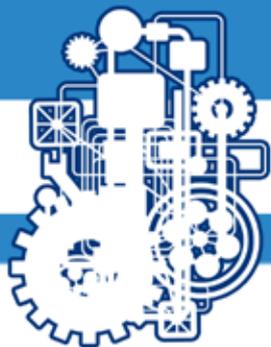
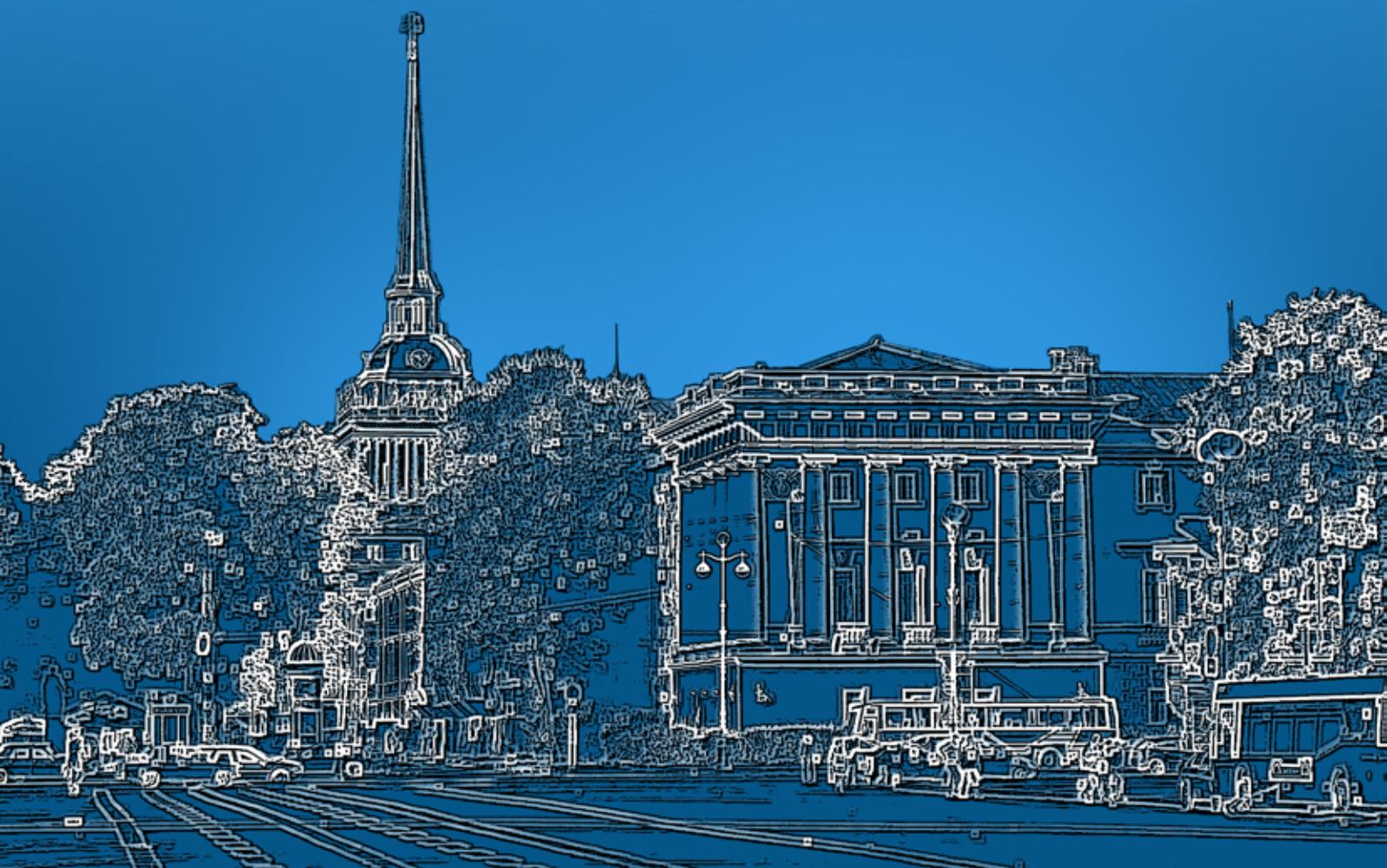


МОЛОДОЙ  
УЧЁНЫЙ



III Международная научная конференция

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ



Санкт-Петербург

УДК 62(01)  
ББК 30  
Т38

Главный редактор: *Г. Д. Ахметова*

Редакционная коллегия сборника:

*М. Н. Ахметова, Ю. В. Иванова, А. В. Каленский, В. А. Куташов, К. С. Лактионов, Н. М. Сараева, О. А. Авдеюк, О. Т. Айдаров, Т. И. Алиева, В. В. Ахметова, В. С. Брезгин, О. Е. Данилов, А. В. Дёмин, К. В. Дядюн, К. В. Желнова, Т. П. Жуйкова, Х. О. Жураев, М. А. Игнатова, В. В. Коварда, М. Г. Комогорцев, А. В. Котляров, В. М. Кузьмина, С. А. Кучерявенко, Е. В. Лескова, И. А. Макеева, Т. В. Матроскина, М. С. Матусевич, У. А. Мусаева, М. О. Насимов, Г. Б. Прончев, А. М. Семахин, А. Э. Сенцов, Н. С. Сенюшкин, Е. И. Титова, И. Г. Ткаченко, С. Ф. Фозилов, А. С. Яхина, С. Н. Ячинова*

Ответственные редакторы:

*Г. А. Кайнова, Е. И. Осянина*

Международный редакционный совет:

*З. Г. Айрян (Армения), П. Л. Арошидзе (Грузия), З. В. Атаев (Россия), Б. Б. Бидова (Россия), В. В. Борисов (Украина), Г. Ц. Велковска (Болгария), Т. Гайич (Сербия), А. Данатаров (Туркменистан), А. М. Данилов (Россия), А. А. Демидов (Россия), З. Р. Досманбетова (Казахстан), А. М. Ешиев (Кыргызстан), С. П. Жолдошев (Кыргызстан), Н. С. Игисинов (Казахстан), К. Б. Кадыров (Узбекистан), И. Б. Кайгородов (Бразилия), А. В. Каленский (Россия), О. А. Козырева (Россия), Е. П. Колпак (Россия), В. А. Куташов (Россия), Лю Цзюань (Китай), Л. В. Малес (Украина), М. А. Нагервадзе (Грузия), Ф. А. Нурмамедли (Азербайджан), Н. Я. Прокопьев (Россия), М. А. Прокофьева (Казахстан), Р. Ю. Рахматуллин (Россия), М. Б. Ребезов (Россия), Ю. Г. Сорока (Украина), Г. Н. Узаков (Узбекистан), Н. Х. Хоналиев (Таджикистан), А. Хоссейни (Иран), А. К. Шарипов (Казахстан)*

**Технические** науки: проблемы и перспективы: материалы III Междунар. науч. конф. Т38 (г. Санкт-Петербург, июль 2015 г.). – СПб.: Свое издательство, 2015. – iv, 102 с.  
ISBN 978-5-4386-0807-3

В сборнике представлены материалы III Международной научной конференции «Технические науки: проблемы и перспективы».

Предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов технических специальностей, а также для широкого круга читателей

УДК 62(01)  
ББК 30

## СОДЕРЖАНИЕ

## 1. ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

<b>Артамонов Е.Б., Венетикидис П.</b> Методы анализа защищённости программного обеспечения.....	1
<b>Артамонов Е.Б., Венетикидис П.</b> Межвузовская информационная система содержания модулей дисциплин как инструмент для сотрудничества с предприятиями .....	3
<b>Гостева Е.А., Фалалеева В.С.</b> Способы очеловечивания роботов .....	5
<b>Димитрова Л.К., Голубева О.А.</b> Прогнозирование частоты вызовов скорой помощи на основе интеллектуального анализа данных.....	9
<b>Латыпова В.А., Тюрганов А.Г.</b> Эффективная форма дистанционного обучения.....	16
<b>Рядчиков И.В., Сеница С.Г., Брагин Б.О., Шепилов В.В., Пузановский К.В.</b> Создание робота автономного движения по линии.....	19

## 2. ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

<b>Беляев Б.А., Ходенков С.А., Афонин А.О.</b> Микрополосковые устройства частотной селекции на основе двумерного фотонного кристалла.....	25
<b>Бойков Д.В.</b> Анализ потенциальной точности оценки задержки по огибающей радиосигналов с BPSK и BOC модуляцией.....	28
<b>Комраков Д.В.</b> Разработка структурной схемы автономной системы контроля целостности навигационных данных спутниковых радионавигационных систем в навигационных комплексах наземных подвижных объектов на основе оптимальных алгоритмов обработки информации .....	32
<b>Хузягулова К.Л.</b> Применение емкостного датчика для определения температуры тела.....	36

## 3. АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

<b>Курилов Ф.М.</b> Оптимизационный метод проведения сравнительного анализа средств защиты информации от несанкционированного доступа .....	40
<b>Мартимов Р.Ю.</b> Классификация методов защиты целостности видеоданных .....	44
<b>Ульянов Р.С.</b> Актуальность разработки автоматизированной методики оценки соответствия излучения светодиодных источников света для применения в системах квазиестественного освещения.....	46
<b>Шемелин В.К., Филипенков А.В.</b> Применение регрессионного анализа для прогнозирования объема транспортировки продукта.....	49

**Шиколенко И.А.**

Оценка целесообразности и актуальности разработки методов проектирования и применения автоматической системы управления искусственным освещением на базе СИД для достижения заданных параметров освещения . . . . . 55

**5. ЭНЕРГЕТИКА**

**Имомов Шухрат Боймаматович, старший преподаватель; Файзуллаев И.М., Эшанкулов Ж.С., Кузиев О.А., Абдигафоров А.А., Султонов С.Я.**

Аккумуляция тепла в системах солнечного отопления. . . . . 58

**Картамышева Н.С., Картамышева Е.С., Вахрушин И.А., Трескова Ю.В.**

Экологические последствия развития солнечной энергетики. . . . . 59

**Магомедов А.М., Герейханов Р.К.**

Способ увеличения показателей качества электроэнергии на предприятиях и распределительных сетях. . . . . 62

**7. МАШИНОСТРОЕНИЕ**

**Водин Д.В.**

Магнитно-импульсная обработка как перспективный метод повышения износостойкости металлорежущего инструмента . . . . . 67

**8. СТРОИТЕЛЬСТВО**

**Никулин А.И., Богачёва С.В.**

Эффективность применения плоских сборно-монолитных перекрытий в каркасном домостроении . . . . 70

**9. ТРАНСПОРТ**

**Тюфанова А.А.**

Факторы, влияющие на эксплуатационную надежность технических средств системы управления движением судов . . . . . 74

**Чувашев А.Н.**

Характеристики тепловыделения дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле с ДСТ в зависимости от изменения нагрузки на номинальной частоте вращения коленчатого вала . . . . . 77

**Эрназарова Л.М., Азизов Б.Д., Кулмурадов Д.И.**

Принципы формирования и развития терминальных систем в Узбекистане. . . . . 79

**12. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**

**Тарабрина И.В.**

Совершенствование методики отбора проб для определения качества столового винограда . . . . . 83

**13. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**

**Долгачев А.С., Бутенко Л.Н., Шишкин Е.В.**

Системный концептуальный анализ промышленного процесса получения бутилового ксантогената калия на уровнях «цех» и «химическая реакция». . . . . 86

**Кольцова Е.С., Иванникова Е.М., Систер В.Г., Ямчук А.И., Цедилин А.Н.**

Современное использование альтернативных топлив для автотранспорта. . . . . 88

**14. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

**Лахов Ю.А.**

Сбалансированная система показателей для управления энергоэффективностью на нефтеперерабатывающем предприятии. . . . . 91

**Михеева А.И.**

Вопросы безопасности в Microsoft Office 365. . . . . 96

**Османов А.А., Юдин Д.Е., Тринкин М.Г., Науменко В.В.**

Анализ проблем обеспечения информационной безопасности электронной коммерции. . . . . 99

# 1. ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

## Методы анализа защищённости программного обеспечения

Артамонов Евгений Борисович, кандидат технических наук, доцент;  
Венетикидис Панайотис, студент  
Национальный авиационный университет (г. Киев, Украина)

*В данной статье рассмотрены типичные примеры угроз, возникающих при работе с прикладным программным обеспечением. В качестве результата проведенного исследования представлены методы анализа угроз и их устранения.*

**Ключевые слова:** ошибки, поиск, информация, целостность, системы.

Необычайный эволюционный рост сложности и динамичности ИТ-продукции показал не только неотвратимость, но и гипер сложность оценки соответствия ИТ-продукции требованиям по безопасности информации. Несмотря на героические усилия ведущих разработчиков, проблема безопасности программных систем не получила своего окончательного решения: число критических уязвимостей не уменьшается, а процесс анализа кода становится чрезвычайно сложной задачей, которую необходимо постоянно решать в рамках периода жизненного цикла программной системы [1, с. 3].

В этом плане основным механизмом управления информационной безопасностью систем остается сертификация средств защиты информации, эффективность которой в реальной жизни пока зависит от предельной организованности и мозгового штурма экспертов испытательных лабораторий и органов по сертификации. Поэтому применение адекватных методов, метрик и методических приемов может быть весьма полезно, что и является основной целью подготовки монографии. [2, с. 34].

Кроме факторов технической эволюции, следует отметить необычайный социальный интерес к данной проблеме, отмеченный в нашей стране за последние несколько лет, например, достаточно упомянуть несколько общественных явлений:

— вступление страны в ВТО и неотвратимость исполнения Закона «О персональных данных» глубоко изменили отношение всех юридических лиц страны к защите информации конфиденциального характера со всеми вытекающими последствиями;

— открытая публикация новейших нормативных документов и других регуляторов инициировала всеобщее информирование и внедрение новых современных методологий, методов и средств защиты информации в различных сегментах ИТ-области;

— диалектическое возникновение «сертификационных войн» побудило разработчиков средств защиты

к соблюдению правил сертификации на российском рынке компьютерной безопасности и даже раскрытию ведущими западными компаниями (Microsoft, IBM, Oracle, SAP и др.) тайн их исходного кода. [1, с. 17].

Легитимность обработки информации на объектах информатизации подтверждается путем их аттестации, основное содержание которой составляют аттестационные испытания, представляющие собой комплексную проверку защищаемого объекта информатизации в реальных условиях эксплуатации с целью оценки соответствия применяемого комплекса мер и средств защиты требуемому уровню безопасности информации [1, с. 22].

Если в области оценки надежности и устойчивости технических систем основополагающими понятиями являются ошибки и отказы, то в области информационной безопасности таковыми понятиями являются угрозы. Негативное последствие угрозы безопасности ресурсу оценивается величиной соответствующего риска, под которым понимается комбинация вероятности «нежелательного» события и его последствий.

Следует отметить, что нарушение правил оценки соответствия тоже может быть риском правового и технического характера.

Систематическое использование информации для идентификации источников и оценки величины риска называется анализом риска. Методы анализа риска могут быть качественными, полуколичественными и количественными. В качественных методах используются вербальные понятия уровней риска, например: «маленький», «большой», «очень большой» и т.д. В полуколичественных методах используются численные шкалы (линейные или логарифмические). Количественные манипулируют конкретными числовыми единицами. Заметим, что полный количественный анализ не всегда возможен вследствие эргатичности систем информационной безопасности, сложности получения представительной статистики и др.

Анализ риска включает этапы инвентаризации и категорирования ресурсов, идентификации значимых угроз и уязвимостей, а также оценку вероятностей реализации угроз и уязвимостей. Оценивание риска заключается в вычислении риска и собственно оценивание его по заданной  $n$ -бальной или табличной шкале.

