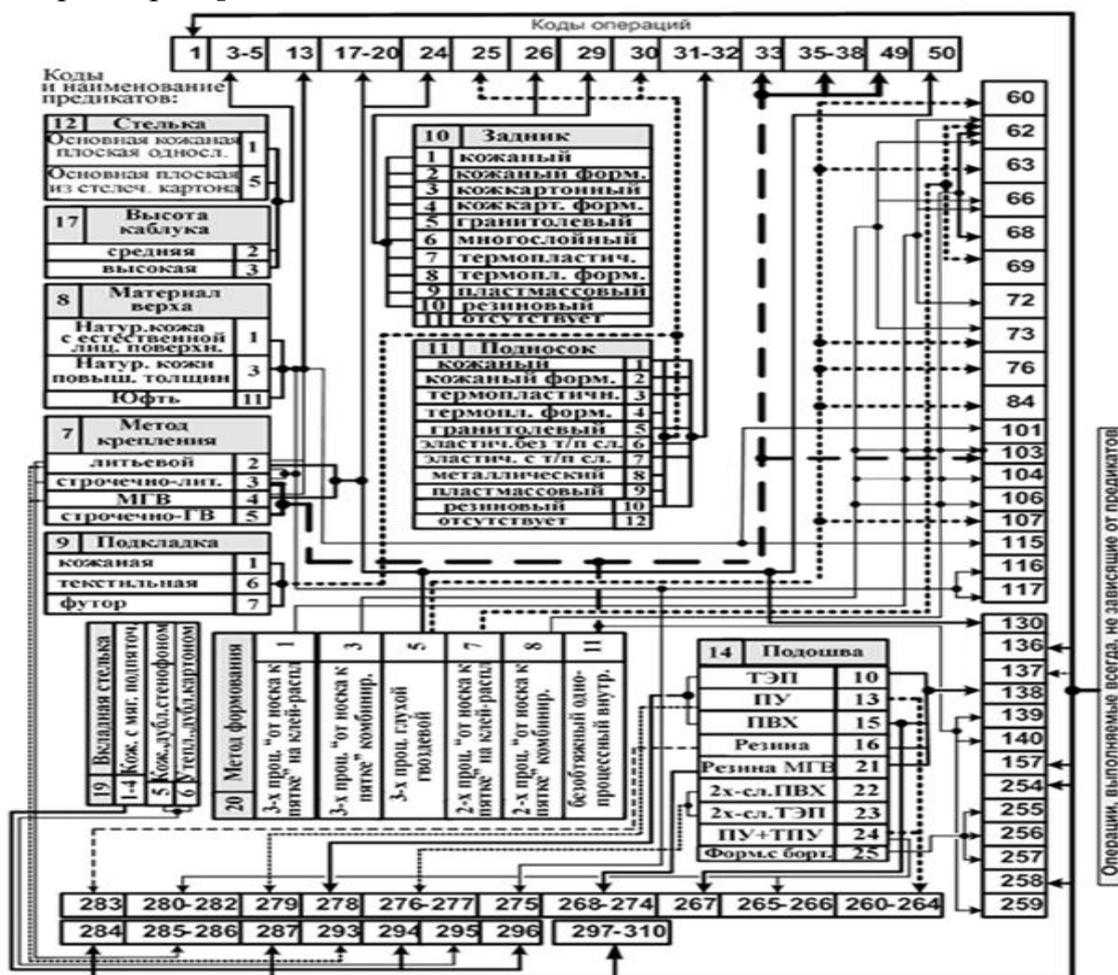


Рис. Структурно-логическая модель технологического процесса сборки обуви

### Список литературы

1. Димитров В.П. Введение в системный анализ. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 190206 «Сельскохозяйственные машины и оборудование». / В.П. Димитров // ФГБОУ ВПО ДГТУ. г. Ростов-на-Дону, 2010. – С.25-27.
2. Димитров В.П. Формализация нечетких экспертных знаний при лингвистическом описании технических систем / В.П. Димитров, Л.В. Борисова // Монография. ФГБОУ ВПО ДГТУ. г. Ростов-на-Дону, 2011. – С.53-54.
3. Суровцева О.А. Совершенствование автоматизированной системы технологической подготовки обувного производства / О.А. Суровцева, Т.В. Тернавская, // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. Новочеркасск – 2014. №1. – С.135-138.
4. ТехноПро – технологическая платформа модернизации производства URL: <http://www.tehnopro.com/> (дата обращения 29.10.2013).

## ВОПРОСЫ СТРУКТУРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТА ПО КРИТЕРИЯМ МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ

*Таганов Р.А.*

начальник отдела ОАО «ТБ-Информ», канд. техн. наук, доцент,  
Россия, г. Рязань

*Гильман Д.В.*

ведущий инженер ОАО «ИТ-Информ «Барс», канд. техн. наук,  
Россия, г. Рязань

*Спиркина О.В., Балакин В.А.*

аспиранты кафедры «Космические технологии»,  
Рязанский государственный радиотехнический университет, Россия, г. Рязань

В статье рассматривается постановка задачи структурной оптимизации процессов проекта по критериям минимизации рисков и приводятся алгоритмы ее решения.

*Ключевые слова:* проект, риск проекта, структурная оптимизация, алгоритм.

Для решения задач анализа и оптимизации процессных рисков проекта в условиях нечеткости разработаны достаточно эффективные методы, которые учитывают многие факторы нечеткости в проекте [2-7, 9-17]. При этом некоторые алгоритмы анализа рисков в своей основе используют методы теории нечетких множеств [7, 11, 12], формализмы нечеткой логики [4, 6, 15], модели нечетких графов [2, 7, 15, 18] и нечетких сетей Петри [14], а также нечеткие ситуационные модели [16]. Другие алгоритмы применяют оригинальные формализмы, основанные на структурно-символьных и других моделях [1, 8, 10, 13, 17, 18]. На основании проведенного анализа для решения задачи структурной оптимизации процессов проекта по критериям риска в работе рассматривается подход, основанный на генерации различных вариантов выполнения каждого заданного процесса с последующим отбором оптимальных вариантов по критериям минимально риска и времени исполнения проекта. В качестве научно-методической базы для постановки соответствующих задач и построения требуемых алгоритмов их решения предлагается использовать подходы и методы оптимизации алгоритмических процессов по критериям надежности в условиях нечеткости [2, 6, 8, 12].

### **Постановка задач оптимизации.**

В условиях нечеткости проектных данных задачи оптимизации процессных рисков связаны с оптимальным выбором способов реализации операторов и логических условий, входящих в состав заданных процессов проекта, что приводит к необходимости сравнения нечетких чисел и соответственно определения соответствующих правил [2, 8, 18].

Правило 1. Если заданы нечеткие числа  $\tilde{a} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (\underline{a}_\alpha, \bar{a}_\alpha)$  и  $\tilde{b} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (\underline{b}_\alpha, \bar{b}_\alpha)$ , то условия равенства и неравенства этих чисел определим

так:  $\tilde{a} = \tilde{b}$ , если  $\forall \alpha \in [0,1]: \underline{a}_\alpha = \underline{b}_\alpha$  и  $\bar{a}_\alpha = \bar{b}_\alpha$ ;

$\tilde{a} < \tilde{b}$ , если  $\begin{cases} \forall \alpha \in [0,1]: \underline{a}_\alpha \leq \underline{b}_\alpha & \text{и} & \bar{a}_\alpha \leq \bar{b}_\alpha \\ \exists \alpha \in [0,1]: \underline{a}_\alpha < \underline{b}_\alpha & \text{или} & \bar{a}_\alpha < \bar{b}_\alpha \end{cases}$ .

Правило 2. Если нечеткое число  $\tilde{a} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (\underline{a}_\alpha, \bar{a}_\alpha)$  задано

на  $k_a$   $\alpha$ -уровнях, а нечеткое число  $\tilde{b} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} (\underline{b}_\alpha, \bar{b}_\alpha)$  на  $k_b$   $\alpha$ -уровнях, то:

$\tilde{a} < \tilde{b}$ , если  $\frac{1}{2k_a} \sum_{\alpha \in [0,1]} (\underline{a}_\alpha + \bar{a}_\alpha) < \frac{1}{2k_b} \sum_{\alpha \in [0,1]} (\underline{b}_\alpha + \bar{b}_\alpha)$ ;

$\tilde{a} = \tilde{b}$ , если  $\frac{1}{2k_a} \sum_{\alpha \in [0,1]} (\underline{a}_\alpha + \bar{a}_\alpha) = \frac{1}{2k_b} \sum_{\alpha \in [0,1]} (\underline{b}_\alpha + \bar{b}_\alpha)$ .

### Оптимальный выбор операторов и условий.

Постановку задачи оптимального выбора способа реализации операторов и логических условий заданного процесса проекта по критериям времени и риска правильного выполнения проекта, будем рассматривать из предположения, что исходные данные представлены в виде нечетких чисел [2, 8, 18].