Показатели защищенности от несанкционированного доступа к информации» устанавливает требования к составу документации, а также номенклатуру показателей защищенности средств вычислительной техники (СВТ), описываемых совокупностью требований к защите и определяющих классификацию СВТ по уровню защищенности от НСД к информации. В рамках документа под СВТ понимается совокупность программных и технических элементов систем обработки данных, способных функционировать самостоятельно или в составе других систем, и предназначенных для предотвращения или существенного затруднения несанкционированного доступа к информации. СВТ как комплексное средство защиты информации от НСД может включать ряд подсистем (механизмов) безопасности, таких как: идентификация, аутентификация, разграничение доступом, контроль целостности, протоколирование и другие механизмы противодействия актуальным угрозам информационной безопасности.

Документ определяет 7 классов защищенности. Каждый класс характеризуется заданными значениями показателей защищенности СВТ, которые описываются соответствующими требованиями. Формально требования можно разделить на 4 группы:

- требования к подсистемам идентификации, аутентификации, авторизации;
- требования к подсистеме протоколирования;
- требования к гарантиям разработки;
- требования к документации.

Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации» определяет требования к защищенности информации в АС. Следует сказать, что данный документ может быть основным в случае сертификации системы, но только дополнительным — в случае аттестации. Это связано с тем, что требования по аттестации уточнены специальными нормативными документами и национальными стандартами ограниченного доступа.

Документ устанавливает требования к группам подсистем безопасности:

- подсистеме управления доступом (включая идентификацию, аутентификацию и авторизацию);
- подсистеме протоколирования;
- криптографической системе;
- подсистеме обеспечения целостности, а также подсистеме физической защиты, администрирования, тестирования и резервирования.

В настоящее время к категории конфиденциальной информации, имеющей характер персональных данных (составляющих личную и семейную тайну), предъявляются

особые нормативно-методические требования к оценке соответствия их средств защиты.

В нормативно-методических документах регуляторов указаны следующие средства защиты информации:

- средства предотвращения несанкционированного доступа;
- средства защиты информации при межсетевом взаимодействии;
- антивирусные средства;
- средства анализа защищенности;
- средства обнаружения вторжений;
- криптографические средства.

В настоящее время в различных системах сертификации проводятся изыскания по созданию и внедрению международной нормативной базы оценки соответствия. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий». Особенность стандарта состоит в том, что он является фактически метастандартом, позволяющим создавать нормативные документы к ИТ-продуктам, причем включающим конкретные требования как по безопасности (функциональные 49 требования), так и по качеству (требования доверия), и которые можно представить в полужоформализованном виде.

В соответствии с общепринятой практикой, в документе выделяются два типа систем обнаружения вторжений: это системы обнаружения вторжений уровня сети и системы обнаружения вторжений уровня узла. Основной задачей системы обнаружения вторжений уровня сети является сбор информации о сетевом трафике, передаваемом в пределах информационной системы, и ее дальнейший анализ с целью выявления вторжений. Система обнаружения вторжений уровня узла должна обнаруживать вторжения на основе анализа данных с узлов контролируемой информационной системы, включающих: сетевой трафик, проходящий через контролируемые узлы, события, регистрируемые в журналах аудита операционной системы и прикладного программного обеспечения, вызовы функций, обращения к ресурсам.

Модели роста надежности (reliability growth model) относят к вероятностным динамическим моделям дискретных систем с непрерывным или дискретным временем. Большинство популярных моделей данного класса можно свести к Марковским однородным, неоднородным или полумарковским моделям массового обслуживания.

В однородных Марковских моделях полагается, что общее число ошибок ПО — неизвестная конечная постоянная величина. Число ошибок, оставшихся в ПО в процессе тестирования и отладки, описывается экспоненциальным законом распределения.

Экспоненциальная модель роста надежности, получившая название модели Елинского-Моранды (Jelinski-Moranda, JM-модель), основана на допущениях, что в процессе тестирования ПО длительность интервалов времени между обнаружением двух ошибок имеет экспоненциальное распределение с интенсивностью отказов, пропор-

циональной числу необнаруженных ошибок. Все ошибки одного типа, равновероятны и независимы друг от друга. Каждая обнаруженная ошибка мгновенно устраняется, число оставшихся ошибок уменьшается на единицу.

Экспоненциальная модель роста надежности, получившая название модели Елинского-Моранды (Jelinski-Moranda, JM-модель), основана на допущениях, что в процессе тестирования ПО длительность интервалов времени между обнаружением двух ошибок имеет экспоненциальное распределение с интенсивностью отказов, пропорциональной числу необнаруженных ошибок. Все ошибки одного типа, равновероятны и независимы друг от друга. Каждая обнаруженная ошибка мгновенно устраняется, число оставшихся ошибок уменьшается на единицу.

В настоящее время одной из самых популярных NHPP-моделей роста надежности является S-образная NHPP-модель Ямады (Yamada), в которой, в отличие от JM- и SW-подобных выпуклых моделей, делается дополнительное предположение о S-образной зависимости

числа ошибок от времени тестирования. Понятно S-образная зависимость числа обнаруженных ошибок от времени объясняется тем, что в начальной стадии тестирования имеется фаза изучения экспертом ПО.

После формирования перечня маршрутов проводится анализ критических маршрутов выполнения функциональных объектов. В качестве критических маршрутов выполнения должны рассматриваться маршруты выполнения функциональных объектов, в которых происходит обработка защищаемой информации. Защищаемая информация может содержать критически важные сведения о ПО (пароли, лицензии, работа с базой данных). По результатам анализа должно быть установлено соответствие порядка выполнения критических маршрутов заявленному алгоритму функционирования программного продукта, представленного в документации. Также к критическим маршрутам должны быть отнесены те маршруты, в которых выполняются функциональные объекты, попавшие в список потенциально опасных конструкций.

#### Литература:

1. Глоба, Л. С. Розробка інформаційних ресурсів та систем. Київ/Політехніка, 2013. — 22 с.
2. Голощавов, А., Системные компоненты и сетевые коммуникации/БХВ Петербург, 2012, — 384 с.

## Межвузовская информационная система содержания модулей дисциплин как инструмент для сотрудничества с предприятиями

Артамонов Евгений Борисович, кандидат технических наук, доцент;  
Венетикидис Панайотис, студент  
Национальный авиационный университет (г. Киев, Украина)

*Отсутствие желания предприятий вкладывать деньги в украинскую систему образования можно связать с невозможностью спрогнозировать уровень и направленность подготавливаемого специалиста. Описанная информационная система может упростить выбор ВУЗа и направления для инвестиций в образование.*

**В** последнее время всё чаще поднимается вопрос о соответствии уровня образования, которое получают студенты в высших учебных заведениях, требованиям рынка.

Особо остро этот вопрос стал в свете массового оттока за рубеж молодых специалистов в возрасте от 18 до 20 лет. Сегодня существует несколько сотен разнообразных международных образовательных программ для украинцев. Больше половины из них — предусматривают бюджетное образование, которое, в свою очередь, делится на образование за счет государства (того, что отправило, или того, что приняло студента) и обучение посредством выигрыша грантов (что, собственно, почти то же самое, как и полностью бюджетное образование, только студенту «де юре» называют суммы образовательной платы, а «де факто» деньги выплачивает принимающая (чаще) или отправляющая (реже) страна) [1].

В основном студенты из Украины едут в Россию, США, Канаду, Польшу, Венгрию, Великобританию, но за последние несколько лет открылось новое направление — Азия. ВУЗы Китая, Кореи и даже несколько ВУЗов Сингапура открыли гранты для обучения (некоторые гранты предполагают стипендиальный фонд для успевающих студентов).

С другой стороны, растёт недовольство украинских предпринимателей не только направленностью обучения (уже давно реализованы программы по адаптации и переучиванию новых сотрудников после трудоустройства), а также уровнем выпускников (если раньше отечественное образование считалось одним из лучших в мире, то сегодня многих выпускников ВУЗов не берут на работу по специальности из-за нехватки базовых знаний).

По принципу рынка «кто оплачивает счета, тот и заказывает «профиль» выпускников, сходящих с образовательного конвейера» [2], а основным заказчиком уже давно является государство. Именно оно, по большей части, финансирует образование для того, чтобы обеспечить собственную жизнедеятельность. Так что на каждом историческом этапе государственная образовательная система выпускала тех специалистов, которые были нужны стране в данный момент.

Сейчас к процессу «заказа» специалистов начали подключаться государственные и коммерческие организации (трёхсторонний договор — организация — ВУЗ — студент — массово используется более 10 лет).

Одним из постоянных заказчиков является Пенсионный фонд [3], который таким образом омолаживает свой коллектив. Но и тут не обходится без неприятных сюрпризов — договора с ВУЗами заключаются на подготовку специалистов по определённым направлениям и специальностям, но единственная информация, которой располагает непосредственный заказчик — это рабочий учебный план, в котором указан перечень дисциплин, но содержание этих дисциплин является недоступной, а иногда и специально скрываемой информацией.

При таком положении дел практически невозможно привлечь коммерческие предприятия для массового заказа специалистов, так как не известно, чему будут обучать студентов. По сути — заказчик платит за «кота в мешке», а суммы не малые — 60–100 тыс. гривен за подготовку одного специалиста.

Так исследование Безмалого В. Ф. [5], которое он провёл ещё 2008 году, показало, что в рамках направления подготовки бакалавра 1601 «Информационная безопасность» менее 16% часов приходится на дисциплины по специальности, а современные темы не затрагиваются вообще.

Таким образом, работодателю рентабельней через собеседование принять на работу выпускника любого ВУЗа и за сумму в 10–15 раз меньшую, чем стоимость обучения в ВУЗе, провести переквалификацию. Так поступают многие фирмы в Украине, некоторые даже бесплатно проводят базовые курсы, а на втором третьем этапе обучения даже выплачивают стипендии (в основном это касается IT-фирм).

Но и предприятия готовы идти на риск, вкладывая деньги в украинскую систему образования, однако для этого требуются инструменты, которые позволят не только выбрать ВУЗ и направление обучения по потребностям предприятия, но и задать требования на изучаемые курсы дисциплин, а также их наполнение.

На сегодня подобного инструмента не существует не только в Украине, но и в мире. Максимум, на что может рассчитывать заказчик образовательной услуги, это узнать наполнение отдельных курсов у отдельных преподавателей, используя открытые ресурсы ВУЗов или личные страницы преподавателей. Таким путём пошёл Массачусетский технологический институт (англ. Massachusetts Institute of Technology, MIT) [4].

Но время упущено и в рамках Украины необходимо централизованно создать отдельный ресурс, который объединит не только все ВУЗы, но и все предприятия, которые желают заказать подготовку специалистов. Такой заказ по силам только Министерству образования и науки, так как без его информационной и юридической поддержки все материалы так и останутся в закрытых корпоративных сетях ВУЗов.

### ***Процессы управления и основных цели системы содержательных модулей дисциплин***

Реализация такого инструмента должна проводиться в несколько этапов, среди которых есть, как организационные, так и чисто программные. Необходимо четко осознавать, что на выходе должен появиться не просто программный продукт или база данных, а полноценная сетевая система со всеми возможностями по управлению сетевыми базами данных и гибким интерфейсом.

Учитывая уровень сложности системы необходимо выделить основные уровни управления, которые позволяют решать основные задачи данной системы. После выделения уровней управления можно перейти к рассмотрению системы в виде управляемой организационно-технологической системы. Данный подход позволяет решать общую задачу разработки системы постепенно, реализующие отдельные функциональные возможности, которые можно со временем объединить в общую систему.

Сущность и содержание целей на каждом из уровней организационно-технологической системы были описаны в работе [6], где каждая из представленных целей включала в себя ряд промежуточных подцелей, которые требовали выполнения определенных работ и мероприятий для своей реализации.

При этом Главной целью является реализация комплексной системы управления, контроля и планирования учебного процесса в группе вузов на основе модульного принципа с возможностью обеспечения информацией внутренних и сторонних пользователей о содержании модулей всех дисциплин во всех учебных заведениях.

Центральный уровень системы (I уровень) — «Уровень административного управления и принятия решений». Основные пользователи: высший управленческий аппарат учебных заведений (ректор, проректора, начальники учебно-методических управлений).

Предметно-аналитический уровень системы (II уровень) — «Уровень научно-методического и информационного обеспечения принятия решений». Основные пользователи: координаторы отдельных ВУЗов, научно-исследовательские и специализированные организации, осуществляющие сбор, накопление, первичную обработку и поиск информации.

Кафедральный уровень системы (III уровень) — «Уровень первичного наполнения информацией и реализации комплекса мероприятий по проверке соответствия данных

нормативам». Основные пользователи: подразделения вузов, осуществляющие на местах координацию и ввод данных о распределении дисциплин на содержательные модули.

Пользовательский уровень (IV уровень) — «Уровень общего доступа к информации системы». Основные пользователи: студенты, преподаватели, организаторы учебного процесса, частные предприятия.

#### **Выводы:**

Анализ ВУЗов с точки зрения открытости информации о наполнении учебного процесса показал, что предпри-

нимателям рискованно вкладывать деньги в полный цикл подготовки специалистов, а дешевле приобрести готового специалиста или переподготовить менее квалифицированного.

Одним из решений для решения проблемы непрозрачности системы образования может оказаться разработка единой всеукраинской системы учёта наполнения всех курсов дисциплин с точки зрения описания тематик и уровня раскрытия. Данная система может позволить не только предприятиям упростить поиск будущих сотрудников, но и абитуриентам делать осознанный выбор при поступлении в ВУЗ, а не на основе общих отзывов и красивых названий специальностей.

#### *Литература:*

1. Ольга Омелянчук «Образование за рубежом: бесплатное реально?» Электронная версия: <http://finance.obozrevatel.com/analytics-and-forecasts/81095-obrazovanie-za-rubezhom-besplatnoe-realno.htm>.
2. Андрей Веселовский «Образцы и формы, по которым штампуются новое поколение», 2012. Электронная версия: [http://www.popsy.ru/articles/full/stati/zakazchiki\\_obrazovaniya/](http://www.popsy.ru/articles/full/stati/zakazchiki_obrazovaniya/)
3. «Фонд активизирует работу с вузами». Газета «Пенсионный курьер»: № 45—2012. Электронная версия: <http://www.krasnodon-pfu.gov.ua/index.php/20121115122/newspfu/2012-11-15-09-41-30.html>
4. <http://web.mit.edu> — сайт Массачусетского технологического института.
5. Безмалый, В. Ф. «Готовят ли наши ВУЗы специалистов по информационной безопасности? Или почему выпускников много, а специалистов мало?». — 2008. Электронная версия: <http://www.sec4all.net/statea331.html>
6. Артамонов, Є.Б. Міжвузівська база змістовних модулів дисциплін як засіб впровадження основних концепцій Болонської системи навчання. — Проблеми інформатизації та управління. — К.: НАУ. — 2012 — вип. 1 (37) — с. 22—29.

## **Способы очеловечивания роботов**

Гостева Екатерина Андреевна, студент;

Фалалеева Вероника Сергеевна, студент

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Пермский филиал

*В данной статье описывается проблема «очеловечивания» роботов, рассматриваются варианты ее решения, а также приводятся новые способы применения человекоподобных роботов в современном мире.*

**Ключевые слова:** роботы, робототехника, очеловечивание, гуманизация.

**В**ек информационных технологий большая часть научного прогресса направлена на создание искусственного интеллекта и усовершенствование уже имеющихся роботов. Только посмотрите на творения современных инженеров: робот-хирург, робот-медбрат, робот-охранник, робот-актер, робот-официант и другие андроиды, которые проникли практически во все сферы деятельности людей. Казалось бы, что «умные машины» стали полноценной частью жизни общества, но почему тогда это общество не воспринимает их как равных? Одной из причин такого отношения была и остается «машинная» сущность робота, несмотря на все попытки людей «очеловечить» буквально все, к чему они прикасаются.

Эта тема является актуальной еще со времен создания первого робота, поэтому в наше время приравнивание двух понятий «робот» и «человек» — главная задача всех компаний по производству андроидов. Именно поэтому цель данной статьи заключается в рассмотрении всевозможных вариантов гуманизации роботов.

#### **Основная часть**

Проведенное в Евросоюзе исследование помогло выяснить, что большинство респондентов положительно относятся к роботам, считают их огромным прорывом в научном мире и признают, что роботы — безусловно полезные

и нужные устройства, которые сделают нашу жизнь гораздо проще, несмотря на уменьшение участия человеческих ресурсов в трудовой деятельности и увеличение безработицы в целом. Но у каждой «медали» есть другая сторона, за которой скрывается недоверие к роботам, как к членам общества из-за их «железной» внешности [1]. Давайте обратим внимание на киноиндустрию, которая внушает зрителям идею о том, что робот не имеет никаких различий с человеком, что он может принимать верные решения, поступать «по совести», как и все люди совершать какие-либо ошибки и ясно осознавать последствия всех своих поступков. И общество действительно ожидает от реальных инженеров такого же результата, так давайте посмотрим на шаги очеловечивания, которые предприняты уже сегодня.

Первый шаг к очеловечиванию заключался в стирании эмоциональной границы между роботом и человеком. Такой затеей озадачились европейские ученые и разработали первого в мире робота по имени Нао, который может не только распознать эмоции других, но также выражать свои собственные. Нао был запрограммирован на подражание эмоциональным составляющим однолетнего ребенка, он может показывать испуг, счастье, радость и грусть. По словам разработчиков, данный андроид был создан для того, чтобы помогать маленьким детям в больницах осознавать всю важность их лечения. На рисунке 1 представлено наглядное изображение данного робота.

Шаг номер два: копирование движений человека. В этом вопросе преуспели английские ученые, которые на «Бале роботов» в Санкт-Петербурге представили робота Тоби Теспиана. Это интерактивный андроид, который не только умеет, но также любит общаться с людьми. Тоби

был создан, как робот-актер. Он является «любимчиком» публики и даже открывал выставку CeBit 2014 в Ганновере совместно с Ангелой Меркель и Дэвидом Камероном. Робот может фокусировать свой «взгляд», понимать речь и отвечать собеседнику так, что у последнего не остается сомнений, что Тоби общается непосредственно с ним. Также он имеет уникальную систему «двигательного» аппарата, что позволяет ему передвигаться как человек, вплоть до кончиков пальцев на руках и поворота головы [3]. Представленный ниже рисунок показывает внешнюю составляющую данного робота.

Третьим шагом к очеловечиванию можно назвать «копирование» человеческого интеллекта. Множество попыток принято в данном направлении, но особое внимание заслуживает бот по имени Евгений Густман, которого создал коллектив из России и Украины. Это единственный в мире онлайн-бот, который прошел тест Тьюринга, главная суть которого заключается в убеждении судьи в том, что он переписывается с реальным человеком. Для прохождения данного теста необходимо «обмануть» не менее 30% судей, Евгению же удалось убедить 33% из 300 судей. Женя представляется всем тринадцатилетним мальчиком, родом из Одессы, живущим в Москве. Для того, чтобы все выглядело наиболее правдоподобно разработчики «научили» Женю грубить своим собеседникам. Также этот бот не просто не теряет нить разговора, он может самостоятельно завязать новую тему или задавать свои вопросы. Создатели данного бота считают, что он может быть полезным в контакт-центрах или при онлайн-обучениях. На рисунке 3 представлен виртуальный аватар данного бота [2].



Рис. 1. Робот Нао

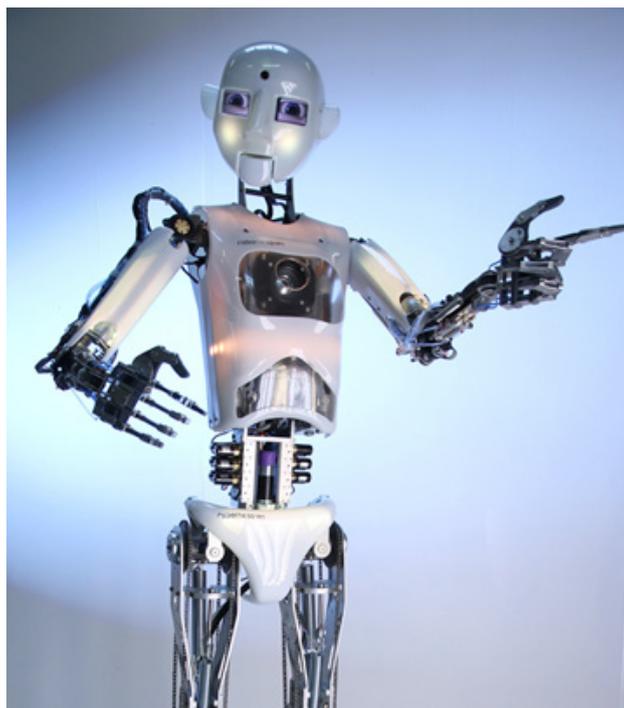


Рис. 2. Робот Тоби Теспин

И наконец, четвертым шагом можно считать копирование внешности людей. Самыми ярким представителем в данном вопросе можно считать японского робота Аико Чихиро от фирмы Toshiba, который по праву считается самым человекоподобным роботом в мире. В этот раз производители сделали акцент не на коммуникативных и эмоциональных навыках робота, а на внешности, стараясь максимально приблизить ее к человеческой. Разработчики признались, что данная машина была создана для работы продавцом-консультантом в одном из магазинов фирмы. На рисунке 4 представлена фотография Аико.

### **Заключение**

В конце хотелось бы отметить, что объединение всех вышеуказанных свойств и характеристик в единое целое приведет к очеловечиванию роботов, что позволит им стать

реальной частью общества, помогать людям и не вызывать отторжения из-за «машинной» внешности. Возможно в будущем, мы сможем увидеть полноценного работа-спортсмена, который сможет конкурировать именно с людьми, отличного робота-учителя, способного самостоятельно вести уроки в школе или даже робота-психолога, выслушивающего все ваши проблемы и помогающего советами.

Но все-таки, несмотря на все преимущества роботов, не стоит забывать, что они являются всего лишь орудием труда, которое, конечно, не будет проситься в отпуск, пребывать в депрессии, болеть или стареть, но которое может в любой момент дать сбой, потому что оно зависит от программы и ее разработчика. Не зря же Норберт Винер, отец кибернетики, сказал: «Отдайте же человеку — человеческое, а вычислительной машине — машинное. В этом и должна, по-видимому, заключаться разумная линия поведения при организации совместных действий людей и машин».



Рис. 3. Онлайн-бот Евгений Густман



Рис. 4. Аико Чихиро

*Литература:*

1. Отношение к роботам в Европе // Robogeek. [Электронный ресурс]. [Режим доступа: <http://www.robogeek.ru/analitika/otnoshenie-k-robotam-v-evrope-v-tselom-pozitivnoe-po-ne-vezde-i-ne-vsegda>] [Проверено: 30.06.2015]
2. Робот vs Человек. // Trendclub. [Электронный ресурс]. [Режим доступа: <http://trendclub.ru/blogs/dreamrobot/6899>] [Проверено: 30.06.2015]
3. Юревич, К.И. Основы робототехники. — СПб.: БХВ-Петербург. 2005. — 416 с.:ил.

## Прогнозирование частоты вызовов скорой помощи на основе интеллектуального анализа данных

Димитрова Людмила Кузманова, кандидат технических наук  
Университет «Проф.Ас. Златаров» (г. Бургас, Болгария)

Голубева Ольга Аркадьевна, врач  
Городская поликлиника № 17 (г. Санкт-Петербург)

*В работе предлагается использование классификационных моделей для прогнозирования количества вызовов скорой помощи в зависимости от климатических условий, состояния магнитосферы и степени загрязненности воздуха. Вывод моделей сделан с помощью программного пакета WEKA на обучающем множестве из 366 записей, соответствующих вызовам станции скорой помощи в Санкт-Петербурге в течение года. Точность прогнозирования с помощью полученных моделей — в диапазоне 67,53%–76.64%. Сравнительно невысокая точность прогноза на данном этапе может быть повышена за счет увеличения обучающей выборки и оптимизации данных для классификации.*

**Ключевые слова:** классификация, алгоритмы классификации, количество вызовов скорой помощи, климатические условия, прогнозирование.

### 1. Введение

Прогнозирование числа вызовов скорой медицинской помощи и обеспечение необходимого для нормального их обслуживания количества бригад является важным фактором качественного оказания медицинской помощи. В некоторых случаях задержка в обслуживании является критической в деле спасения человеческой жизни. Поэтому изучению факторов, которые влияют на здоровье и самочувствие человека и, соответственно, на частоту вызовов скорой помощи, посвящено огромное количество исследований.

В работе [1] исследуется отрицательное влияние жаркой погоды на здоровье человека в городских сообществах. В целях предсказания вредных метеорологических условий и готовности к ним во многих городах Канады были разработаны и реализованы системы медицинских предупреждений о наступлении жары (HHWS). Авторы установили, что в целом временная структура звонков 911 (аналогично 03 в России) соответствует временной структуре оповещения о наступлении высоких температур через систему HHWS и структуре выездов бригад по вызовам в отделениях неотложной помощи по поводу болезней и состояний, связанных с жаркой погодой.

Авторы [2] используют обобщенные аддитивные модели [3] для установления связи между биометеорологическими условиями и частотой вызовов скорой помощи. Они установили, что в диапазоне температур между 25 и 30 °C процентное изменение числа вызовов, связанное с повышением температуры воздуха на каждый 1 °C составляет 1,45% для заболеваний терапевтического профиля и 2,74% для заболеваний дыхательных путей в частности. Эта закономерность наблюдается только для температур выше 25 °C. Влияние температуры на частоту вызовов исследовалось и в работе [4]. Авторы

установили, что заболеваемость увеличилась экспоненциально с температурой выше 15,6 °C. Коэффициент увеличения количества вызовов на каждый 1 градус повышения среднесуточной температуры по сравнению с 15,6 °C составляет 1.43. Температурные воздействия влияли максимально на 45–64-летних пациентов, больше на мужчин, чем на женщин, и больше на жителей сельских округов, чем на городских жителей.

Исследователи [5] использовали однофакторный дисперсионный анализ и множественную линейную регрессию для установления корреляции между суточным числом пациентов различного уровня неотложности и различными заболеваниями со среднесуточной температурой (T) и изменением температуры (dt) по сравнению с предыдущим днем. Исследования показали, что температура окружающей среды имеет дифференцированное воздействие на пациентов скорой помощи с различными заболеваниями и различной степенью тяжести заболевания. Авторы [6] анализируют влияние погодных эффектов и возрастно-половой структуры населения на количество вызовов с целью обеспечения лучшего планирования ресурсов в будущем. Они использовали информацию о более чем 2-х миллионах случаев вызовов неотложной помощи в Гонконге в 2008 году для прогнозирования спроса услуг скорой помощи в 2036. Прогноз сделан с учетом прогнозируемых изменений в возрастно-половой структуре между 2008 и 2036.

В работе [7] сообщается, что повышенные концентрации грубодисперсных твердых частиц в воздухе ведет к увеличению количества вызовов скорой помощи по поводу респираторных заболеваний у взрослого населения (в возрасте 65 лет и старше). В [8] исследуется влияние фазы полной и новой луны на изменение частоты проведения сердечно-легочных реанимаций. За время 4018-дневного периода исследования были сделаны 2370233 посещения пациентов бригадами отделений не-

отложной помощи, из них 6827 требующие сердечно-легочной реанимации. Авторы не обнаружили значимых различий по частоте проведения сердечно-легочной реанимации во время полнолуния. В то же время в дни новолуния потребовалось проведение сердечно-легочной реанимации в среднем на 6.5% меньше, чем в другие дни.

Авторы [9] отмечают, что прогнозирование количества вызовов скорой помощи на основе официального прогноза погоды осуществимо. Они разработали модель линейной множественной регрессии, описывающую связь между количеством звонков, связанных с медицинскими проблемами, и метеорологическими временными сериями данных. Метеорологические переменные, рассмотренные в данном исследовании, включали в себя среднюю температуру (Т), разницу средних температур на протяжении двух дней подряд, среднюю относительную влажность (RH), среднее атмосферное давление и взаимодействие между Т и RH. Для учета времени запаздывания погодных эффектов использовались данные с отставанием на 4 дня [10].

В работе [11] дается обзор ключевых методов моделирования, использованных для анализа и прогнозирования нагрузки отделений неотложной помощи: методы, основанные на формулах [11–15]; регрессионное моделирование [14, 16–18]; анализ временных рядов [16, 19–22], модели на основе теории массового обслуживания [23–26], дискретно-событийное моделирование (discrete-event simulation, DES) [27–30]. Авторы [11] обобщают, что из-за специфики операций, выполняемых в отделениях неотложной помощи, их точное моделирование является сложной задачей. Каждый из применяемых подходов имеет свои преимущества, но и существенные ограничения, которые не позволяют полностью охватить всю сложность системы работы неотложной помощи.

В настоящей работе будут использоваться инструмент классификации интеллектуального анализа данных (data mining) для определения «класса» нагрузки станции скорой помощи на базе атрибутов, сформированных на основе ста-

тистических данных о погоде, магнитных бурях и загрязненности атмосферы.

## II. Используемая методика

В машинном обучении [31,32] классификация относится к стратегиям обучения с учителем (supervised learning) или управляемого обучения. Под классификацией понимают задачу определения категории, к которой принадлежит ранее не встречавшийся объект, на основании обучающего множества, для элементов которого эти категории известны. Цель процесса классификации — построение модели, которая использует прогнозирующие атрибуты в качестве входных параметров и получает значение зависимого атрибута (класса). Обучающее множество (training set) содержит входные и выходные данные, используемые для конструирования модели. Тестовое множество (test set) содержит аналогичный набор данных для проверки работоспособности модели.

### II. 1. Множества данных

На данном этапе располагаемая нами база данных включает значения количества вызовов скорой помощи на двух расположенных по соседству станциях Санкт-Петербурга в 2012 году. Среднее количество вызовов на двух станциях имеет аналогичный ход в течение года — с минимумом в летние месяцы (рис. 1).

В течение каждого месяца количество вызовов колеблется в довольно широких границах (рис. 2, табл. 1). В данном исследовании в качестве обучающего множества для модели классификации используются данные по первой станции, а в качестве тестового множества — данные по второй станции. Для сопоставимости двух множеств классификация ведется по относительному изменению количества вызовов (табл. 1).

В рассматриваемой задаче количество вызовов является выходным значением классификации или зависимым атрибутом (классом).