Пусть известен исходный вариант структуры процесса проекта, в котором каждый  $i$ -й оператор ( $A_i$ ) может быть реализован  $n_i$  различными способами, а каждое  $j$ -е логическое условие ( $\omega_j$ ), –  $n_j$  способами, где  $A_i = \{A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_{n_i}}\}$ ;  $\omega_j = \{\omega_{j_1}, \omega_{j_2}, \dots, \omega_{j_{n_j}}\}$ .

Наличие различных способов выполнения операторов и логических условий можно рассматривать в общем случае как следствие имеющейся у проектировщика возможности управления структурой и параметрами процесса. Также предполагается, что параметры риска операторов и условий заданы нечеткими числами [2, 8, 18].

Пусть  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  – вектор управляемых переменных, которыми являются номера способов реализации операторов и логических условий.

$\tilde{P}(X)$  и  $\tilde{T}(X)$  – нечеткие вероятность риска (правильного выполнения) и время выполнения процесса, в случае, когда управляемые переменные заданы вектором  $X$ .

$\tilde{P}_{\text{доп}}$  – наименьшее допустимое значение величины  $\tilde{P}(X)$ .

$\tilde{T}_{\text{доп}}$  – наибольшее допустимое значение величины  $\tilde{T}(X)$ .

Тогда задача оптимизации процесса проекта состоит в выборе такого вектора  $X$ , чтобы:

- (а)  $\tilde{T}(X) \rightarrow \min$  и  $\tilde{P}(X) \geq \tilde{P}_{\text{ДОП}}$  – прямая постановка задачи;  
 (б)  $\tilde{P}(X) \rightarrow \max$  и  $\tilde{T}(X) \leq \tilde{T}_{\text{ДОП}}$  – обратная постановка задачи.

Алгоритм структурной оптимизации состоит в отсеке неперспективных вариантов реализации операторов и логических условий, получаемых на каждом шаге укрупнения структуры процесса. При этом будем использовать свойства алгоритмических процессов [2, 8, 18], интерпретируемые в терминологии процессных рисков.

Свойство 1. Последовательное применение правил укрупнения структуры процесса проекта за конечное число шагов преобразует исходный процесс к эквивалентному оператору.

Свойство 2. Вероятность правильного выполнения заданного процесса проекта возрастает по мере снижения рисков элементов процесса, т.е. возрастания вероятностей правильного выполнения этих элементов.

Свойство 3. Время выполнения рассматриваемого процесса проекта возрастает по мере возрастания времени выполнения элементов процесса.

Пусть  $\tilde{p}_A^1$  и  $\tilde{t}_A$  – нечеткие вероятности правильного выполнения оператора  $A$  и время его выполнения.

$\tilde{k}_\omega^{11}(\tilde{k}_\omega^{00})$  и  $\tilde{t}_\omega$  – нечеткие вероятности отсутствия ошибок первого и второго рода при выполнении условия  $\omega$  и время его выполнения.

Предложение 1. Если  $A_1$  и  $A_2$  – два варианта реализации оператора  $A$ , причем  $\tilde{p}_{A_1}^1 > \tilde{p}_{A_2}^1$  и  $\tilde{t}_{A_1} < \tilde{t}_{A_2}$ , то вариант  $A_2$  не может входить в оптимальный алгоритмический процесс проекта.

Предложение 2. Если  $\omega_1$  и  $\omega_2$  – два варианта выполнения логического условия  $\omega$ , причем  $\tilde{k}_{\omega_1}^{11} > \tilde{k}_{\omega_2}^{11}$ ,  $\tilde{k}_{\omega_1}^{00} > \tilde{k}_{\omega_2}^{00}$  и  $\tilde{t}_{\omega_1} < \tilde{t}_{\omega_2}$ , то вариант  $\omega_2$  не может входить в оптимальный вариант структурного построения процесса проекта.

Применение введенных *предложений 1 и 2* позволяет сформулировать следующие алгоритмы структурной оптимизации процессов проекта по критериям риска [2, 8, 18].

#### **Алгоритм структурной оптимизации в прямой постановке.**

Шаг 1. Установить счетчик процессных структур в единицу,  $m:=4$ .

Шаг 2. Найти процессную структуру с номером  $m$ .

Шаг 3. Отбросить неперспективные варианты выполнения операторов, входящих в  $m$ -ю структуру, пользуясь предложением 1.

Шаг 4. Отбросить неперспективные варианты выполнения логических условий, входящих в  $m$ -ю структуру, пользуясь предложением 2.

Шаг 5. Вычислить характеристики всех вариантов выполнения  $m$ -ой структуры, пользуясь формулами нечетких моделей надежности алгоритмических структур [2, 8, 18], интерпретированных в терминах риска.

Шаг 6. Отбросить неперспективные варианты выполнения  $m$ -ой структуры, пользуясь предложением 1.

Шаг 7. Проверить условие: "исходный процесс укрупнен до эквивалентного оператора?". Если "да", то перейти к шагу 8, иначе установить  $m:=m+1$  и перейти к шагу 2.

Шаг 8. Отбросить варианты реализации процесса, для которых  $\tilde{P}(X) < \tilde{P}_{доп}$ . Из оставшихся выбрать тот, у которого  $\tilde{T}(X) \rightarrow \min$ . Развернуть выбранный вариант до уровня операторов и логических условий и записать оптимальный вариант искомого процесса проекта.

#### **Алгоритм структурной оптимизации в обратной постановке.**

Для построения этого алгоритма введем понятие не альтернативных элементов процесса проекта [2, 8, 18].

Определение 3. Не альтернативными элементами процесса проекта назовем, такие операторы и условия, которые при реализации процесса выполняются с вероятностью единица.

Алгоритм структурной оптимизации состоит в следующем.

Шаг 1. Установить счетчик процессных структур в единицу,  $m:=1$ .

Шаг 2. Найти структуру с номером  $m$ .

Шаг 3. Отбросить неперспективные варианты выполнения операторов, входящих в  $m$ -ю структуру, пользуясь предложением 1. Из оставшихся не альтернативных операторов отбросить те, которые превышают ограничение по времени.

Шаг 4. Отбросить неперспективные варианты выполнения логических условий, входящих в  $m$ -ю структуру, пользуясь предложением 2. Из оставшихся не альтернативных логических условий отбросить те, которые превышают ограничение по времени.

Шаг 5. Вычислить характеристики всех вариантов выполнения  $m$ -й структуры, пользуясь формулами нечетких моделей надежности алгоритмических структур [2, 8], интерпретированных в терминах риска.

Шаг 6. Отбросить неперспективные варианты выполнения  $m$ -й структуры, пользуясь предложением 1.

Шаг 7. Проверить условие: "исходный вариант процесса проекта укрупнен до эквивалентного оператора?" Если "да", то перейти к шагу 8, иначе установить  $m:=m+1$  и перейти к шагу 2.

Шаг 8. Отбросить варианты процесса, для которых  $\tilde{T}(X) > \tilde{T}_{доп}$ . Из оставшихся выбрать вариант, у которого  $\tilde{P}(X) \rightarrow \max$ . Развернуть выбранный вариант структуры до уровня операторов и логических условий и записать оптимальный структуры процесса проекта по критериям риска.

#### **Выводы.**

Рассмотренные в работе постановка задачи структурной оптимизации заданных процессов проекта по критериям риска, а также рассмотренные подходы к построению алгоритмов их решения с использованием положений теории оптимизации в условиях нечеткости позволяют реализовать на практике необходимый инструментарий для автоматизации и эффективной поддержки процесса проекта, связанного с сокращением рисков проекта программных изделий [1, 19].

### Список литературы

1. Бриндикова И.В., Воеводин А.В., Гуров В.С., Корячко В.П., Таганов А.И., Чернышев С.В. Системно-функциональное построение автоматизированной системы дистанционного обучения по направлению «Глонасс» // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2010. № 33. С. 82-89.
2. Гильман Д.В., Таганов Р.А. Алгоритмы преобразования нечетких графовых моделей процессных рисков проекта // Межвузовский сборник научных трудов «Информационные технологии в научных исследованиях». Рязань: РГРТУ. 2012. С. 48-53.
3. Гуров В.С., Корячко В.П., Таганов А.И., Таганов Р.А. Теория и практика снижения рисков проектов сложных программных систем по характеристикам качества // Труды VII Всероссийской научно-методической конференции «Телематика-2010». С.-П. 2010. Том 2. С. 389-390.
4. Везенов В.И., Таганов А.И., Таганов Р.А. Применение процедуры нечеткого вывода для анализа рисков программного проекта // Системы управления и информационные технологии. Москва-Воронеж. 2006. Т. 24. № 2. С.34-49.
5. Корячко В.П., Таганов А.И., Таганов Р.А. Методологические основы разработки и управления требованиями к программным системам. М.: Горячая линия-Телеком. 2009. 224 с.
6. Корячко В.П., Скворцов С.В., Таганов А.И., Шибанов А.П. Эволюция автоматизированного проектирования электронно-вычислительных средств // Радиотехника. 2012. № 3. С. 97-103.
7. Корячко В.П., Таганов А.И., Таганов Р.А. Программный метод управления рисками качества проекта информационной системы // Инженерный вестник: Информатика, радиофизика, управление. 2004. № 1(17). С. 168-169.
8. Ротштейн А.П., Штовба С.Д. Нечеткая надежность алгоритмических процессов. Винница: Континент. 1997. 142 с.
9. Таганов А.И. Методы идентификации, анализа и сокращения проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости // Информационные технологии. 2011. № 9. С. 22-27.
10. Таганов А.И. Способы построения графических моделей рисков проекта на основе структурно-символьного метода представления // Системы управления и информационные технологии. 2010. Т.40. № 2. С.43-47.
11. Таганов А.И. Анализ и классификация рисков проекта методами нечеткой классификации // Информационные технологии моделирования и управления. 2010. № 4 (63). С. 455-461.
12. Таганов А.И. Основы идентификации, анализа и мониторинга проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости. Монография. М.: Горячая линия-Телеком. 2012. 224 с.
13. Таганов А.И. Методика анализа и сокращения рисков проектов сложных программных систем по характеристикам качества // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2010. № 31. С. 77-82.
14. Таганов А.И. Представление правил нечетких продукций в нечеткой системе анализа и сокращения рисков проекта на основе нечетких сетей Петри // Системы управления и информационные технологии. 2009. Т. 38. № 4. С. 46-51.
15. Таганов А.И., Гильман Д.В. Задачи и методы нечеткого управления рисками программного проекта // Системы управления и информационные технологии. Москва-Воронеж. 2012. Т. 48. № 2. С. 79-83.
16. Таганов А.И., Таганов Р.А. Применение нечетких ситуационных моделей для идентификации рисков программного проекта // Системы управления и информационные технологии. 2007. Т. 30. № 4.2. С. 297-303.
17. Таганов А.И., Таганов Р.А. Метод определения оптимальной альтернативы реагирования на этапе мониторинга рисков проекта // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2003. № 11. С. 115-118.

18. Таганов А.И., Гильман Д.В. Методологические основы анализа и аттестации уровней зрелости процессов программных проектов в условиях нечеткости. М.: Горячая линия-Телеком. 2014. 168 с.

19. Фатрелл Р.Т., Шафер Д.Ф., Шафер Л.И. Управление программными проектами: Достижение оптимального качества при минимальных затратах: пер. с англ. М.: Вильямс. 2003. 1136 с.

## **РИСК НЕДООЦЕНЕННОГО РЕЗЕРВА В РАЗВИТИИ КАФЕДРЫ**

*Томашевский С.В.*

аспирант кафедры корпоративных информационных систем  
Московского государственного технического университета радиотехники,  
электроники и автоматики, Россия, г. Москва

В статье приводится описание созданной ситуационной вероятностной модели для стохастической оценки необходимых кафедре ресурсов. Разобрана модель оценки резервного риска. Приведена модель оценки и предупреждения таких рисков.

*Ключевые слова:* автоматизация управления, риски, резервы, кластерный анализ, программируемая динамическая модель.

Как отмечалось в работе [2], структурной и функциональной единицей университета является учебная кафедра, ее деятельность, с одной стороны, так же многогранна, как деятельность университета в целом, с другой стороны, по количественным показателям вполне обозрима. На сегодняшний день сложилась практика постановки целей и задач перед учебными кафедрами без учета наличия реальных ресурсов для их реализации. Особенно затруднительно сделать выбор между очередностью выполнения поставленных перед кафедрой задач и их влиянием друг на друга и на конечные цели деятельности кафедры, а именно, на подготовку востребованных квалифицированных специалистов. Рассмотрение деятельности учебной кафедры как производственного процесса, для выполнения которого необходимы различного вида ресурсы и целесообразен предварительный учет возможных рисков, позволяет прийти к выводу, что для эффективного функционирования кафедра нуждается в современной и достаточно сложной автоматизированной системе управления. Задача прогнозирования распределения ресурсов кафедры является сложно-ситуационной задачей, так как необходимо учитывать дополнительные вероятные факторы.

Из работ, посвященных оценке способностей кафедры к выполнению определенных проектов или мероприятий, можно указать [1], где описана автоматизированная система управления учебной кафедрой «Рабочий портал кафедры». Одной из составляющих портала является Ситуационный Центр, отвечающий за планирование и анализ научной и учебной работы кафедры технического университета в условиях динамично изменяемой обстановки. Безусловно, что построение подобных систем прогнозирования наиболее актуально в областях интенсивного развития науки и техники, там, где быстро

меняются критерии востребованности специалистов на рынке труда и возникает необходимость в быстрой подготовке новых актуальных учебных курсов, например, в ИТ-индустрии. По этой причине в данной работе будет анализироваться именно учебная кафедра, готовящая специалистов в области ИТ-технологий.

Как указывалось в работе [2, 6], риски кафедры можно разделить на два типа: постоянные и чрезвычайные. Достаточно глубокий анализ постоянных рисков приводится в работе [5]. Для обоих типов риска характерно влияние запаздывающего урегулирования из-за несвоевременного информирования. В данной работе будет рассматриваться оценка величины и влияния такого риска.

Значительную трудность для расчета представляют уже произошедшие, но формально еще не предъявленные бухгалтерии затраты. Даже несмотря на сравнительную простоту формулы записи этих затрат:  $R = \sum_{i=1}^N M_i(S)$ , где  $N$  – ожидаемое число произошедших, но незаявленных затрат кафедры;  $M_i(S)$  – ожидаемая тяжесть затраты, то есть матожидание выплат по произошедшим затратам на события предшествующих периодов, заявлений по которым еще не поступало. Эта формула лишь кажется такой простой, однако трудность заключается в том, что фактически ни одна из входящих в расчет переменных не известна. Поэтому входящие в эту формулу величины требуют тщательного анализа и сложных вычислений. В основе большинства известных методов расчета резерва лежат различные методы прогнозирования. В частности, наиболее распространенный для этого подход – метод цепной лестницы [4].

Приведем общее описание использованного в модели. В работе [3] проведено такое описание для случая страховой компании. Переложим это на рассматриваемую кафедру.

Пусть в эксплуатации имеется  $n$  объектов. Обозначим:

$t'_i$  – дата начала эксплуатации  $i$ -го объекта,  $i = 1, 2, \dots, m$ ;

$t''_i$  – дата окончания эксплуатации  $i$ -го объекта,  $i = 1, 2, \dots, m$ ;

$\tau'_{ik}$  – дата происшествия  $k$ -го случая;

$t$  – дата получения общей статистической информации;

$\tau$  – время от даты происшествия  $\tau'_{ik}$  до даты заявления о случае;

$S_{ik}(t)$  – суммарный размер выплат по  $k$ -му случаю на дату  $t$ ;

$[t_1, t_2)$  – временной интервал, для которого производится расчет убытков.

Пусть указанные даты связаны следующими соотношениями

$t'_i < t''_i$ ;

$t > t'_i$ ;

$\tau'_{ik} \leq \min(t, t''_i)$ ;

$t \leq t_1 < t_2$ ;

Графически это изображено на рисунке (а).

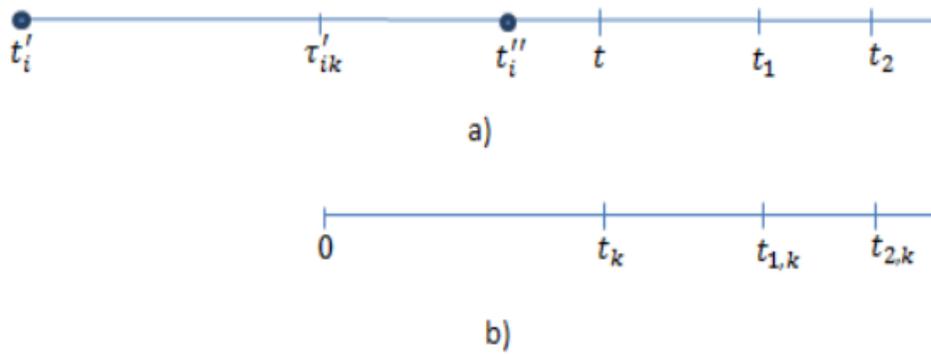


Рис. (а, б). Структура статистической информации

Убытки, которые потом подлежат восстановлению не будут, можно считать нулевыми и не включать информацию по ним в дальнейший расчет.