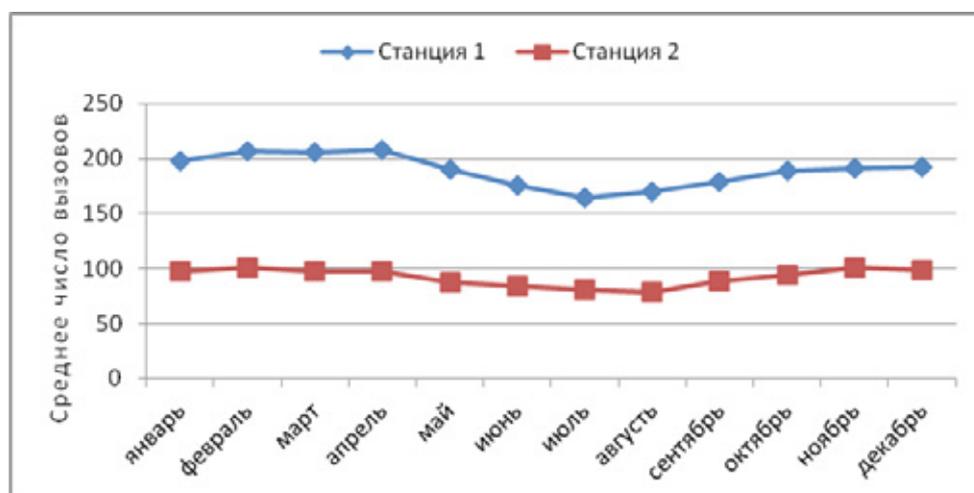


Рис. 1. Среднемесячное число вызовов на двух станциях скорой помощи

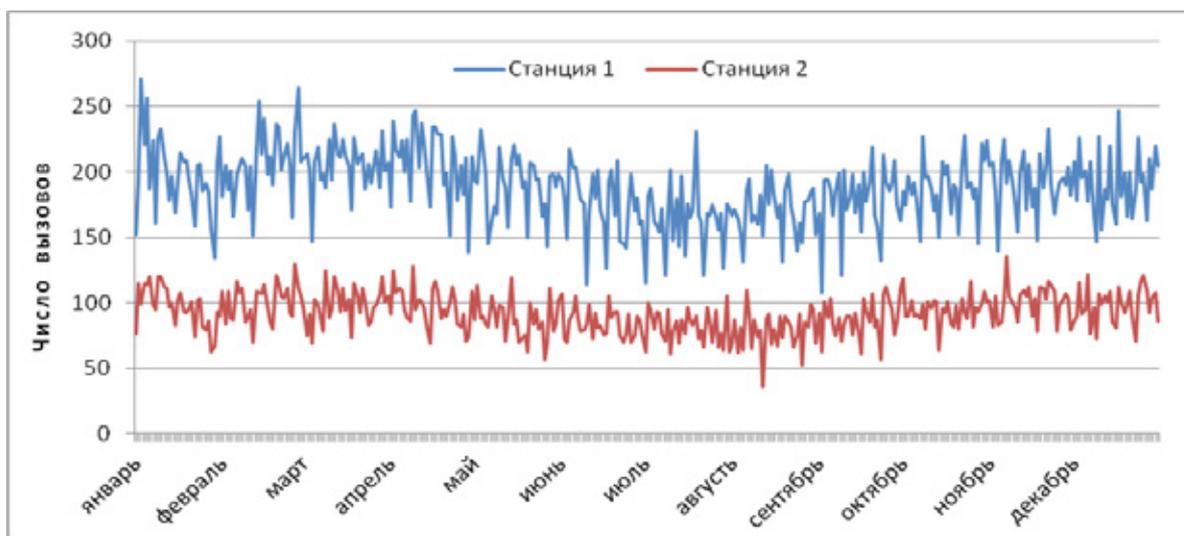


Рис. 2. Число вызовов на двух станциях скорой помощи по дням 2012 года

Таблица 1

## Статистика количества вызовов

	Значение ( <i>value</i> )		Относительное изменение ( $(value - mean) / mean$ )	
	Станция 1	Станция 2	Станция 1	Станция 2
Минимум	108	36	— 42.8%	—60.9
Максимум	271	136	43.5%	47.6
Среднее ( <i>mean</i> )	188.90	92.14	0	0
Среднеквадратичное отклонение ( <i>StdDev</i> )	27.36	15.47	14.5%	16.8

Таблица 2

## Использованные атрибуты

Атрибут	Описание	Значения
tLevel	Уровень температуры	very_cold, coldly, seasonable, warmly, very_warm
dtDaily	Изменение температуры в течении дня (9–21 час)	light, mod, high
dt1 — dt5	Разница температур текущего и предыдущего дня dt1, с опозданием 2 дня (dt2), 3 дня (dt3), 4 дня (dt4) и 5 дней (dt5)	—t, —t, st, +t, ++t
pLevel	Уровень давления	low, reduced, normal, increased, high
hLevel	Степень влажности воздуха	dry, mod_dry, mod_humid, humid
magStorm	Магнитная буря	no, G
rain	Осадки	no, yes
tDay	Тип дня	workday, holiday
polLevel	Уровень загрязненности	norm, inc, high
calls (класс)	Количество вызовов	low, norm, high

Таблица 3

## Дискретизация непрерывных данных

Непрерывный атрибут	Номинальный атрибут	Способ задания
Температура, $t$	$tLevel$ — в зависимости от значения $t-t_{am}$ , $t_{am}$ — среднестатистическая месячная температура	$t-t_{am} < = -6 \rightarrow very\_cold$ , $-6 < t-t_{am} < = -4 \rightarrow cold$ , $ t-t_{am}  < = 3 \rightarrow seasonable$ , $3 < t-t_{am} < = 6 \rightarrow warmly$ , $t-t_{am} > 6 \rightarrow very\_warm$
Изменение температуры в течении дня $\Delta t_{daily} = t_{21} - t_9$	$dtDaily$ — в зависимости от $\Delta t_{daily}$ — разница температур в 21 вечера и 9 утра	$ \Delta t_{daily}  < = 3 \rightarrow stable$ $ \Delta t_{daily}  < = 6 \rightarrow mod$ $ \Delta t_{daily}  > 6 \rightarrow high$
Изменение средней температуры $\Delta t = t_{a\_today} - t_{a\_yesterday}$	$dt1$ — для текущего и предыдущего дня, $dt2$ , $dt3$ , $dt4$ и $dt5$ — с отставанием 2, 3, 4 и 5 дней, соответственно	$\Delta t < = -6 \rightarrow -t$ , $-6 < \Delta t < = -3 \rightarrow -t$ , $-3 < = \Delta t < = 3 \rightarrow st$ $3 < \Delta t < = 6 \rightarrow +t$ , $\Delta t > 6 \rightarrow ++t$
Давление, $p$	$pLevel$ — в зависимости от $\Delta p = p - p_{norm}$ , $p_{norm} = 753$ mm Hg для Санкт-Петербурга	$p - p_{norm} < = -15 \rightarrow low$ , $-15 < p - p_{norm} < = -5 \rightarrow reduced$ $-5 < = \Delta p < = 5 \rightarrow normal$ , $5 < \Delta p < = 15 \rightarrow increased$ $\Delta p > 15 \rightarrow high$
Влажность воздуха, $h$	$hLevel$ — степень влажности, по литературным данным [37]	$h < = 55 \rightarrow dry$ , $55 < h < = 70 \rightarrow mod\_dry$ (умеренно сухой) $70 < h < = 85 \rightarrow mod\_humid$ (умеренно влажный) $h > 85 \rightarrow humid$
Количество вызовов, $N$	$calls$ — в зависимости от $\Delta N_{rel}$ относительное изменение $N$ по отношению среднегодового числа $N_{ave}$ $\Delta N_{rel} = (N - N_{ave}) / N_{ave}$	$\Delta N_{rel} < = -10\% \rightarrow low$ $-10\% < \Delta N_{rel} < = 10\% \rightarrow norm$ $\Delta N_{rel} > 10\% \rightarrow high$

## II. 2. Атрибуты

Классификация осуществлялась на основе климатических данных [33], состояния магнитосферы [34] и показателей загрязненности воздуха [35].

Анализ входных атрибутов (признаков, показателей) классификации средствами WEKA показал, что абсолютное значение температуры не имеет значимого прогностического значения. Влияние на количество вызовов оказывает степень соответствия температуры сезону, задаваемая атрибутом  $Tlevel$ . Числовое значение  $Tlevel$  определяется как разница дневной температуры и среднестатистической температуры для данного месяца по данным [36]. Также при предварительной обработке отстранены данные для воскресных дней — в данной выборке им соответствовало малое число вызовов независимо от показателей классификации. Поэтому день недели не включен в список атрибутов. В связи с малым объемом располагаемой базы данных в классификации используются номинальные атрибуты, т.е. атрибуты, принимающие перечисленное множество значений (табл. 2, 3).

## II. 3. Классификация

Существует множество подходов к классификации: вероятностные методы, деревья принятия решений, нейронные сети и многие другие [31, 32]. В работе использованы три метода классификации, дающие удов-

летворительные результаты для рассматриваемой задачи: HNB, RandomForest и MultilayerPerceptron.

Алгоритм HNB (Hidden Naïve Bayes) [38,39] относится к вероятностным моделям классификации. Наиболее известный и широко применяемый классификатор этого класса моделей — наивный байесовский классификатор (NB). Несмотря на свою простоту, в ряде случаев он дает результаты классификации лучше, чем более усовершенствованные модели. NB классификатор является простейшей формой байесовской сети. В ней каждый узел атрибута имеет узел класса в качестве родителя, причем предполагается условная независимость атрибутов классификации. Существует ряд модификаций NB классификатора, которые различными способами снимают ограничение независимости. В модели HNB создается скрытый родитель для каждого атрибута, который учитывает влияния всех других атрибутов. HNB наследует структурную простоту наивного байесовского классификатора. В то же время, с точки зрения точности классификации, он превосходит NB и ряд других алгоритмов классификации [38].

Алгоритм классификации Random Forest («случайный лес») [31, 32, 40] относится к методам, основанным на деревьях решений. Дерево принятия решений — способ представления правил в иерархической структуре. Оно состоит из узлов и листьев, соответствующих значениям

класса. Для классификации объекта, не вошедшего в обучающее множество, осуществляется поиск, начиная с корня, до обнаружения класса, соответствующего объекту. Одиночное дерево решений представляет собой слабый классификатор — оно дает высокую дисперсию и высокую систематическую ошибку. Случайный лес объединяет несколько деревьев решений для принятия решения классификации. Путем усреднения по всему ансамблю деревьев уменьшается дисперсия окончательной оценки. Случайные леса обеспечивают хорошую точность и работают эффективно на больших наборах данных. Кроме того, с их помощью можно оценить относительную важность признаков для классификации.

Multilayer Perceptrons (MLPs) [31, 32, 41] — многослойные перцептроны являются нейросетевые модели, с помощью которых можно аппроксимировать любую непрерывную функцию. MLPs состоят из нейронов, называемых перцептронами. Перцептрон получает в качестве входных данных характеристики  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , каждая

из которых имеет определенный вес  $w_i$ . Входные характеристики передаются входной функции  $U$ , которая вычисляет их взвешенную сумму  $U(x) = \sum_{i=1}^n w_i x_i$ . Результат этого вычисления передается функцией активации  $F$ , которая определяет выход перцептрона  $F(U(x))$ . Универсальные аппроксимационные возможности MLPs достигаются путем объединения нескольких нейронов, организованных по крайней мере в трех слоях (один входной

слой; один или более скрытые слои; один выходной), а также за счет использования различных функций активации. Для скрытых слоев нейронов часто используется сигмовидная активационная функция. Как правило, для задач классификации функция активации выходного слоя нейронов также сигмовидная. Обучение в MLPs также состоит в корректировке весов перцептронов так, чтобы обеспечить минимум ошибки на обучающих данных. Традиционно для этой цели используется алгоритм обратного распространения [41], но могут быть использованы и другие алгоритмы. Существуют стратегии для избежания переобучения сети, т. е. для избежания создания моделей, которые имеют плохое прогностическое моделирование из-за случайной ошибки или шума в обучающих данных.

Классификация по описанным методам выполнена с помощью библиотеки алгоритмов машинного обучения WEKA [42]. Полученные результаты приведены в таблице 4. Большое уменьшение точности классификации тестового множества по сравнению с обучающим свидетельствует о невысокой надежности моделей классификации, что можно объяснить небольшим объемом обучающего множества и соответственно грубой дискретизацией целевого атрибута (класса).

Несмотря на сравнительно невысокую точность полученных классификационных моделей, они могут быть полезны при планировании количества медицинского персонала, необходимого для качественного обслуживания населения. На рис. 3 показана матрица ошибок (confusion

Таблица 4

## Результаты классификации

Метод классификации	Обучающее множество		Тестовое множество	
	Точность	Время, сек	Точность	Время, сек
HNB	79.55 %	0.04	67.53 %	0.01
RandomForest	96.80 %	0.03	76.03 %	0.02
MultilayerPerception	99.36 %	24.7	76.64 %	32

```
=== Detailed Accuracy By Class ===
```

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	0.645	0.068	0.702	0.645	0.672	0.809	low
	0.801	0.25	0.772	0.801	0.787	0.782	norm
	0.756	0.094	0.764	0.756	0.76	0.865	high
Weighted Avg.	0.757	0.169	0.756	0.757	0.756	0.812	

```
=== Confusion Matrix ===
```

```

a  b  c  <-- classified as
40 18  4 |  a = low
15 129 17 |  b = norm
 2  20 68 |  c = high
```

Рис. 3. Результаты классификации тестового множества по методу RandomForest

```

Attribute Subset Evaluator (supervised, Class (nominal): 14 calls):
  CFS Subset Evaluator
  Including locally predictive attributes

Selected attributes: 1,6,7,8,9,10,13 : 7
  Tlevel
  dt4
  dt5
  Plevel
  Hlevel
  mag
  pol

```

Рис. 4. Результаты выбора наиболее значимых атрибутов классификации

matrix) при классификации по алгоритму Random Forest. В 68 из 90-ти случаев модель правильно прогнозирует увеличенное число вызовов, что дает возможность руководству станции предусмотреть большее число бригад в эти дни.

На рис. 4 показаны результаты выбора значимых входных атрибутов, выполненного инструментом *Select attributes* с настройками по умолчанию в WEKA. Из 13-ти входных атрибутов в первоначальной базе данных (табл. 2) выбраны 7: уровни температуры, давления и влажности, загрязнение воздуха, магнитные бури и изменение температуры воздуха на протяжении двух дней подряд с опозданием на 4 и 5 дней. Таким образом, модель классификации подтверждает цитированное многими исследователями (например, [10]) воздействие температурных изменений на здоровье с опозданием (lag) в несколько дней.

### III. Выводы

Получены модели классификации, с помощью которых можно прогнозировать ожидаемое количество вызовов на станциях скорой помощи на базе метеорологических данных, данных о загрязненности воздуха и магнитных бурях. Наилучшую точность классификации — около 76%, дают реализованные в библиотеке алгоритмов машинного обучения WEKA 3.6.10 методы RandomForest и MultilayerPerceptron. Метод HNV дает точность классификации около 67%, но характеризуется наибольшим быстродействием. В будущих исследованиях авторы ожидают улучшение точности моделей за счет увеличения размера обучающего множества

#### Литература:

1. Bassil KL, Cole DC, Moineddin R, Craig AM, Lou WY, Schwartz B, Rea E. Temporal and spatial variation of heat-related illness using 911 medical dispatch data. *Environ Res.* 2009, 109:600–606
2. Alessandrini E, Zauli Sajani S, Scotto F, Miglio R, Marchesi S, Lauriola P. Emergency ambulance dispatches and apparent temperature: a time series analysis in Emilia-Romagna, Italy. *Environ Res.* 2011, 111 (8):1192–1200
3. Hastie T, Tibshirani P. Generalized Additive Models <http://web.stanford.edu/~hastie/Papers/gam.pdf>
4. Lippmann SJ, Fuhrmann CM, Waller AE, Richardson DB. Ambient temperature and emergency department visits for heat-related illness in North Carolina, 2007–2008. *Environ Res.* 2013, 124:35–42
5. Tai CC, Lee CC, Shih CL, Chen SC. Effects of ambient temperature on volume, specialty composition and triage levels of emergency department visits. *Emerg Med J.* 2007, 24 (9): 641–644
6. Lai PC, Wong HT. Weather and age-gender effects on the projection of future emergency ambulance demand in Hong Kong. *Asia Pac J Public Health.* 2015, 27 (2): NP2542 — NP2554
7. Michikawa T, Ueda K, Takeuchi A, Tamura K, Kinoshita M, Ichinose T, Nitta H. Coarse particulate matter and emergency ambulance dispatches in Fukuoka, Japan: a time-stratified case-crossover study. *Environ Health Prev Med.* 2015;20 (2):130–136
8. Alves DW, Allegra JR, Cochrane DG, Cable G. Effect of lunar cycle on temporal variation in cardiopulmonary arrest in seven emergency departments during 11 years. *Eur J Emerg Med.* 2003, 10 (3):225–228
9. Wong HT, Chiu MY, Wu CS, Lee TC. The influence of weather on health-related help-seeking behavior of senior citizens in Hong Kong. *Int J Biometeorol.* 2015, 59 (3):373–376
10. Wong HT, Lai PC. Weather inference and daily demand for emergency ambulance services in Hong Kong. *Emerg Med J* 2012, 29: 60–64
11. Wiler JL1, Griffey RT, Olsen T. Review of modeling approaches for emergency department patient flow and crowding research. *Acad Emerg Med.* 2011, 18 (12):1371–1379