Перейдем от рассмотрения отдельных объектов к анализу совокупности, состоящей из  $n = \sum_{i=1}^m n_i$  объекто-дней. Учитывая, что в соответствии с предположением ежедневно по каждому объекту происходит один и только один возможный ущерб, то каждый объекто-день, предшествующий отчетной дате  $t$ , одновременно является датой происшествия (включая происшествия с нулевым убытком). Поэтому при использовании для  $\tau'_{ik}$ ,  $k=1, \dots, n$  сплошной нумерации (по объектам), индекс  $i$ , указывающий номер объекта, можно опускать. Аналогичное замечание относится и величинам  $t$ ,  $t_1$  и  $t_2$ , представленным в системе координат через дату случая:

$$\begin{aligned} t_k &= t - \tau'_{ik}; \\ t_{1,k} &= t_1 - \tau'_{ik}; \\ t_{2,k} &= t_2 - \tau'_{ik}; \end{aligned}$$

Таким образом, фиксированные в системе координат календарного времени границы временного интервала  $[t_1, t_2)$  в системе координат, определенной указанными выше соотношениями, зависят от даты происшествия и равны  $[t_{1,k}, t_{2,k})$ . Графически рассмотренная ситуация изображена на рис. 3б.

Теперь рассмотрим объекто-день, соответствующий дате происшествия  $k$ . Если на дату  $t$  об ущербе, произошедшем в момент  $\tau'_k$ , не заявлено, то дата заявления  $\tau > t_k$  и, в частности,  $\tau = \infty$ , если оплачиваемого случая не было.

Функция распределения убытка, произошедшего в момент  $\tau'_{ik}$  и заявленного в интервале  $[t_1, t_2)$  при условии, что о нем не было заявлено на отчетную дату  $t$ , равна

$$F_k(S) = 1 - \frac{F(\infty, t_{2,k}) - F(\infty, t_{1,k})}{1 - F(\infty, t_k)} + \frac{F(S, t_{2,k}) - F(S, t_{1,k})}{1 - F(\infty, t_k)}. \quad (1.1)$$

Первые слагаемые, не зависящие от величины убытка, соответствуют вероятности заявления нулевого убытка в интервале  $[t_1, t_2)$  убыток не заявят (иначе  $S=0$ ), а последнее слагаемое равно вероятности того, что убыток, заявленный в рассматриваемом интервале, меньше или равный  $S$ . Заметим, что для интервала  $[t, \infty)$  функции распределения убытка имеет вид

$$F_k(S) = \frac{F(S, \infty) - F(S, t_k)}{1 - F(\infty, t_k)}. \quad (1.2)$$

Ожидаемый убыток, о котором заявят в интервале  $[t_1, t_2)$ , равен

$$M_k(S) = \int_0^{\infty} S * dF_k(S). \quad (1.3)$$

Дисперсия убытка равна

$$D_k(S) = \int_0^{\infty} S^2 * dF_k(S) - M_k^2(S). \quad (1.4)$$

Вероятность не нулевого убытка равна

$$P_k(S) = \frac{F(\infty, t_{2,k}) - F(\infty, t_{1,k})}{1 - F(\infty, t_k)}. \quad (1.5)$$

Проводя аналогичные рассуждения для других объекто-дней с датой происшествия  $\tau'_{ik}$ ,  $k=1, \dots, n$ , можно рассчитать ожидаемый убыток по отдельному объекту или по кафедре в целом

$$M_t(S) = \sum_{k=1}^n M_k(S), \quad (1.6)$$

и его дисперсию

$$D_t(S) = \sum_{k=1}^n D_k(S), \quad (1.7)$$

а также, ожидаемое число убытков

$$N_t = \sum_{k=1}^n P_k(S). \quad (1.8)$$

Здесь индекс  $t$  означает, что статистики (1.6) – (1.8) рассчитываются при условии, что об убытке не заявлено на дату  $t$ .

И в частности, если рассмотреть систему непересекающихся временных интервалов  $[t_i, t_{i+1})$ ,  $i=1, 2, 3$  таких, что  $\cup_{i=1}^{\infty} [t_i, t_{i+1}) = [t, \infty)$ , можно перераспределить резерв произошедших незаявленных убытков по этим интервалам в зависимости от ожидаемого количества произошедших незаявленных убытков, которые будут заявлены в соответствующие периоды, например в каждый последующий месяц после отчетной даты.

Если разбить временные интервалы на годы, то задача оценки резервирования будет иметь следующую основную форму постановки. Пусть теперь  $S_{ik}$ ,  $1 \leq i \leq I$ , суммарная выплата в  $k$ -ом году развития убытка, произошедшего в  $i$ -ом году события. Первый год развития совпадает с годом события. Второй год развития ( $k=2$ ) – следующий за годом события, и т.д. За  $I$  лет, предшествующих текущему году, становятся известны значения  $S_{ik}$ ,  $i+k \leq I+1$ , образующие упомянутый треугольник развития. Подробная информация по этому методу расчета резервных показателей приводится в книге Томаса Мака [4].

В модели будет учитываться кумулятивные треугольники развития убытков, в которых на месте  $(i, k)$  стоит не приращение  $S_{ik}$ , а аккумулярованный уровень убытка  $C_{ik} = S_{i1} + S_{i2} + \dots + S_{ik}$ . Это позволяет сразу в расчет включить и информацию по изменению годовых инфляций и зависимость самих факторов у рассматриваемых убытков.

#### Список литературы

1. Адрианова Е.Г., Головин С.А. Развитие инновационного потенциала образовательного учреждения путем создания единой стратегии совершенствования профессионального образования и методов проектирования образовательных ресурсов всех уровней обучения на примере подготовки специалистов в области информационных систем и технологий // Информатизация и связь. – 2013. – Ч. 6. – С. 70-76.
2. Андрианова Е.Г., Томашевский С.В. Инновационный подход в планировании управления учебной кафедрой технического университета // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2
3. Баскаков В., Баскакова А. Оценка резервов произошедших, но незаявленных убытков по многомерным цензурированным данным страховой компании. EURACS. Международная актуарная компания. 2015.
4. Мак Т. Математика рискованного страхования. «Олимп-бизнес», Москва, 2005.
5. Томашевский С.В. Оценка постоянных рисков при управлении учебной кафедрой // II Международная научно-практическая телеконференция «Российская наука в современном мире», НИЦ «Актуальность.РФ», Пенза, 2015, С. 84-90.
6. URL: [www.science-education.ru/129-22215](http://www.science-education.ru/129-22215) (дата обращения: 29.10.2015).

## МЕТОД ОЦЕНКИ ОТКЛОНЕНИЯ МЕДИЦИНСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОТ СТАНДАРТА ЛЕЧЕНИЯ

*Хачумов М.В.*

научный сотрудник, канд. физ.-мат. наук,  
Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский  
центр «Информатика и управление» Российской академии наук»,  
Россия, г. Москва

Рассмотрены вопросы автоматизированного анализа медицинских технологических процессов (МТП). Предлагаемый подход позволяет оценивать величину отклонения текущего лечебного процесса от стандарта. Для оценки отклонений используется алгоритм DTW, позволяющий определять расстояние между парой сравниваемых процессов, содержащих информацию о выполнении или невыполнении определенных стандартом действий.

*Ключевые слова:* медицинский технологический процесс, алгоритм dynamic time warping, оценка отклонения.

Процесс лечения, несмотря на установленные стандарты, всегда носит индивидуальный характер. Практически все медицинские технологические процессы (МТП) [1,2] основаны на неполных знаниях о закономерностях и, поэтому, не могут обеспечить «оптимальное» управление лечением пациентов. Возможны и допустимы различные отклонения от лечебного стандарта в зависимости от меняющихся условий оказания медицинской помощи, нали-

чия сопутствующих заболеваний и т.д. Поэтому возникают не только задачи воспроизведения стандартного хода лечения, но и оперативного управления процессом. Для анализа и управления МТП необходимо получение формализованной оценки отклонения лечебно-диагностического процесса от стандартного плана лечения и имеющихся прецедентов. Предполагается, что решение этой задачи обеспечит в дальнейшем принципиально новые возможности проведения лечебного процесса. Качественно проведенная экспертная оценка хода лечения, моделируемого графом с временными отметками, позволит выявить и оценить различные отклонения от хода лечебно-диагностического процесса вследствие как объективных, так и субъективных причин и устранить их в последующих реализациях МТП. Отклонениями считаются [4,5]: невыполнение действий, которые обязательно должны быть выполнены; несоблюдение последовательности выполнения действий; выполнение действий, не предусмотренных технологическим процессом и др. В работе [6] описан метод обнаружения и визуализации отклонений, связанных с выполнением действий, не входящих в модель технологического процесса, и невыполнением действий, которые необходимо выполнить.

Рассмотрим метод обнаружения отклонений, связанных с выполнением и невыполнением действий, предусмотренных стандартом. Для вычисления величины отклонения или расстояния применим алгоритм динамической трансформации временной шкалы DTW (Dynamic time warping). Алгоритм DTW вычисляет оптимальную последовательность трансформации (деформации) времени между двумя временными рядами [3,7]. Пусть заданы две числовые последовательности  $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ ,  $(b_1, b_2, \dots, b_m)$ . Получим матрицу  $D$  отклонений, в которой  $d_{ij} = |a_i - b_j|$ ,  $i = 1, \dots, n$ ,  $j = 1, \dots, m$ . На втором этапе строим матрицу деформаций, каждый элемент которой  $r_{ij}$  определяется при помощи алгоритма динамического программирования и критерия локальной оптимизации:  $r_{ij} = d_{ij} + \min(a_{i-1, j-1}, a_{i-1, j}, a_{i, j-1})$ . Путь в матрице деформации, определяющий отклонение, начинается в ее левом верхнем углу и заканчивается в правом нижнем. Величина деформации  $R$  определяется суммой минимальных локальных отклонений каждого элемента пути, нормируется путем деления на количество элементов пути и служит оценкой расстояния между последовательностями.

Рассмотрим пример применения алгоритма DTW для сравнения процессов лечения заболевания бронхиальной астмой, представленный в таблице 1 (исходные данные предоставлены Медицинским центром ЦБ РФ). Здесь представлен шаблон процесса лечения пациентов в соответствии со стандартом, который содержит обязательные для выполнения операции и отчеты выполнения реальных процессов лечения трех пациентов.

Для формализации отчетов о выполнении процессов лечения введем следующие переменные: «выполнено»  $\rightarrow \alpha = 1$ , «не выполнено»  $\rightarrow \beta = -1$ , «не требуется»  $\rightarrow \sigma = 0$ .

Расстояние между «выполненной» и «невыполненной» операциями определим как  $|\alpha - \beta| = 2$ , а расстояние между «выполненной» («невыполненной») и «не требуется», соответственно  $|\alpha - \sigma| = |\beta - \sigma| = 1$ .

Таблица 1

<b>Процессы лечения бронхиальной астмы</b>				
Операции процесса лечения по стандарту		Отчет о выполнении		
		Пациент1	Пациент 2	Пациент3
<b>Приемное отделение/ОРИТ</b>				
1	Перевод из приемного отделения в коечное /ОРИТ через 2 часа или меньше	Выполнено	Выполнено	Выполнено
2	ФВД или ПСВ	Выполнено	Не требуется	Не выполнено
3	Пульсоксиметрия	Выполнено	Не требуется	Выполнено
4	Рентгенография грудной клетки	Выполнено	Выполнено	Выполнено
<b>1-е сутки ОРИТ/коечное отделение</b>				
5	Пульсоксиметрия	Не требуется	Не требуется	Выполнено
6	Пикфлоуметрия	Выполнено	Не требуется	Не выполнено
7	Ингаляционные $\beta_2$ -агонисты короткого действия или формотерол	Выполнено	Выполнено	Выполнено
<b>2-7-е сутки коечное отделение</b>				
8	Консультация врача ЛФК	Выполнено	Выполнено	Выполнено
9	Консультация физиотерапевта	Выполнено	Выполнено	Выполнено
10	Пикфлоуметрия	Выполнено	Выполнено	Выполнено
11	ФВД	Выполнено	Выполнено	Не выполнено
12	Ингаляционные ГКС	Выполнено	Выполнено	Выполнено
13	Ингаляционные $\beta_2$ -агонисты	Выполнено	Выполнено	Выполнено
<b>8-21-е сутки коечное отделение</b>				
14	Пикфлоуметрия	Выполнено	Не требуется	Выполнено
15	ФВД	Выполнено	Не требуется	Выполнено
16	Системные ГКС	Не требуется	Не требуется	Не требуется
17	Ингаляционные ГКС	Выполнено	Не требуется	Выполнено
18	Ингаляционные $\beta_2$ -агонисты	Выполнено	Не требуется	Выполнено

Занесем полученные таким образом показатели процессов лечения в виде последовательностей в таблицу 2. Полученные последовательности теперь можно сравнивать между собой. Применим метод DTW для расчета отклонений МТП от процесса лечения рекомендуемого стандартом.

Таблица 2

**Сводная таблица формализованных показателей выполнения МТП**

Номер операции	Пациент 1	Пациент 2	Пациент 3	Стандарт
1	2	3	4	5
1	1	1	1	1
2	1	0	-1	1
3	1	0	1	1
4	1	1	1	1
5	0	0	1	1
6	1	0	-1	1

1	2	3	4	5
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	-1	1
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	0	1	1
15	1	0	1	1
16	0	0	0	1
17	1	0	1	1
18	1	0	1	1

На рисунке 1 представлен процесс сравнения хода лечения Пациента 3 (П3) со стандартом (СТН) как сравнение двух последовательностей по методу DTW, использующего схему динамического программирования. Цветом выделен путь в таблице, определяющий минимальную величину отклонения  $R$ . В данном случае  $R = 0.2$ .

	ПЗ	1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	0	1	1	
СТН		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	2	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	3	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	4	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	5	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	6	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	7	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	8	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	9	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	10	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	11	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	12	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	13	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	14	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	15	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	16	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	17	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	18	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7

Рис. 1. Расчет отклонений процесса лечения от стандарта (на примере Пациента 3)

Применим метод DTW для расчета отклонений процессов лечения Пациентов 1 и 3 (соответственно П1 и П3). Все необходимые данные для расчета и процесс сравнения приведены на рисунке 2.

	ПЗ	1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	0	1	1
П1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	2	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	3	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
1	4	0	2	2	2	2	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	7	7	7
0	5	1	1	2	3	3	3	4	5	5	5	5	6	7	7	7	6	7	8
1	6	1	3	1	1	1	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	6	6	6
1	7	1	3	1	1	1	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	6	6	6
1	8	1	3	1	1	1	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	6	6	6
1	9	1	3	1	1	1	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	6	6	6
1	10	1	3	1	1	1	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	6	6	6
1	11	1	3	1	1	1	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	6	6	6
1	12	1	3	1	1	1	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	6	6	6
1	13	1	3	1	1	1	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	6	6	6
1	14	1	3	1	1	1	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	6	6	6
1	15	1	3	1	1	1	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	6	6	6
0	16	2	2	2	2	2	2	3	4	4	4	4	5	6	6	6	5	6	7
1	17	2	4	2	2	2	4	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	5	5
1	18	2	4	2	2	2	4	2	2	2	2	4	4	4	4	4	5	5	5

Рис. 2. Расчет отклонений процессов лечения (на примере Пациентов 1 и 3)

Расчет расстояния по установленной схеме дает значение  $R=0.161$ . Результаты парного сравнения процессов лечения всех пациентов приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Отклонение процессов лечения (парные расстояния)**

	Стандарт	Пациент 1	Пациент 2	Пациент 3
Стандарт	0	0,057	0,257	0,2
Пациент 1	0,057	0	0,093	0,161
Пациент 2	0,257	0,093	0	0,266
Пациент 3	0,2	0,161	0,266	0

Таблица 3 служит для демонстрации возможности измерения отклонений различных процессов лечения от стандарта и между собой.

**Заключение**

На текущем этапе исследований предложен метод анализа и оценки отклонений, связанных с выполнением и невыполнением действий для простейших МТП, который может помочь врачу в выборе рационального пути лечения. В качестве основного инструмента для быстрой оценки отклонений используется метод DTW. Следует отметить, что реальные МТП и их последовательности помимо указания на выполнение, невыполнение или пропуск операций должны иметь строгую привязку ко времени, что, несомненно, усложнит процесс сравнения и определения расстояний между последовательностями лечения. Изучению подобных процессов с учетом более жестких и приближенных к реальности требований автор намерен посвятить дальнейшие исследования.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Проекта РФФИ 13-07-12162 офи\_м «Исследование и разработка методов и алгоритмов синтеза медицинских технологических процессов на основе прецедентной информации».*

### Список литературы

1. Назаренко Г. И., Осипов Г. С. Основы теории медицинских технологических процессов. Ч. 1. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. 144 с.
2. Назаренко Г. И., Осипов Г. С. Основы теории медицинских технологических процессов. Ч. 2. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. 144 с.
3. Романенко А. А. Выравнивание временных рядов: прогнозирование с использованием DTW // Машинное обучение и анализ данных. 2011. Т. 1, №1. С.77-85.
4. Adriansyah A. Aligning Observed and Modeled Behavior. Ph.D. thesis, Eindhoven University of Technology, 2014.
5. Leemans S., Fahland D. Exploring Processes and Deviations // Business Process Management Workshops, Springer. 2015. Vol. 202. P. 304-316.
6. Leemans S., Fahland D. Process and Deviation Exploration with Inductive Visual Miner // CEUR Workshop Proceedings. 2014. Vol. 1295. P. 46-50.
7. Ing-Jr Ding, Chih-Ta Yen, Yen-Ming Hsu. Developments of Machine Learning Schemes for Dynamic Time-Wrapping-Based Speech Recognition // Mathematical Problems in Engineering, 2013.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СБОРКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

*Черняховская Л.Б.*

доцент кафедры «Механика», канд. физ.-мат. наук, доцент,  
Самарский государственный технический университет, Россия, г. Самара

Рассмотрена кинематика и динамика движения вала, опирающегося на три точки кромки отверстия вертикально закрепленной втулки, в процессе автоматической сборки цилиндрических деталей с гарантированным зазором. Установлены основные математические закономерности этого движения, представлена методика расчета траекторий и скоростей. Определены силы, действующие на вал в точках контакта, составлены дифференциальные уравнения движения вала в процессе совмещения, позволяющие анализировать надежность и качество способов сборки и реализующих их устройств.