12. Bernstein SL, Verghese V, Leung W, Lunney AT, Perez I. Development and validation of a new index to measure emergency department crowding. *Acad Emerg Med.* 2003, 10:938–942.
13. Epstein SK, Tian L. Development of an emergency department work score to predict ambulance diversion. *Acad Emerg Med.* 2006, 13:421–426.
14. Hoot N, Aronsky D. An early warning system for overcrowding in the emergency department. *AMIA Annu Symp Proc.* 2006:339–43.
15. Reeder TJ, Garrison HG. When the safety net is unsafe: real-time assessment of the overcrowded emergency department. *Acad Emerg Med.* 2001, 8:1070–1074
16. Jones SS, Thomas A, Evans RS, Welch SJ, Haug PJ, Snow GL. Forecasting daily patient volumes in the emergency department. *Acad Emerg Med.* 2008; 15:159–167
17. Weiss SJ, Derlet R, Arndahl J, et al. Estimating the degree of emergency department overcrowding in academic medical centers: results of the national ED overcrowding study (NEDOCS). *Acad Emerg Med.* 2004, 11:38–50.
18. Batal H, Tench J, McMillian S, Adams J, Mehler PS. Predicting patient visits to an urgent care clinic using calendar variables. *Acad Emerg Med.* 2001, 8:48–53
19. Milner PC. Ten-year follow-up of ARIMA forecasts of attendances at accident and emergency departments in the Trent region. *Stat Med.* 1997, 16:2117–25.
20. Champion R, Kinsman LD, Lee GA, et al. Forecasting emergency department presentations. *Aust Health Rev.* 2007, 31:83–90.
21. Tanberg D, Qualls C. Time series forecasts of emergency department patient volume, length of stay, and acuity. *Ann Emerg Med.* 1994, 23:299–306.
22. Schweigler LM, Desmond JS, McCarthy ML, Bukowski KJ, Ionides EL, Younger JG. Forecasting models of emergency department crowding. *Acad Emerg Med.* 2009, 16:301–308.
23. Au, L. Predicting overflow in an emergency department. *IMA J Manag Math.* 2009, 20:39–49.
24. Cochran JK, Roche KT. A multi-class queueing network analysis methodology for improving hospital emergency department performance. *Computers Operations Res.* 2009, 36:1497–1512.
25. Siddharthan K, Jones WJ, Johnson JA. A priority queueing model to reduce waiting times in emergency care. *Int J Health Care Qual Assur.* 1996, 9: 10–16.
26. Green LV, Soares J, Giglio JF, Green RA. Using queueing theory to increase the effectiveness of emergency department provider staffing. *Acad Emerg Med.* 2006, 13:61–68
27. Hoot NR, LeBlanc LJ, Jones I, et al. Forecasting emergency department crowding: a discrete event simulation. *Ann Emerg Med.* 2008, 52:116–125.
28. Connelly LG, Bair AE. Discrete event simulation of emergency department activity: a platform for system-level operations research. *Acad Emerg Med.* 2004, 11:1177–1185
29. Coats TJ, Michalis S. Mathematical modeling of patient flow through an accident and emergency department. *Emerg Med J.* 200, 18:190–192.
30. Hung GR, Whitehouse SR, O'Neill C, Gray AP, Kisson N. Computer modeling of patient flow in a pediatric emergency department using discrete event simulation. *Pediatr Emerg Care.* 2007, 23:5–10.
31. Theodoridis, S. *Machine Learning*, Academic Press, 2015
32. Larose CD, Larose DT. *Data Mining and Predictive Analytics*, 2nd Edition John Wiley & Sons, 2015
33. Архив погоды в Санкт-Петербурге с 1999 года <http://pitermeteo.ru/archive.php>
34. Магнитные бури онлайн [http://www.thesis.lebedev.ru/magnetic\\_storms.html?m=1&d=16&y=2012](http://www.thesis.lebedev.ru/magnetic_storms.html?m=1&d=16&y=2012)
35. Качество атмосферного воздуха по данным Автоматической системы мониторинга атмосферного воздуха <http://www.infoeco.ru/index.php?id=53>
36. Климат Санкт-Петербурга <http://www.pogodaiklimat.ru/climate/26063.htm>
37. Нормы влажности <http://tatjanacit.narod.ru/p5aa1.html>
38. Zhang H, Jiang L, Su J. Hidden Naive Bayes, 2005. <http://www.csie.ntu.edu.tw/~r95038/Try/paper/Hidden%20Naive%20Bayes.pdf>
39. Jiang L; Zhang H, Cai Z. A Novel Bayes Model: Hidden Naive Bayes. *Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on* 2009, 21 (10): 1361–1371
40. Liaw A, Wiener M. Classification and Regression by randomForest. 2002, <http://www.bios.unc.edu/~dzeng/BIOS740/randomforest.pdf>
41. Gurney, K. *Introduction to neural networks*. United Kingdom: Taylor and Francis; 2005.
42. Hall, M., E. Frank, G. Holmes, B. Pfahringer, P. Reutemann, I. H. Witten, 2009. *The WEKA Data Mining Software: An Update*; *SIGKDD Explorations*, 11 (1) <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>

## Эффективная форма дистанционного обучения

Латыпова Виктория Александровна, ассистент;

Тюрганов Анатолий Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент

Уфимский государственный авиационный технический университет

*В связи с развитием дистанционного обучения и увеличением числа его участников организация эффективного обучения в данных условиях становится важной задачей. В работе рассматриваются существующие типы обучения и их классификация по таким признакам, как способ и средство передачи знаний. Рассмотрены формы дистанционного обучения, соответствующие различным типам обучения. Выявлена наиболее эффективная форма дистанционного обучения.*

**Ключевые слова:** дистанционное обучение, эффективность обучения.

Дистанционное обучение (ДО) в той или иной степени в настоящее время используется повсеместно в учебных заведениях: вузах, школах, а также в различных организациях и на предприятиях в форме дистанционных курсов повышения квалификации. Интернет университеты и платформы массовых открытых онлайн курсов (МООС) используются для получения самообразования. Идет процесс вовлечения все большего количества участников в ДО как в России, так и за рубежом. Рынок дистанционного обучения в мире имеет ежегодный прирост 7,6%, в Азии — 17,3%, в Восточной Европе — 16,9%, в Африке — 15,2, в Латинской Америке — 14,6% [1]. Поэтому важной задачей является организация эффективного ДО.

Процесс обучения может быть организован по-разному. Необходимо провести классификацию и анализ существующих подходов, выявить наиболее эффективные способы обучения. На основании проведенной классификации обучения, необходимо выделить и проанализировать существующие формы ДО, определить их эффективность.

### 1. Классификация обучения

Обучение может происходить по двум схемам:

- человека — человек;
- человек — посредник — человек.

В соответствии с этим, по способу передачи знаний обучение делится на прямое и опосредованное (рисунок 1).

Прямое обучение — это передача знаний от человека непосредственно человеку. В данном случае знания не отделены от носителя, они не формализованы.

Проблемы прямого обучения в том, что:

— нельзя для всех носителей знаний (экспертов) преподавание сделать профессией;

— преподаватели — это люди, и им свойственно умирать;

— нельзя обучить одновременно много людей.

Таким образом, знания при таком обучении могут теряться. Поэтому знания необходимо отделить от носителя. Также при данном способе организации обучения нет учета метазнаний (знаний, как получать знания), бэкграунда (багажа знаний, приобретенного студентом к моменту получения нового знания) и особенностей восприятия информации.

Опосредованное обучение — это передача знаний от человека человеку посредством посредника, материального носителя. По средству обучения опосредованное обучение делится на обучение по учебнику и автоматизированное обучение (рисунок 2). В данном случае знания отделены от носителей. Вследствие этого знания не теряются.

Обучение «по учебнику» — это самостоятельное обучение студентов. Инструмент обучения — книга, ее электронный вариант или видео. Методика обучения не формализована. При данном способе организации обучения нет учета метазнаний, бэкграунда и особенностей восприятия информации, нет контроля усвоения знаний. Знания представлены в вербализованном виде, частично формализованные. У студентов могут возникнуть вопросы, ответов на которых может не быть в учебнике. Также у них должна включаться мотивация, бэкграунд. У студентов может быть разный бэкграунд, мотивация, метазнания. И это сильно влияет на результат обучения. Также результат обучения зависит от самого обучаемого, какие

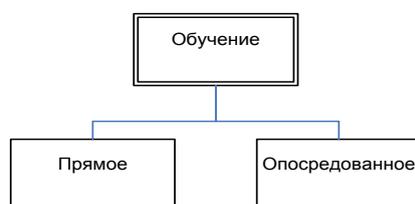


Рис. 1. Классификация обучения по способу передачи знаний



Рис. 2. Классификация опосредованного обучения по средству обучения

у него цели, что ему нужно получить по окончании курса: сдать экзамен или, например, написать программу.

Обучение «по учебнику» не дает гарантии получения знаний. Например, необходимо, чтобы студент обучился программированию на JavaScript. Заранее предсказать, выучится ли человек по данной книге программировать, нельзя. Если студент ранее программировал, то у него возникает аналогия, даже не читая книгу полностью, он разберется, как писать программы на новом языке. У него уже сформирована структура. Если студент ранее вообще не программировал, то он не поймет, он не сможет пользоваться свободно инструментом-книгой. Необходимо восполнение недостающих знаний, чтобы приступить к книге. Сначала студент должен получать знания об элементарных вещах, абстрагированных от реализации конкретного языка, затем знания про те объекты, которыми он будет манипулировать, потом про объектную модель документа, браузер, потом изучит язык HTML, библиотеки, потом инкапсуляцию на уровне компонентов. Поэтому с помощью данного типа обучения нельзя получить стабильности показателей качества обучения.

Автоматизированное обучение — это обучение посредством обучающей системы. Инструмент обучения — программа, некий пакет. Методика обучения формализована. Если студент будет правильно работать с программой, то он гарантированно получит знания. Процесс получения знания — транзакция. Сначала студент читает учебный материал, потом идет проверка усвоения полученных знаний. Если в процессе возникает сбой: знания студентом не усвоены, то идет возврат к исходному состоянию.

### 2. Формы ДО

ДО строится на основе различных подходов к обучению. Классификация ДО по типу обучения представлена на рисунке 3.

ДО, имитирующее традиционное очное, соответствует прямому обучению человека. Методика обучения не отличается от традиционной. Используются такие же типы занятий, как в традиционном очном обучении: лекции, семинары, но посредством телекоммуникационной среды. Занятия, проводимые онлайн, называются вебконференциями (вебинарами).

Примеры российских и зарубежных инструментов организации и проведения вебинаров: Websoft, TrueConf, iWebinar, Comdi, Виртуальная комната Mirapolis, Интерактивные сетевые видеотрансляции, Система видеоконференцсвязи ВидеоМост, Life Conference, Remote Meeting Point, Himeeting, Acrobat Connect Pro, Meeting Place. Данные инструменты и их возможности представлены в работе [2]. Преподаватель, как и в традиционном обучении, — ключевая фигура в передаче знаний.

Самостоятельное ДО соответствует опосредованному обучению человека «по учебнику». Знания формируются в виде электронных книг, файлов, видео. Процесс обучения — это хождение студента по меню. Первый не регламентирован: «учись, как хочешь». Обучаемый сам определяет, в какой последовательности проходить обучение.

Распределенное автоматизированное ДО соответствует опосредованному автоматизированному обучению человека. Процесс обучения регламентирован: «учись, как требуется». В обучении роль больше компьютера (обучающей системы), а не преподавателя. Студенты обучаются под контролем обучающей системы, по методике, заданной преподавателем.

### 3. Эффективность обучения и формы ДО

Эффективность обучения рассмотрим с позиций: эффективности работы преподавателя и студента. Эффективность работы преподавателя — это время, потраченное

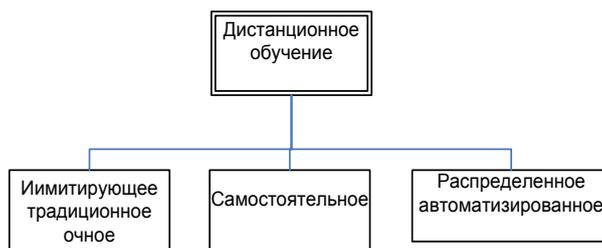


Рис. 3. Классификация ДО по типу обучения

Таблица 1

## Изменение эффективности обучения в ДО по сравнению с традиционной формой

	ДО, имитирующее традиционное обучение	Самостоятельное ДО	Распределенное автоматизированное ДО
Эффективность работы преподавателя	повышается/не изменяется	повышается	повышается
Эффективность работы студента	не изменяется	снижается	повышается

на обучение студентов, эффективность работы студента — это то, насколько хорошо студент усвоил знания, умения навыки по пройденному курсу. Рассмотрим, как влияет использование той или иной формы ДО на эффективность обучения (таблица 1).

Самостоятельное ДО обладает наименьшей суммарной эффективностью. Первоначально преподаватели тратят много времени на создание электронной версии курса. Далее по мере прохождения курса все новыми, и новыми студентами, суммарные временные затраты на обучение снижаются, соответственно растет эффективность по сравнению с традиционным обучением. Студенты обучаются практически самостоятельно, поэтому гарантировать приобретение знаний и умений нельзя.

Немного большей эффективностью обладает ДО, имитирующее традиционное обучение. Сначала преподаватели тратят много времени на организацию процесса обучения из-за необходимости изучения инструментов проведения вебинаров. Далее нужно организовать само занятие, известить студентов. С ростом количества одновременно обучаемых студентов время, затрачиваемое преподавателем, уменьшается. Но проведение некоторых типов занятий, например, семинаров, может вклю-

чить ограниченное количество участников. Поэтому эффективность преподавателя повышается незначительно или не изменяется вовсе. Для студента по сравнению с традиционной формой ничего не меняется.

Наиболее эффективным является распределенное автоматизированное ДО. Оно повышает эффективность и преподавателя, и студента по сравнению с традиционным обучением. Здесь, как и в самостоятельном ДО, на первом этапе преподавателем тратится много времени на подготовку электронной версии курса. Далее преподаватель только администрирует курс, отвечая на вопросы студентов. Соответственно, время, затрачиваемое преподавателем на обучение, сокращается. Студенты же гарантированно приобретают знания и умения по пройденному курсу.

#### **Заключение**

Из существующих типов обучения опосредованное автоматизированное обучение является наиболее эффективным, гарантирующим приобретения знаний и умений студентами. Распределенное автоматизированное ДО, соответствующее данному типу обучения, по сравнению с другими формами ДО, обладает наибольшей эффективностью в сравнении с традиционной формой обучения.

#### *Литература:*

1. E-Learning Market Trends & Forecast 2014–2016 Report // Docebo. 2014. <https://www.docebo.com/landing/contactform/elearning-market-trends-and-forecast-2014–2016-docebo-report.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. англ.
2. Латыпова, В. А. Анализ инструментов организации и проведения вебинаров // Молодой ученый. Ежемесячный научный журнал. 2011. Том I. № 9 (32). с. 69–74.

## Создание робота автономного движения по линии

Рядчиков Игорь Викторович, кандидат физико-математических наук, доцент;

Синица Сергей Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент;

Брагин Богдан Олегович, студент;

Шепилов Владимир Владимирович, студент;

Пузановский Кирилл Вячеславович, студент

Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

*Ключевые слова:* конкурс робототехники, автономное движение по линии, ПИД регулятор, А-мега.

В современном период технологии робототехники активно развиваются и внедряются в повседневную жизнь. В частности, распространению автоматизации в Российской Федерации способствует создание новых научно-исследовательских центров, активное исследование и внедрение роботизированной техники в промышленную и общественную среду, финансирование данной среды, а также проведение соревнований и тестирования в реальных условиях [2]. Если ранее достать запчасти для создания робота было крайне проблематично, то в настоящий момент запчасти и инструкции по их созданию доступны любому желающему.