*Ключевые слова:* цилиндрические детали, автоматическая сборка, три точки контакта, траектории, скорости, дифференциальные уравнения.

Технология автоматической сборки цилиндрических деталей должна основываться на объективных закономерностях механического движения, которые определяются параметрами деталей и особенностями контакта между их поверхностями. Качество и надежность процесса совмещения определяется соответствием движения исполнительного механизма объективным закономерностям движения, обусловленным особенностями относительного расположения деталей. Характер контактных ситуаций зависит от точности относительного ориентирования.

В отечественной и зарубежной печати имеется целый ряд работ, посвященных исследованию движений деталей в процессе их совмещения, анализу силовых взаимодействий между ними и выявлению причин заклинивания. При этом большая часть работ посвящена анализу совмещения деталей в том случае, когда вал в процессе ориентирования деталей оказывается внутри

отверстия втулки, т.е. тогда, когда угол перекоса между осями деталей  $\gamma < \arccos d/D$  ( $d$  – диаметр вала,  $D$  – диаметр втулки) [1], [2], [3]. Такое расположение деталей обеспечивается достаточно точным относительным ориентированием. При малом гарантированном зазоре, что характерно для высокоточных и миниатюрных деталей, первоначальный угол перекоса на позиции сборки превышает значение  $\gamma_0 = \arccos d/D$ , что приводит к изменению характера контакта деталей.

В том случае, когда зазор между сопрягаемыми поверхностями мал, детали первоначально устанавливаются под довольно большим углом друг к другу, значение которого  $\gamma > \arccos d/D$ , ( $d$  – диаметр вала  $D$  – диаметр отверстия втулки), при этом вал опирается на три точки кромки отверстия втулки.

В данной работе приводятся результаты математического анализа процесса сборки цилиндрических деталей с малым гарантированным зазором  $\delta = D - d$ . [4], при котором втулка закрепляется в вертикальном положении, а вал, установленный на нее сверху, перемещается, опираясь на три точки кромки отверстия втулки (рис. 1). Одна из точек контакта, точка  $K$ , находится между образующей вала и кромкой отверстия втулки в плоскости, проходящей через оси деталей, две другие точки  $B_1$  и  $B_2$  расположены между совмещаемыми кромками симметрично указанной плоскости, их положение характеризуется точкой  $B$ , являющейся серединой соединяющего их отрезка (рис. 1).

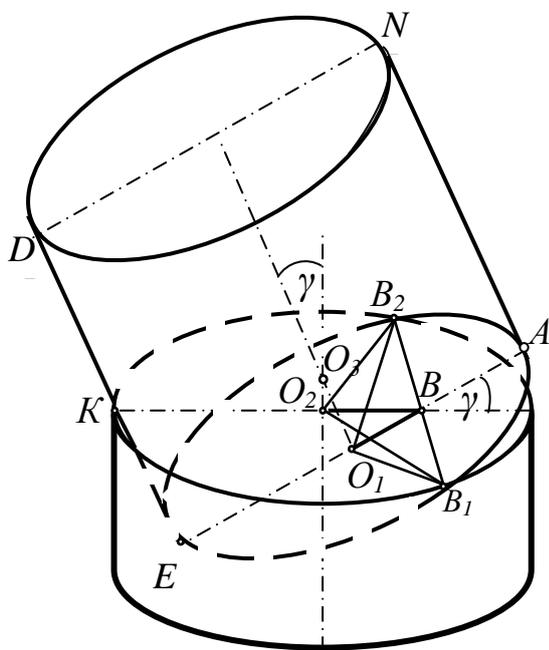


Рис. 1. Относительное расположение деталей при контакте в трех точках

В процессе совмещения угол наклона между деталями  $\gamma$  уменьшается, симметричные точки контакта сближаются и при  $\gamma = \arccos d/D$  сливаются в одну. Дальнейшее движение деталей происходит при значениях  $\gamma < \arccos d/D$  и протекает в условиях контакта двумя точками. Закономерности этого движения детально и полно исследованы в работах, посвященных автоматической сборке цилиндрических деталей.

Вал, опирающийся на три точки кромки отверстия втулки, может совершать три независимые друг от друга движения [4]: вращение вокруг собственной оси, вращение вокруг оси втулки и плоскопараллельное движение с основной плоскостью, совпадающей с плоскостью симметрии деталей. В первых двух случаях угол  $\gamma$  между осями деталей не меняется, расстояния между точками контакта остаются постоянными, и совмещение деталей не происходит.

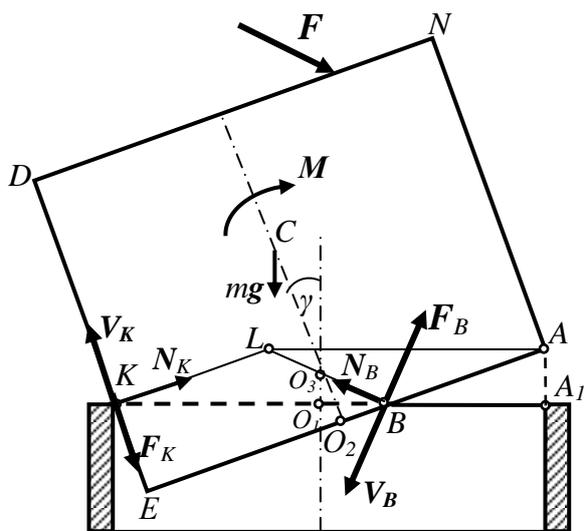


Рис. 2. Направления сил, действующих на вал в процессе совмещения

Изменение угла  $\gamma$  происходит только при плоскопараллельном движении, закономерности которого характеризуют процесс совмещения деталей. Плоскопараллельное движение подвижной детали характеризуется движением ее сечения  $AEDN$  в плоскости симметрии (рис.1), проходящей через оси деталей. В общем случае положение сечения в своей плоскости определяется тремя параметрами: координатами  $y_C, z_C$  центра масс  $C$  вала и углом  $\gamma$  между осями деталей, но в процессе совмещения точки контакта ограничивают свободу перемещения, вследствие чего координаты центра масс вала, как и всех остальных его точек, однозначно определяются углом  $\gamma$  между осями деталей.

На основе геометрического анализа относительного расположения деталей получены значения отрезков  $S_1 = BO_1$  и  $S_2 = BO_2$ , определяющих положение симметричных точек контакта

$$S_1 = O_1B = \frac{D(1 + \cos^2 \gamma) - 2d \cos \gamma}{2 \sin^2 \gamma}, \quad S_2 = O_2B = \frac{d(1 + \cos^2 \gamma) - 2D \cos \gamma}{2 \sin^2 \gamma}.$$

Расстояния  $S_1$  и  $S_2$  увеличиваются при уменьшении угла  $\gamma$ , и при  $\gamma = \arccos d/D$  становятся равными:  $S_1 = D/2, S_2 = d/2$ , т.е. симметричные точки контакта сливаются в одну и дальнейшее движение вала происходит при контакте с поверхностью втулки в двух точках.

Полученные значения  $S_1$  и  $S_2$  позволяют определить координаты всех точек вала, расположенных в плоскости симметрии деталей (рис.2) относительно неподвижной системы координат  $O_1 yz$ . Координаты центра масс  $C$ , также зависящие только от угла  $\gamma$ , равны

$$y_C = -\frac{H}{2} \sin \gamma + \frac{D - d \cos \gamma}{2}, \quad z_C = \frac{H}{2} \cos \gamma - S_2 \sin \gamma.$$

Координаты точки  $A$ , находящейся в плоскости симметрии на конце диаметра кромки вала, нависающей над отверстием втулки, равны

$$y_A = S_1 + \left(\frac{d}{2} - S_2\right) \cos \gamma = D/2; \quad z_A = \left(\frac{d}{2} - S_2\right) \sin \gamma = \frac{D \cos \gamma - d}{\sin \gamma}.$$

Следовательно, точка  $A$  вала движется по прямой, совпадающей с внутренней образующей отверстия втулки. Особенность траектории точки  $A$  позволяет определить положение мгновенного центра скоростей вала в процессе совмещения в зависимости от угла  $\gamma$ . Скорость точки  $K$  совпадает с образующей вала, следовательно, мгновенный центр скоростей  $L$  лежит в точке пересечения перпендикуляров к скоростям  $V_A$  и  $V_K$ . Скорость точки  $B$  перпендикулярна отрезку  $BL$ , который проходит через точку  $O_3$  пресечения осей деталей, при этом оказывается, что точка  $O_3$  делит отрезок  $BL$  пополам и составляет с вертикальной осью угол  $\varepsilon$ , определяемый из треугольника  $O_1BO_3$ .

Скорости в симметричных точках контакта будут равны скорости точки  $B$ , а силы трения в этих точках будут направлены противоположно этим скоростям. Равнодействующая сил трения  $\bar{F}_B$  будет приложена в точке  $B$  и равна  $F_B = 2fN_{B1}$ , где  $f$  – коэффициент трения,  $N_{B1}$  – нормальная реакция в точке  $B_1$ .