Основная цель разработчика робота является создание такого механизма, который был бы как можно более автономен и мог выполнять поставленные задачи без участия человека, человеку отводиться роль наблюдателя. То есть

система должна уметь анализировать ситуацию и самостоятельно принимать решения.

Именно данная цель была поставлена перед участниками соревнований по робототехнике «KubSU-robotics 2014» г. Краснодара. Наша команда принимала участие в категории «Линия». Нашей задачей было разработать робота, который должен самостоятельно за наименьшее время пройти трассу. Трасса была разработана Санкт-Петербургским Государственным Политехническим Университетом (рис. 1). Длина трассы составляет 12 м.

Он должен менять направление своего движения в зависимости от положения линии относительно центра масс линейки датчиков робота.

Для начала было решено, что в качестве процессора будет использована плата Arduino Mega 2560 ввиду своей надежности и быстродействия (рис. 2).

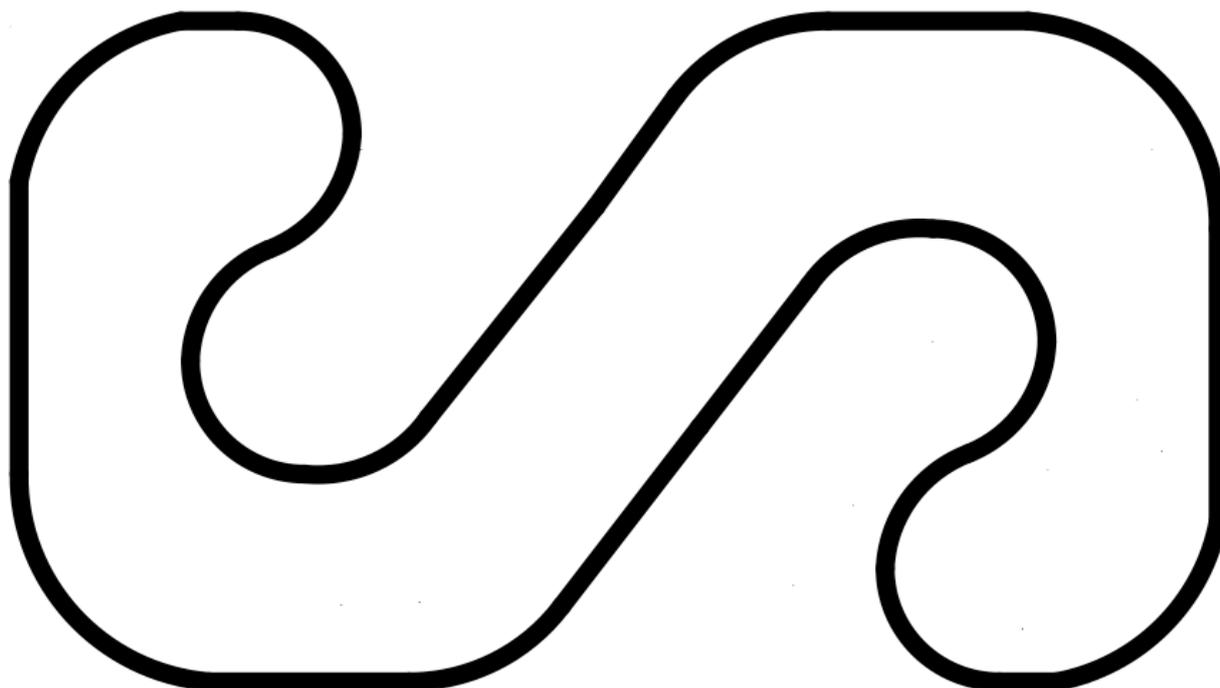


Рис. 1. Трэк дисциплины «Гонки по линии»



Рис. 2. Плата Mega 2560

В качестве источника питания использовался литий-полимерный аккумулятор напряжением 12 В и ёмкостью 2200 мАч.

Была использована стандартная для таких видов соревнований колёсная схема с двумя ведущими колёсами, расположенными сзади и одной шаровой опорой [1]. Привод колёс осуществляется двумя мотор-редукторами по одному на каждое колесо, развивающими 290 об/мин на выходе при подаче на них напряжения в 6 Вольт. Ведущие колёса представляют собой автомобильные колёса с шиной диаметром 120 мм и шириной шины 60 мм.

Преимущество данной схемы по сравнению с полноприводной в том, что не требуется система рулевого управления, поскольку поворот производится за счёт разности подаваемой на моторы мощности, и как следствие разности скорости вращения каждого колеса.

Несущая конструкция робота была изготовлена из ПВХ плиты толщиной 8 мм, что позволило снизить вес робота без потери прочности несущей конструкции. Так же были использованы различные детали из набора робототехнического конструктора

«Robo Trick» (крепления двигателей, передняя шаровая опора, крепления линейки датчиков). Снимок робота представлен на рисунке 3.

Далее необходимо было разместить на роботе систему распознавания линии. Для этого была использована линейка датчиков, составленная из пяти плат-датчиков промышленного производства «Eb-Line finder». Плата датчик представляет из себя плату со смонтированными на ней двумя инфракрасными парами, работающими на отражении. Так же на плате расположен аналоговый компаратор, который переводит аналоговый сигнал с каждого датчика в цифровой «0» или «1» и переводит этот сигнал

на выход. Схема алгоритма работы платы-датчика представлена на рис. 4 [3].

Перейдем к описанию программы. Схема работы этапов представлена на рисунке 5. Работа программы состоит из следующих этапов:

1. Производится считывание данных с датчиков.
2. На основании полученных данных с датчиков, производятся математические расчёты и определяются значения коэффициентов для датчиков.
3. На основании полученных коэффициентов подается соответствующий сигнал на драйвер, который управляет работой двигателями.

Рассмотрим каждый из этапов работы.

**Считывание данных с датчиков.** На основании представленной схемы на рисунке 3 происходит считывание данных с 10 датчиков, после чего результат каждого датчика записывается в соответствующую ячейку массива. Массив представляет собой набор из 10 чисел двоичной системы счисления в текущий момент времени, после чего данный массив обрабатывается на следующем этапе.

**Вычисление центра линии относительно центра массы робота.** На данном этапе происходит определение центра масс и рассчитываются коэффициенты, необходимые для последующей подачи тяги на двигатели. Состоит из следующей последовательности действий:

1. Нахождение суммы массива.
2. Если сумма массива меньше 10, то соответственно робот находится на линии, следовательно, робот находится на линии, иначе запускается алгоритм поиска линии.
3. Присвоение весового коэффициента каждому датчику. Чем датчик дальше от центра, тем коэффициент больше.

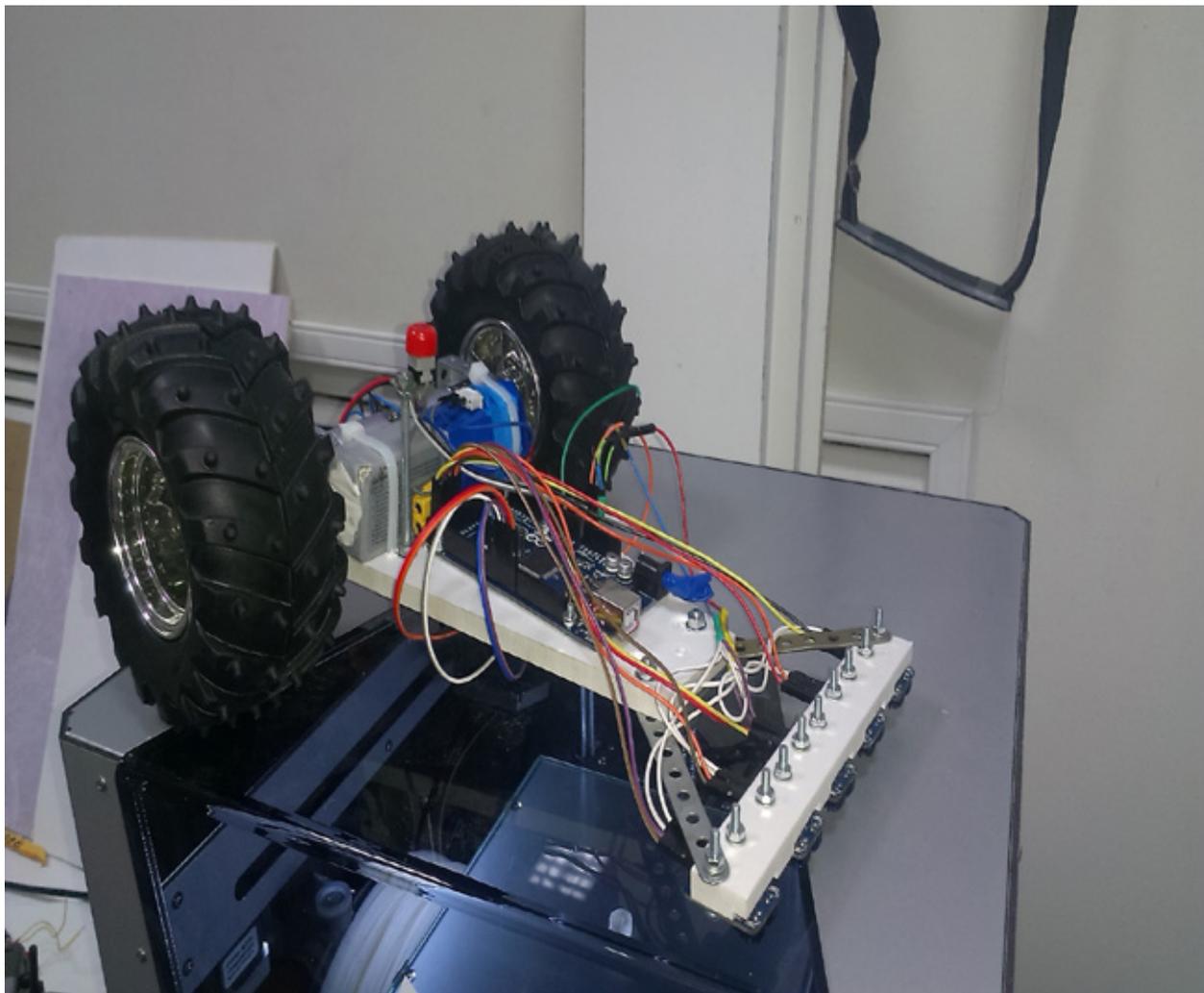


Рис. 3. Конструкция робота

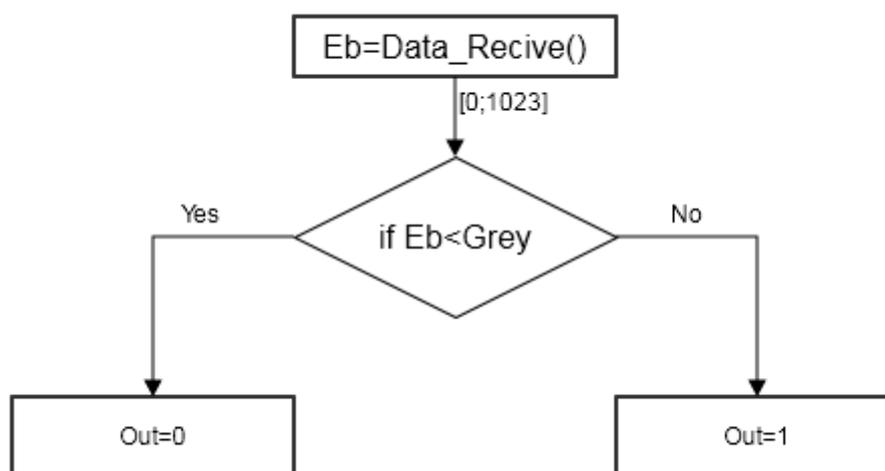


Рис. 4. Схема работы платы-датчика

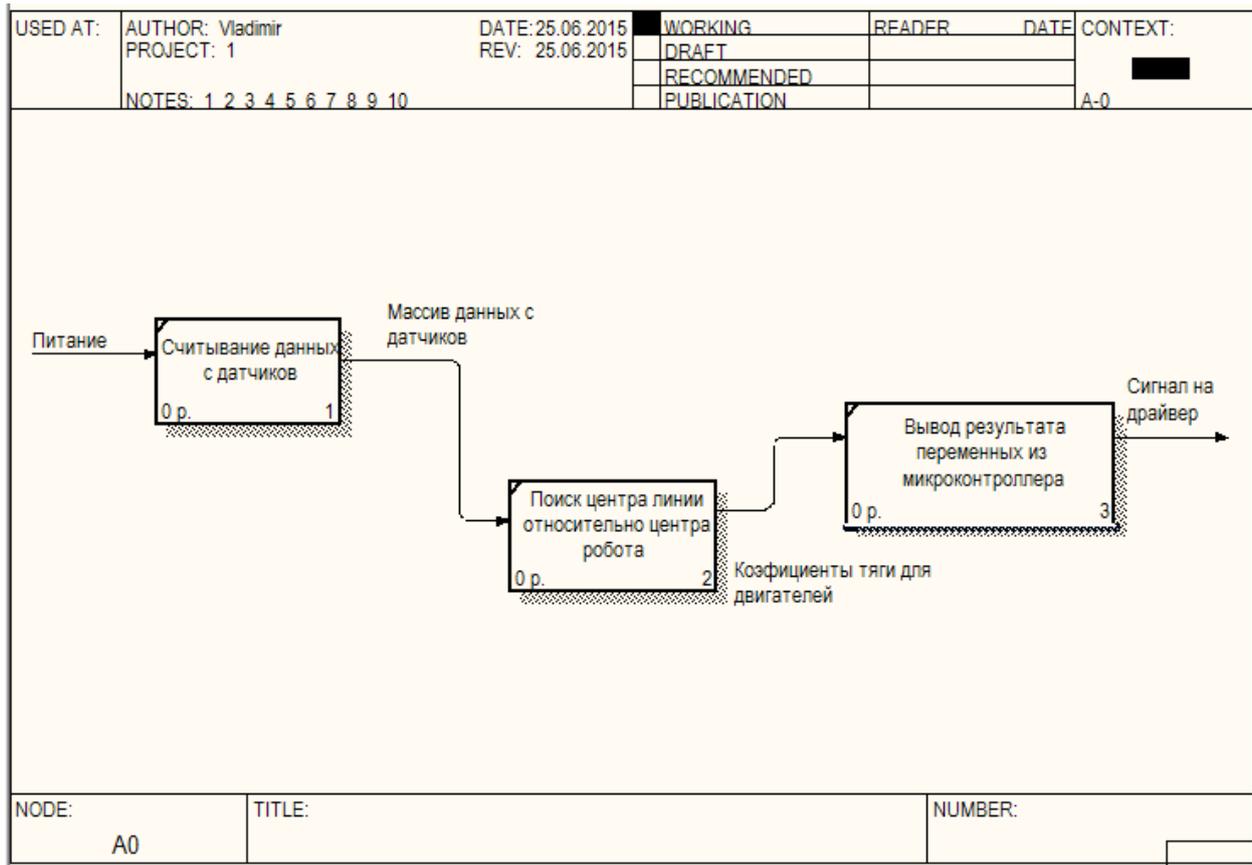


Рис. 5. Схема работы программы

4. Вычисление центра суммы значений датчиков и перерасчет с весовыми коэффициентами. Производится получение точного значения отклонения от линии.

5. Расчёт упреждения ПИД-регулятором (пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор) по 4 итерациям.

6. После вычитания из максимально возможного коэффициента тяги значения упреждения, получаем момент тяги для каждого колеса.

Краткая схема работы алгоритма представлена на рисунке 6.

**Описание алгоритма поиска.** Если робот ушел с линии, то активизируется алгоритм поиска линии, который заключается в резкой остановке робота и поворота его в сторону предполагаемого нахождения линии. Если последнее рассчитанное значение центра робота находилось слева от линии, тогда подается момент тяги на правое колесо, а значение момента тяги на левое колесо будет равно нулю, и наоборот, если центр находится справа от линии.