В симметричных точках контакта детали контактируют своими кромками, поэтому нормальная реакция в каждой из этих точек лежит одновременно в двух плоскостях, одна из которых проходит через ось вала, вторая – через ось втулки. Следовательно, каждая из этих сил направлена по прямой, соединяющей точку контакта с точкой  $O_3$  пересечения осей деталей. Кроме того, при плоскопараллельном движении эти реакции равны по модулю и приводятся к равнодействующей  $\bar{N}_B$ , приложенной в точке  $B$  и проходящей через точку  $O_3$ . Нормальная реакция в точке  $K$  направлена перпендикулярно образующей вала.

Движение вала в процессе совмещения является плоскопараллельным, имеющим одну степень свободы, так как координаты центра масс являются функцией угла  $\gamma$  между осями деталей, который и принимается за обобщенную координату. Следовательно, дифференциальное уравнение движение может быть составлено в форме Лагранжа

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{\gamma}} \right) - \frac{\partial T}{\partial \gamma} = Q_\gamma.$$

Кинетическая энергия вала равна  $T = \frac{mV_C^2}{2} + \frac{I_{C\eta}\omega^2}{2}$ , где  $m$  – масса вала,  $I_{C\eta} = \frac{mR^2}{2}$  момент инерции вала относительно его оси,  $\omega = \dot{\gamma}$  – угловая скорость вала,  $V_C$  – скорость центра масс вала,  $V_C^2 = \dot{y}_C^2 + \dot{z}_C^2$ ,  $\dot{y}_C$  и  $\dot{z}_C$  – производные по времени от координат центра масс.

Плоскопараллельное движение вала в каждый момент времени представляет собой вращение вокруг мгновенного центра скоростей. Следовательно, обобщенная сила равняется сумме моментов всех активных сил, приложенных к валу, относительно мгновенного центра скоростей.

К активным силам относятся силы, действующие на вал со стороны сборочного устройства, сила тяжести вала и силы трения в точках контакта.

Силы, приложенные к валу со стороны сборочного устройства, должны обеспечить валу плоскопараллельное движение и, следовательно, должны приводиться к силе  $F$ , приложенной к поверхности вала, и к паре сил с моментом  $M$ , расположенных в плоскости симметрии деталей.

Обобщенная сила будет равна

$$Q_\gamma = m_L(\bar{F}) + M + mg(y_C - y_L) - f N_K KL - 2f N_B BL.$$

Следовательно, уравнение Лагранжа после соответствующих преобразований, принимает вид

$$\begin{aligned} m(\dot{y}_C^2 + \dot{z}_C^2)\dot{\gamma} + m\left(\frac{dy_C}{d\gamma} \frac{d^2 y_C}{d^2 \gamma} + \frac{dz_C}{d\gamma} \frac{d^2 z_C}{d^2 \gamma}\right)\dot{\gamma}^2 + I_{C\varepsilon}\dot{\gamma}^2 = \\ = m_L(\bar{F}) + M + mg(y_C - y_L) - f N_K KL - 2f N_B BL. \end{aligned} \quad (1)$$

В этом уравнении определяемыми величинами являются угол  $\gamma$  и нормальные реакции  $N_K$  и  $N_B$  в точках контакта. Для определения реакций в точках контакта используем дифференциальные уравнения движения центра масс вала

$$m\ddot{y}_C = \sum F_{ky}^e; \quad m\ddot{z}_C = \sum F_{kz}^e.$$

Здесь  $\sum F_{ky}^e$  и  $\sum F_{kz}^e$  – суммы проекций активных сил на оси координат,  $\ddot{y}_C$ ,  $\ddot{z}_C$  – вторые производные от координат центра масс по времени.

После соответствующих преобразований уравнения принимают вид

$$m\left(\frac{d^2 y_C}{d\gamma^2} \dot{\gamma}^2 + \frac{dy_C}{d\gamma} \ddot{\gamma}\right) = F_y + N_K(\cos \gamma + f \sin \gamma) - 2N_{B1}(\sin \alpha \sin \varepsilon - f \cos \varepsilon), \quad (2)$$

$$m\left(\frac{d^2 z_C}{d\gamma^2} \dot{\gamma}^2 + \frac{dz_C}{d\gamma} \ddot{\gamma}\right) = F_z - mg + N_K(\sin \gamma - f \cos \gamma) + 2N_{B1}(\sin \alpha \cos \varepsilon + f \sin \varepsilon). \quad (3)$$

Полученная система дифференциальных уравнений (1), (2), (3) описывает закономерности движения вала, характеризующие процесс совмещения цилиндрических деталей при контакте между ними в трех точках.

На основе пакета Mathcad был составлен алгоритм решения дифференциальных уравнений, позволяющий находить значения сборочных усилий, обеспечивающих процесс совмещения деталей и сил взаимодействия в точках контакта в зависимости от угла  $\gamma$ . В результате было установлено, что силы взаимодействия резко возрастают при уменьшении угла между осями и достигают максимальных значений в тот момент, когда он приближается к значению  $\gamma = \arccos \frac{d}{D}$ . Так для деталей с параметрами  $D = 50$  мм,  $\delta = 0,01$  мм,  $H = 70$  мм, установленных первоначально под углом  $\gamma = 10^\circ$ , силы взаимодействия в точках контакта возрастали более, чем в 25 раз. Таким образом, нормальные реакции, оказывающие важное влияние на процесс совмещения, при достижении определенных значений могут стать причиной повреждения или заклинивания деталей

Полученная система дифференциальных уравнений позволяет решить и обратную задачу, т.е. определить уравнение движения вала  $\gamma = \gamma(t)$  в зависимости от действующих на него сборочных усилий и может быть полезной для замыкания уравнений манипулятора и уравнений движения вала при исследовании особенностей автоматической сборки с помощью промышленных роботов. Установленные закономерности необходимо учитывать при построении математической модели поисковых движений в процессе предварительной ориентации деталей.

**Выводы.**

Проведен детальный анализ механического движения, характеризующего процесс совмещения цилиндрических деталей с гарантированным зазором для вертикальной схемы сборки, при которой вал опирается на три точки кромки отверстия вертикально закрепленной втулки. Установлены траектории и скорости точек вала, определены направления всех сил взаимодействия в точках контакта. Разработана математическая модель процесса совмещения деталей, в которой система дифференциальных уравнений определяет закономерности движения вала в зависимости от действующих на него сил, что позволяет анализировать надежность и качество способов сборки и реализующих их устройств. Установленные закономерности необходимо учитывать как при разработке способов и устройств предназначенных, для автоматической сборки, так и при разработке программ управления сборкой с помощью промышленных роботов.

#### **Список литературы**

1. Рабинович А.Н. Проблемы ориентации деталей при автоматической сборке // Научные основы автоматической сборки. М.: Машиностроение, 1976. 120-131.
2. А.Г. Холодкова, Особенности автоматического выполнения цилиндрических соединений с малыми зазорами // Сборка в машиностроении, приборостроении, 2004. № 4. С. 14-17.
3. Кристаль М.Г. Оценка погрешности относительного расположения сопрягаемых поверхностей деталей при автоматической сборке цилиндрических соединений// Сборка в машиностроении и приборостроении.- 2000.- №6.С. 20-23.
4. Л.Б.Черняховская, Кинематический и динамический анализы автоматической сборки цилиндрических деталей: Монография. Самара; Самар. гос. ун-т, 2011. 76 с.

## **ПОДГОТОВКА БАКАЛАВРОВ В ОБЛАСТИ ГИДРОПНЕВМОПРИВОДОВ В МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА**

***Яроц В.В.***

доцент кафедры «Гидромеханика, гидромашин и гидропневмоавтоматика»,  
канд. техн. наук, Московский государственный технический университет  
им. Н.Э. Баумана, Россия, г. Москва,

Рассмотрены некоторые вопросы двухуровневой системы подготовки (бакалавров, магистров), выявлены её преимущества и недостатки.

*Ключевые слова:* двухуровневая система, бакалавриат, магистратура, федеральный государственный образовательный стандарт.

Пятнадцать лет назад Россия вступила в Болонский процесс, целью которого является «содействие мобильности путём преодоления препятствий эффективному осуществлению свободного передвижения. Для достижения этого необходимо, чтобы уровни высшего образования в странах-участницах Болонского соглашения были максимально сходными, а выдаваемые по результатам обучения научные степени – легко сопоставимыми.

В связи с этим, все вузы России начали переходить на двухуровневую систему подготовки кадров (бакалавриат, магистратура). Массовый переход на двухуровневую систему подготовки студентов в МГТУ им. Н.Э. Баумана произошёл, с одной стороны, относительно недавно. Однако, в 2015 году на кафедре «Гидромеханика, гидромашины и гидропневмоавтоматика» осуществлён первый выпуск бакалавров, которые с первого дня обучались по соответствующим программам подготовки. Уже можно подводить некоторые итоги и обсуждать результаты [1].