Если робот всё равно не может найти центр, тогда попеременно через каждый промежуток времени произво-

дится переключение тяги с левого двигателя на правый и наоборот до тех пор, пока линия не будет найдена, то есть будет двигаться по траектории в форме восьмерки, пока линия не будет обнаружена. Более подробно алгоритм поиска линии представлен на рисунке 7.

**Вывод результата.** Вывод результата осуществляется стандартным способом с помощью ШИМ, и сигнал передается на драйвер. Драйвер соответственно усиливает полученный сигнал и подает необходимый ток на двигатели [4].

**Итог.** В результате робот устойчиво держится на трассе, а в случае ухода с линии, немедленно возвращается на неё. Полосу препятствий, представленную на рисунке 1 робот проходит со скоростью 1 м/с за 12 секунд. Благодаря достигнутым данным показателям наша команда заняла первое место на соревнованиях по робототехнике по данной дисциплине.

В дальнейшем планируется произвести модификацию робота, уменьшить вес, перейти к аналоговым датчикам вместо цифровых, а также повысить устойчивость и эффективность алгоритма с целью повышения скорости прохождения трассы.

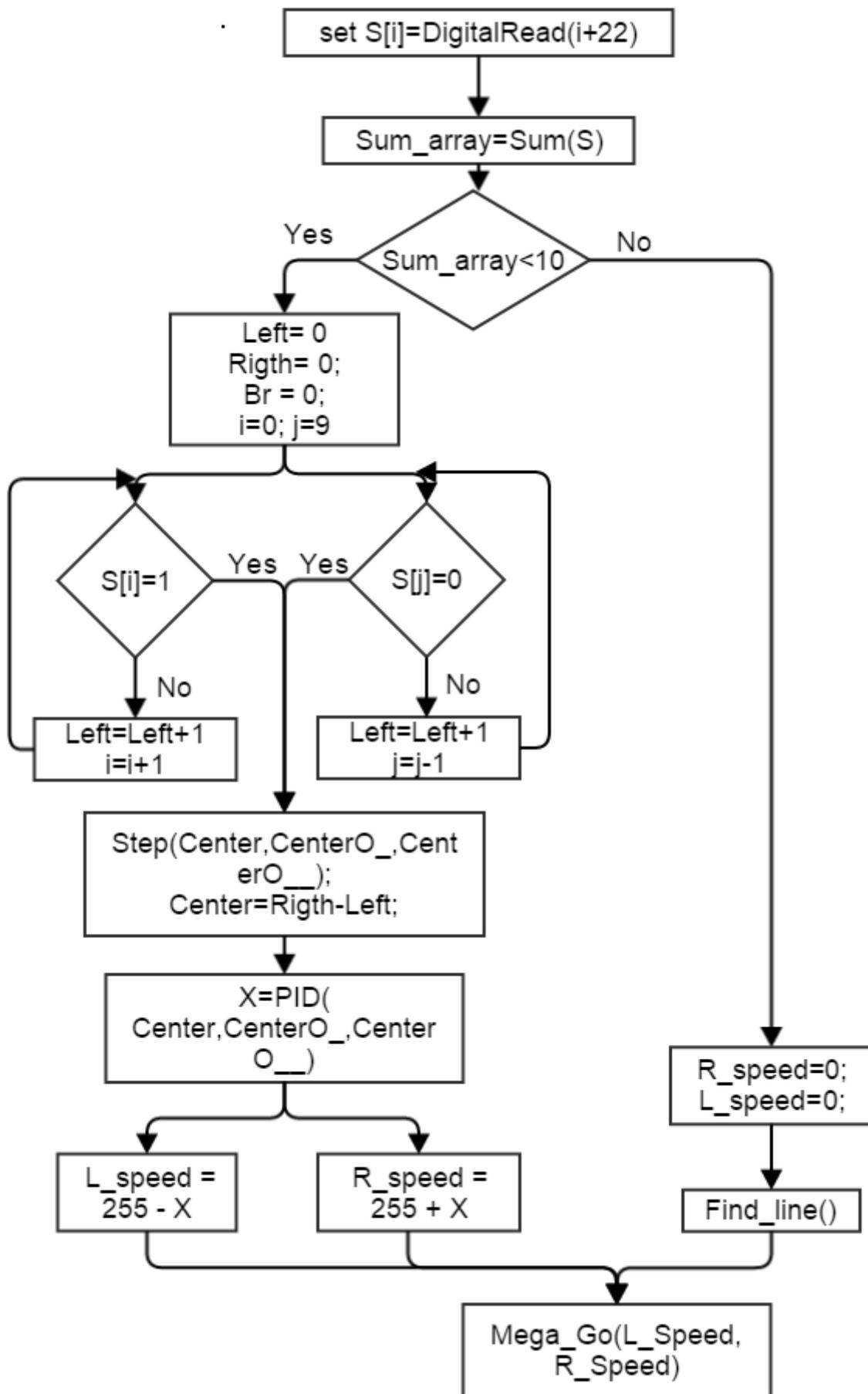


Рис. 6. Алгоритм вычисления центра линии

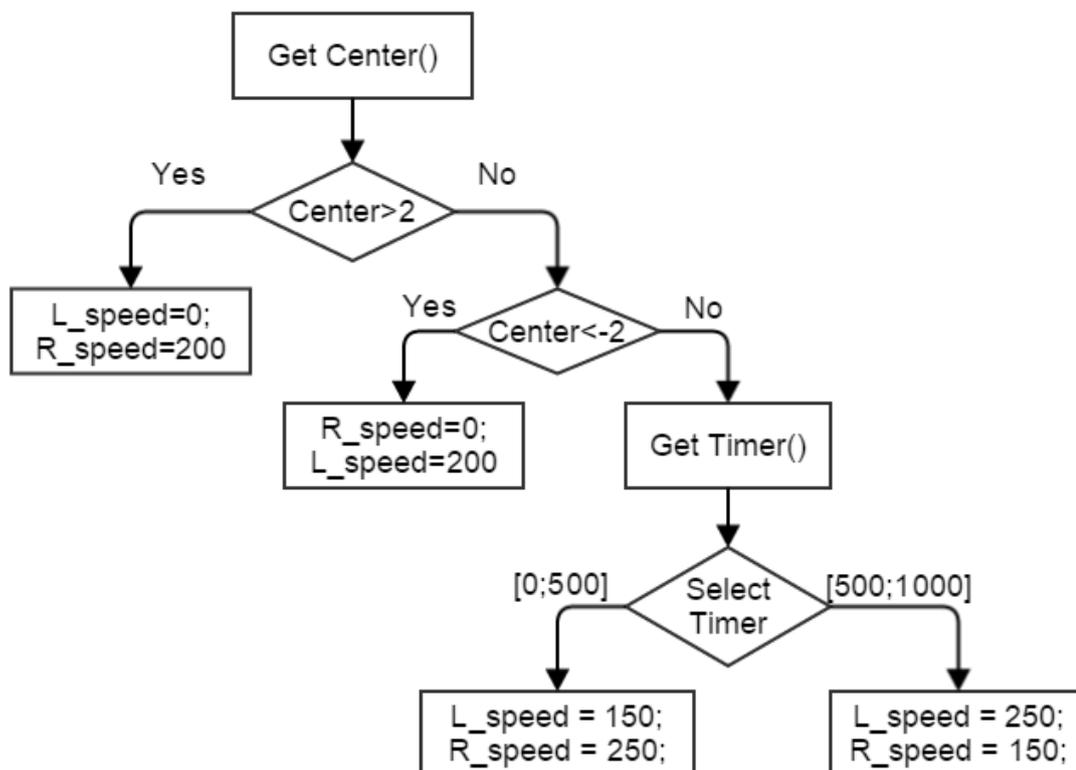


Рис. 7. Алгоритм поиска линии

*Литература:*

1. Филиппов, С. А. Робототехника для детей и родителей. — СПб.: Наука, 2013. 319 с. ISBN 978–5-02–038–200–8
2. Макаров, И. М., Топчиев Ю. И. Робототехника: История и перспективы. — М.: Наука; Изд-во МАИ, 2003. — 349 с. — (Информатика: неограниченные возможности и возможные ограничения). — ISBN 5–02–013159–8.
3. Соммер, У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. М.: БХВ-Петербург, 2012. — 256 с. — (Электроника). — ISBN978–5-9775–0727–1.
4. Сайт энциклопедии «Амперика/Вики». <http://wiki.amperka.ru/>

## 2. ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

### Микрополосковые устройства частотной селекции на основе двухмерного фотонного кристалла

Беляев Борис Афанасьевич, доктор технических наук, профессор  
Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН (г. Красноярск)

Ходенков Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Афонин Алексей Олегович, студент

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева (г. Красноярск)

*На основе двухмерного фотонного кристалла разработаны полосно-пропускающий фильтр, диплексер и двухполосный фильтр. Во всех микрополосковых конструкциях, имеющих высокие частотно-селективные свойства, внутренние протяженные четвертьволновые резонаторы расположены в два ряда.*

**Ключевые слова:** *фильтр, диплексер, двухмерный фотонный кристалл.*

Как известно [1], двумерные (2D) фотонные кристаллы представляют собой особый тип естественных и искусственных структурноорганизованных сред, неоднородности в которых меняются периодически в двух измерениях с характерным пространственным масштабом периодичности порядка оптической длины волны [2].

В настоящее время широко исследуются свойства искусственных фотонных кристаллов и активно разрабатываются перспективные устройства на их основе, в том числе и микрополосковые [3, 4]. В настоящей работе предложены три микрополосковые конструкции на основе 2-D фотонного кристалла с пространственной размерностью  $3 \times 2$  (три вдоль оси  $x$ , две вдоль оси  $y$ ). Все они синтезированы с помощью электродинамического численного анализа 3D моделей. В расчетах использовались подложки, имеющие высокую диэлектрическую проницаемость  $\epsilon = 80$  и толщину  $h = 1$  мм. При этом внутренние полосковые проводники, расположенные в два ряда являются аналогами двумерно расположенных протяженных неоднородностей в структуре фотонных кристаллов.

Первое частотно-селективное устройство представляет собой микрополосковый полосно-пропускающий фильтр (рис. 1а). Его внутренние протяженные полосковые проводники 2–5 заземлены на основание со стороны краев подложки, поэтому они являются четвертьволновыми резонаторами. Каждый из шести таких резонаторов имеет по одной нижней моде колебаний, частоты которых попадают на частоты полосы пропускания (ПП) и участвуют

в ее формировании. Дополнительно для повышения частотно-селективных свойств фильтра используются нерегулярные полуволновые резонаторы, полосковые отрезки которых 1а-1в свернуты.

Частотно-селективные свойства этой СВЧ конструкции значительно улучшают наблюдаемые на амплитудно-частотной характеристике (АЧХ) полюса затухания мощности (рис. 1б), которые не только приводят к существенному росту крутизны обоих склонов полосы пропускания, но и способствуют усилению подавления мощности на частотах низкочастотной (более 105 дБ) и расширенной высокочастотной (более 50 дБ) полос заграждения.

Фильтр имеет относительную ширину полосы пропускания  $Df/f_0 \approx 20\%$ , измеренную по уровню  $-3$  дБ от уровня минимальных потерь, которые составляли величину  $L_{\min} \approx -1.4$  дБ на центральной частоте ПП  $f_0 \approx 1.0$  ГГц.

Второе частотно-селективное устройство представляет собой микрополосковый диплексер (рис. 2а). Его внутренние полосковые проводники 2–5 также заземлены на основание и являются четвертьволновыми резонаторами. По сравнению с предыдущей конструкцией (см. рис. 1а) выходной проводник связи 1а-1в отсутствует, а точки кондуктивного подключения расположены на внутренних полосковых проводниках 2 и 4.

Принцип действия микрополоскового диплексера заключается в следующем: сигнал, поступающий на вход, разделяется по каналам, при этом более короткие полосковые проводники-резонаторы первого ряда 2, 3 формируют тремя резонансами полосу пропускания 1 (рис.

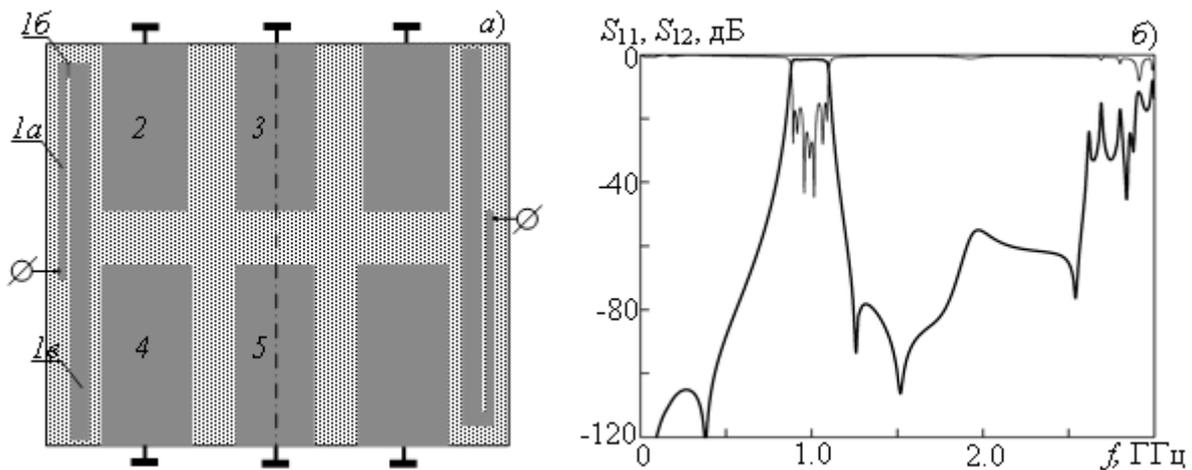


Рис. 1. Топология полосковых проводников полосно-пропускающего фильтра (а) и его АЧХ (б)

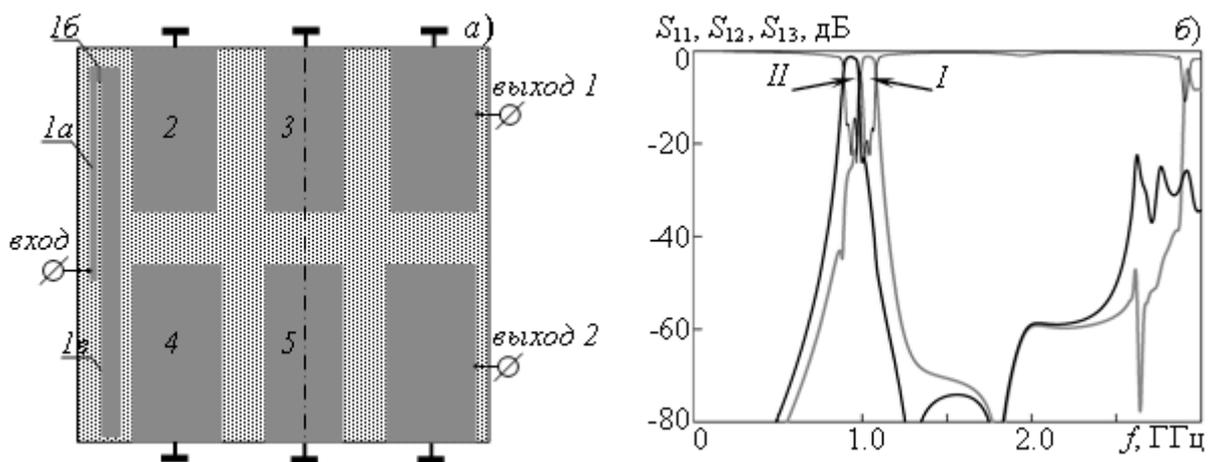


Рис. 2. Топология полосковых проводников диплексера (а) и его АЧХ (б)

1б), обработанный сигнал снимается с *выхода 1*. Более длинные резонаторы второго ряда 4, 5, аналогично, формируют полосу пропускания *II*, сигнал снимается с *выхода 2*.