Направление подготовки 141100 – «Энергетическое машиностроение» утверждено приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.09.2009 г. № 337.

Образовательный стандарт разработан в порядке, установленном Московским государственным техническим университетом имени Н.Э. Баумана (МГТУ им. Н.Э. Баумана), с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 141100 – «Энергетическое машиностроение» на основе Указа Президента Российской Федерации от 01.07.2009 г. № 732 и законодательного права самостоятельно устанавливать образовательные стандарты и требования в результате утверждения в отношении МГТУ им. Н.Э. Баумана категории «Национальный исследовательский университет техники и технологий».

В Российской Федерации, в данном направлении подготовки реализуются основные образовательные программы (ООП) высшего профессионального образования, освоение которых позволяет лицу, успешно прошедшему итоговую аттестацию, получить квалификацию (степень) «бакалавр». Нормативный срок, общая трудоёмкость освоения основных образовательных программ (в зачётных единицах) для очной формы обучения и соответствующая квалификация (степень) приведены в таблице.

Таблица

**Сроки, трудоёмкость освоения ООП и квалификация (степень) выпускников**

Наименование ООП	Квалификация (степень)		Нормативный срок освоения ООП, включая последипломный отпуск	Трудоёмкость (в зачётных единицах)
	Код в соответствии с принятой классификацией ООП	Наименование		
ООП бакалавриата	62	бакалавр	4 года	240

Образовательный стандарт соответствует требованиям Закона Российской Федерации «Об образовании» и Федерального закона «О высшем и по-

слевузовском профессиональном образовании» в редакциях, действующих на момент утверждения вузом образовательного стандарта.

Согласно образовательному стандарту область профессиональной деятельности бакалавров включает: конструирование, исследование, монтаж и эксплуатацию энергетических машин, агрегатов, установок и систем их управления, в основу рабочих процессов которых положены различные формы преобразования энергии. К ней относятся следующие виды профессиональной деятельности – проектно-конструкторская; производственно-технологическая; организационно-управленческая; научно-исследовательская; сервисно-эксплуатационная; монтажно-наладочная. Конкретные виды профессиональной деятельности, к которым в основном готовится бакалавр, определяются профилирующей кафедрой совместно с объединениями работодателей, организациями-работодателями, заинтересованными в выпускниках МГТУ по данному направлению подготовки.

Для описания результатов образования на языке компетенций в них выделены две группы – общекультурные и профессиональные.

В состав **общекультурных** входят компетенции, овладение которыми необходимо выпускнику для дальнейшего обучения, активной, творческой деятельности в различных областях современной жизни, собственного развития, жизненной самореализации. Это – познавательные, творческие, социально-личностные компетенции.

**Профессиональные** компетенции определяют общепрофессиональные (инвариантные для родственных направлений профессиональной подготовки) компетенции, а также их компетенции в проектно-конструкторской, производственно-технологической, научно-исследовательской, организационно-управленческой деятельности.

Развитием профессиональных компетенций являются **профильно-специализированные** компетенции, отражающие достижения научно-технических школ Университета по данному направлению и специфику содержания подготовки для работодателей – основных потребителей кадров Университета [2].

В целом основная образовательная программа бакалавриата предусматривает изучение следующих учебных циклов (Б1 – гуманитарный, социальный и экономический; Б2 – математический и естественнонаучный; Б3 – профессиональный) и разделов (Б4 – физическая культура; Б5 – учебная и производственная практика; Б6 – итоговая государственная аттестация). Кроме того, каждый учебный цикл имеет **базовую** (инвариантную для всех профилей направления подготовки) часть и **вариативную** (профильную), устанавливаемую профилирующей кафедрой МГТУ им. Н.Э. Баумана. Вариативная (профильная) часть даёт возможность расширения и (или) углубления знаний, умений и навыков, определяемых содержанием базовых (обязательных) дисциплин (модулей), позволяет студенту получить углубленные знания и навыки для успешной профессиональной деятельности и (или) для продолжения профессионального образования в магистратуре.

Изучение всего комплекса учебных циклов и разделов совместно с реа-

лизацией социально-воспитательного компонента учебного процесса должно способствовать формированию **общекультурных**, надпредметных компетенций.

Профилирующие кафедры МГТУ им. Н.Э. Баумана самостоятельно разрабатывают ООП бакалавриата, которая включает в себя учебный план, рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей) и другие материалы, обеспечивающие воспитание и качество подготовки обучающихся, а также программы учебной и производственной практик, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии.

Профили ООП определяются на основе предложений выпускающих кафедр и закрепляются приказом ректора МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Кафедры обязаны ежегодно обновлять основные образовательные программы с учетом развития науки, техники, культуры, экономики, технологий и социальной сферы [3, 4].

В целом, многоуровневая система подготовки кадров, является более гибкой по сравнению с привычной одноуровневой. С одной стороны, она предоставляет более широкие возможности для индивидуализации учебного процесса. С другой стороны, обеспечивает профессиональную мобильность выпускников вузов, удовлетворяя, тем самым, быстро меняющиеся потребности рынка труда. Можно выделить несколько преимуществ вводимой системы подготовки кадров с высшим образованием.

Во-первых, поэтапное обучение позволяет индивиду более чётко очертить свои интересы и потребности. Выпускник, получивший диплом бакалавра, может пойти работать и обрести финансовую независимость. Фундаментальность подготовки бакалавра и отсутствие узкой специализации позволяет ему, при необходимости, за один год перейти к любой совместимой профессии.

Выпускнику, имеющему квалификацию «дипломированный специалист», получить новую профессию придётся по программе второго высшего образования в течение нескольких лет, а оно, по закону, всегда только платное.

С другой стороны, имея диплом бакалавра можно продолжить обучение в магистратуре, в том числе и по другому профилю. Для бакалавра обучение в магистратуре классифицируется как продолжение образования и поэтому бесплатное. В то время, как специалисты могут получить степень «магистра» только на платной основе.

Во-вторых, принятие европейской системы образования в России решит проблему признания российских дипломов за рубежом и сделает отечественное образование более конкурентоспособным. Степень (квалификация) «бакалавр» является общепринятой в международной классификации и понятной для работодателей во всем мире, с дипломом бакалавра появляется возможность устроиться на работу в иностранные компании и за границей.

В-третьих, бакалавры, получившие общую фундаментальную и профильную практическую подготовку, имеют широкие возможности при тру-

доустройстве. Это весьма существенно в условиях нехватки квалифицированных кадров на некоторых сегментах рынка труда.

Однако, несмотря на преимущества, двухуровневая система подготовки кадров, имеет ряд недостатков. Главным недостатком является низкий спрос на рынке труда на выпускников, закончивших бакалавриат и не имеющих определенной специальности.

Большинство отечественных работодателей предпочитают брать на работу специалистов, которые, по их мнению, имеют полноценную подготовку. Также специалист более удобен тем, кто планирует заниматься научной работой и учиться в аспирантуре. Специалист может сразу поступать на эту форму обучения, тогда как бакалавр должен сначала окончить магистратуру.

Таким образом, современная система высшего образования в России имеет многоуровневую структуру, что обеспечивает вариативность образования и удовлетворяет постоянно меняющиеся потребности личности и общества в целом. В тоже время параллельное существование двух различных систем подготовки кадров создает определенную неразбериху на образовательном рынке.

#### **Список литературы**

1. Федеральный закон №273-ФЗ от 29.12.12 г. «Об образовании в Российской Федерации» (Дата обращения 10.10.2015 г).

2. Яроц В.В., Кузнецов В.С., Шабловский А.С. Некоторые аспекты методики профессиональной переподготовки и повышения квалификации преподавателей и специалистов в области гидropневмоприводов в МГТУ им. Н.Э. Баумана / III Международная конференция «Состояние и перспективы развития профессиональной переподготовки и повышения квалификации специалистов в государствах-участниках СНГ по новым направлениями развития техники и технологий». Москва, 6-7 декабря 2012 года. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. С. 198-204.

3. Ковальчук А.К., Яроц В.В. Инновационные технологии в образовательном процессе / Материалы Международной научно-практической конференции «Информационные технологии в образовании». Минск, 21-22 мая 2009 г. Мн.: БНТУ, 2009. С. 31-32.

4. Яроц В.В., Шабловский А.С., Кузнецов В.С. Анализ влияния на рабочие характеристики прямого регулятора расхода его конструктивных параметров и условий эксплуатации / Электронное научно-техническое издание «Наука и образование». Инженерный вестник. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. № 1. Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/520072.html>.

*Научное издание*

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ  
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Сборник научных трудов  
по материалам VII Международной научно-практической  
конференции

г. Белгород, 31 октября 2015 г.

В десяти частях  
Часть III

Подписано в печать 12.11.2015. Гарнитура Times New Roman.  
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 8,60. Тираж 100 экз. Заказ 202  
ООО «ЭПИЦЕНТР»  
308010, г. Белгород, ул. Б.Хмельницкого, 135, офис 1  
ИП Ткачева Е.П., 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а