Высокие частотно-селективные свойства этой СВЧ конструкции также обусловлены сильной крутизной склонов полос пропускания, значительным подавлением мощности на частотах низкочастотной и расширенной высокочастотной полос заграждения. Относительная ширина полосы пропускания *I* и *II* диплексера составила  $Df/f_0 \approx 9.5\%$ , измеренные по уровню  $-3$  дБ от уровня минимальных потерь ( $L_{\min} \approx -1.4$  дБ) на центральной частоте низкочастотной полосы пропускания  $f_0 \approx 0.93$  ГГц и высокочастотной —  $f_0 \approx 1.03$  ГГц.

Стоит отметить, что количество резонаторов в рядах может быть увеличено. При этом простота настройки диплексера с улучшенными частотно-селективными свойствами обусловлена тем, что настройка полос пропускания *I* и *II* по частоте и относительной ширине осуществляется практически независимо.

Третье частотно-селективное устройство представляет собой микрополосковый двухполосный фильтр (рис. 3а). В отличие от предыдущих конструкций, в нем проводники связи заземлены на основание с обоих концов, но при этом крайние регулярные резонаторы также являются полуволновыми.

Аналогично, как и в конструкции диплексера, более короткие полосковые проводники первого ряда 2, 3 формируют высокочастотную полосу пропускания *I* тремя резонансами, более длинные проводники второго ряда 4, 5 — низкочастотную *II* (рис. 3б). Настройка такого фильтра осуществляется следующим образом: понижение и повышение центральных частот первой и второй полос пропускания в основном осуществляется удлинением и сокращением длин полосковых проводников в рядах. А уменьшение и увеличение ширины проводников — позволяет корректировать уровень обратных потерь в ПП. Раздвижка и сближение полос пропускания в основном осуществляется увеличением и сокращением разницы длин проводников рядов, а изменение

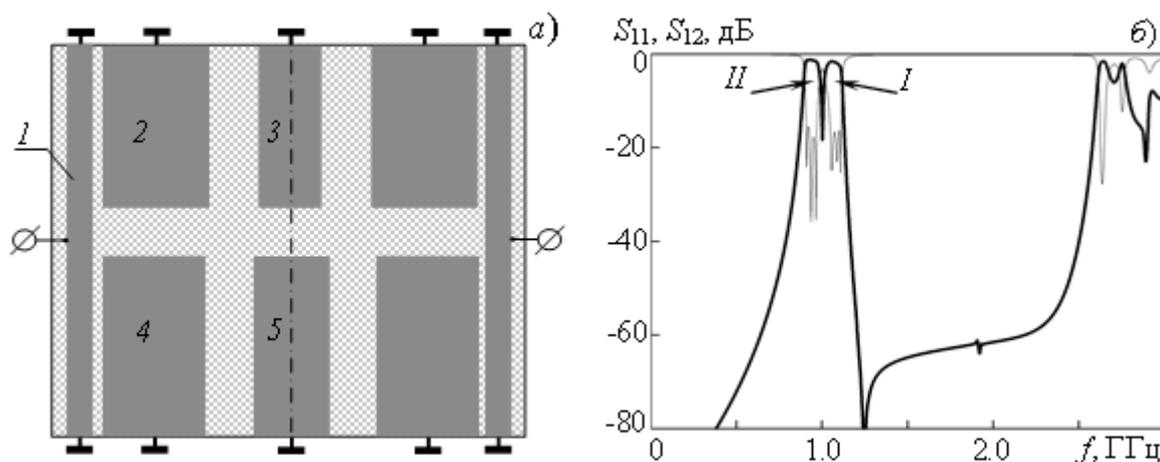


Рис. 3. Топология полосковых проводников двухполосного фильтра (а) и его АЧХ (б)

зазора между ними позволяет регулировать их относительную ширину.

Отметим, что при настройке АЧХ, для получения более симметричных полос пропускания, размеры крайних проводников  $1$  подбирались таким образом, чтобы их нижайшая мода вносила наименьший вклад в формирование полос пропускания.

Относительная ширина низкочастотной и высокочастотной полос пропускания фильтра совпадает и равна

$Df/f_0 \approx 9.7\%$ , измеренных по уровню  $-3$  дБ от уровня минимальных потерь  $L_{\min} \approx -1.2$  дБ и  $L_{\min} \approx -1.6$  дБ на центральной частоте полосы пропускания  $f_0 \approx 0.94$  ГГц и  $f_0 \approx 1.06$  ГГц, соответственно.

Конструктивные параметры всех разработанных частотно-селективных устройств приведены в таблице ниже.

Таким образом предложены на основе двумерного фотонного кристалла микрополосковые конструкции полос-

Таблица 1

Конструктивные размеры микрополосковых устройств

Микрополосковое устройство и соответствующий его топологии проводников рисунок	Позиции полосковых проводников на рисунке и их площади, мм <sup>2</sup>	Позиции полосковых проводников на рисунке и зазоры между ними, мм	Смещение нижнего края проводника $1$ от края подложки, мм
Полосно-пропускающий фильтр (рис. 1а)	$1a - 11.10 \times 0.15$ , $1b - 0.60 \times 0.15$ , $1в - 20.00 \times 1.05$ , $2 - 8.80 \times 4.45$ , $3 - 8.80 \times 4.40$ , $4 - 9.80 \times 4.60$ , $5 - 9.80 \times 3.60$	$1в$ и $2 - 0.65$ , $1в$ и $4 - 0.65$ , $2$ и $3 - 1.80$ , $4$ и $5 - 2.05$ , $2$ и $4 - 2.60$ , $3$ и $5 - 2.60$	$1в - 0.1$
Диплексер (рис. 2а)	$1a - 11.50 \times 0.20$ , $1b - 0.50 \times 0.10$ , $1в - 20.10 \times 0.95$ , $2 - 8.80 \times 4.55$ , $3 - 8.80 \times 4.20$ , $4 - 9.80 \times 4.75$ , $5 - 9.80 \times 4.20$	$1в$ и $2 - 0.65$ , $1в$ и $4 - 0.65$ , $2$ и $3 - 2.55$ , $4$ и $5 - 2.35$ , $2$ и $4 - 2.90$ , $3$ и $5 - 2.90$	$1в - 0.2$
Двухполосный фильтр (рис. 3а)	$1 - 20.90 \times 1.50$ , $2 - 8.70 \times 5.05$ , $3 - 8.70 \times 3.10$ , $4 - 9.80 \times 4.90$ , $5 - 9.80 \times 3.60$	$1$ и $2 - 0.15$ , $1$ и $4 - 0.15$ , $2$ и $3 - 2.50$ , $4$ и $5 - 2.40$ , $2$ и $4 - 2.40$ , $3$ и $5 - 2.40$	нет смещения (заземлен на основании)

но-пропускающего фильтра, диплексера и двухполосного фильтра. Использование в конструкциях внутренних расположенных в два ряда четвертьволновых резонаторов и крайних полуволновых позволяет реализовать им высокие частотно-селективные свойства, обусловленные на-

блюдаемыми на АЧХ полюсами затухания мощности, которые приводят к существенному росту крутизны склонов полос пропускания и усилению подавления мощности на частотах низкочастотной и расширенной высокочастотной полос заграждения.

#### Литература:

1. Шабанов, В.Ф. Оптика реальных фотонных кристаллов. Жидкокристаллические дефекты, неоднородности [Текст]/В.Ф. Шабанов, С.Я. Ветров, А.В. Шабанов. — Новосибирск: Изд — во СО РАН, 2005. — 240 с.
2. Ветров, С.Я. Лекции по оптике фотонных кристаллов [Текст]: учеб. пособие/С.Я. Ветров, И.В. Тимофеев. — Красноярск: СФУ, 2008. — 212 с.
3. Беляев, Б.А. Исследование полосно-пропускающих фильтров на микрополосковом двумерном фотонном кристалле [Текст] Б.А. Беляев [и др.] // 17 Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии»: материалы конф. — Севастополь, 2007. — с. 469–470.
4. Беляев, Б.А. Полосно-пропускающие фильтры на двумерных микрополосковых фотонных кристаллах [Текст] Б.А. Беляев [и др.] // Электронные средства и системы управления. Опыт инновационного развития: докл. Междунар. науч. — практ. конф.: Ч. 1. — г. Томск: ТУСУР. — 2007. — с. 66–69.

## Анализ потенциальной точности оценки задержки по огибающей радиосигналов с BPSK и BOC модуляцией

Бойков Дмитрий Валерьевич, аспирант  
Тамбовский государственный технический университет

*В работе проведен анализ потенциальной точности оценки задержки по огибающей BPSK и BOC радиосигналов.*

**Ключевые слова:** ГЛОНАСС, BPSK (binary phase-shift keying) двоичная фазовая манипуляция, BOC (Binary Offset Carrier modulated signals) двоичный сдвиг несущей, оценка задержки по огибающей радиосигнала.

В спутниковых навигационных системах (СНС) сигналы используют фазовую манипуляцию несущей частоты на  $180^\circ$ , при этом модулирующий сигнал является псевдошумовым кодом (ПШК). К таким сигналам применяют название Binary phase shift keying (BPSK). Для некоторых сигналов ПШК складывается по модулю 2 с информационной последовательностью. Некоторые навигационные сигналы являются меандровыми псевдошумовыми сигналами (Binary offset carrier — BOC), в которых используют дополнительную модуляцию меандровой последовательностью разной частоты. Для таких сигналов в качестве параметра вводится отношение тактовой частоты ПШК, и тактовой частоты меандровой последовательности, к тактовой частоте C/A кода GPS, которая равняется 1.023 МГц. Например, один из новых первых сигналов в классе меандровых псевдошумовых сигналов обозначается BOC (1,1), в котором тактовая частота кодовой последовательности и тактовая частота меандровой последовательности равны 1.023 МГц. Аналогичные обозначения вводятся с использованием коэффициента отношения тактовой частоты ПШК к C/A коду и для BPSK сигналов. Например, сигнал GPS L5 может быть записан как BPSK (10).

В системе GALILEO для навигационных сигналов используются три частотных диапазона, которые обозначаются E1 (совпадает с L1 GPS), E6 и E5, который состоят из поддиапазонов E5a (совпадает с L5 GPS) и E5b. Большинство сигналов являются BOC — сигналами с разными тактовыми частотами ПШК и меандровых последовательностей. В качестве ПШК применяются для некоторых сигналов так называемые «методы code», которые задаются в виде элементов кодовой последовательности. В качестве сигнала L1C в диапазоне E1 передается сигнал SBOS, который является суммой сигналов BOC (1,1) и BOC (6,1). В диапазоне E5 передается сигнал AltBOC, который является комбинацией нескольких сигналов в частотных диапазонах E5a и E5b.

В китайской навигационной системе COMPASS предполагаются к передаче сигналы в перекрывающихся с системами GALILEO и GPS диапазонами. В японской системе QZSS будут передаваться сигналы, полностью совместимые

с сигналами будущей системы GPS в диапазонах L1 (1575.42 МГц), L2 (1227.60 МГц) и L5 (1176.45 МГц). [1] Рассмотрим эти виды сигналов применительно к точности оценки задержки по огибающей радиосигнала.

### Анализ точности оценки задержки по огибающей радиосигнала

Для определения координат потребителя СНС необходима оценка задержки радиосигнала. Проведем анализ потенциальной точности оценки задержки по огибающей детерминированного радиосигнала. Рассмотрим связь параметров сигнала и точности оценки его задержки на примере сигналов с BPSK и ВОС модуляцией. Сравним точности оценки задержки этих видов сигналов.

Для расчета потенциальной точности оценки задержки сигнала по огибающей воспользуемся формулой Вудворда.

$$D_{\hat{\tau}_{\pm\phi}} = \frac{1}{2q\beta} \quad (1)$$

где  $q$  отношение сигнал/шум

$$\beta^2 = \int_0^T \left[ \frac{\delta s(t, \tau)}{\delta \tau} \right]^2 dt / \int_0^T s^2(t, \tau) dt \quad (2)$$

Рассмотрим смысл параметра  $\beta$ . Введем спектральную плотность  $\dot{S}(f)$  сигнала  $s(t)$ :

$$\dot{S}(f) = \int_0^T s(t) e^{-j2\pi f t} dt$$

воспользуемся известными соотношениями

$$s(t - \tau) = \int_{-\infty}^{\infty} \dot{S}(f) e^{j2\pi f (t - \tau)} df$$

тогда получим

$$\beta^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (2\pi f)^2 |S(f)|^2 df / \int_{-\infty}^{\infty} |\dot{S}(f)|^2 df \quad (3)$$

Из выражения  $\beta$  — нормированный второй момент энергетической спектральной плотности сигнала. Параметр  $\beta$  так же называют эффективной шириной спектра сигнала [2]

Мы можем сделать вывод анализируя выражение (1), что дисперсия эффективной оценки временного запаздывания огибающей обратно пропорциональна квадрату эффективной ширины спектра сигнала. Так как в реальной аппаратуре на входе стоят полосовые фильтры, которые сглаживают скачки функции модуляции дальномерного кода, при расчете  $\beta$  используют выражение (3). При этом полагают, что коэффициент передачи приемного тракта идеально прямоугольный с единичным усилением в пределах полосы пропускания и нулевым за пределами полосы пропускания.

Так как потенциальная точность оценки задержки не зависит от несущей частоты сигнала, расчет можно проводить для комплексной огибающей сигнала.

Учитывая, что:

$$\tilde{\beta}^2 = \frac{1}{B} \int_{f_0 - \Delta f/2}^{f_0 + \Delta f/2} (2\pi f)^2 |\dot{S}(f)|^2 df. \quad (4)$$

Перейдем от квадрата модуля спектральной плотности сигнала  $|\dot{S}(f)|^2$ , к спектральной плотности мощности  $N(f)$  комплексной огибающей сигнала.

$$\tilde{\beta}^2 = \frac{1}{P_s} \int_{-\Delta f/2}^{\Delta f/2} (2\pi f)^2 N(f) df, P_s = \int_{-\infty}^{\infty} N(f) df. \quad (5)$$

где  $N(f)$  — спектральная плотность мощности комплексной огибающей сигнала;

$P_s$  — мощность комплексной огибающей сигнала.

$\tilde{N}(f) = N(f)/P_s$  — нормированная спектральная плотность мощности сигнала.

Запишем (5) в виде  $\tilde{\beta}^2 = \frac{1}{P_s} \int_{-\Delta f/2}^{\Delta f/2} (2\pi f)^2 \tilde{N}(f) df$ .

Сначала рассмотрим сигнал с модуляцией BPSK ( $m$ ). Спектральная плотность мощности, нормированной комплексной огибающей такого сигнала определяется:

$$N_{BPSK}(f) = \frac{1}{f_c} \operatorname{sinc}^2\left(\frac{\pi f}{f_c}\right).$$

Полагая что,  $\Delta f = 2mf_b$ ,  $\tau_c = \frac{1}{f_c} = \frac{1}{mf_b}$ , где  $f_b = 1,023$  МГц

$$\tilde{\beta}_{BPSK}^2 = \int_{-\frac{\Delta f}{2}}^{\frac{\Delta f}{2}} (2\pi f)^2 \frac{1}{f_c} \operatorname{sinc}^2\left(\frac{\pi f}{f_c}\right) df = (2mf_b)^2. \quad (6)$$

Для сигнала с модуляцией ВОС (n, n) спектральная плотность мощности нормированной комплексной огибающей определяется:

$$N_{ВОС}(f) = \frac{1}{f_c} \operatorname{sinc}^2\left(\frac{\pi f}{f_c}\right) \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi f}{2f_s}\right), \text{ при четном } k;$$

$$N_{ВОС}(f) = \frac{1}{f_c} \cos^2\left(\frac{\pi f}{f_c}\right) \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi f}{2f_s}\right), \text{ при нечетном } k;$$

где  $k = \frac{\tau_c}{\tau_s} = 2m/n$ . В СНС используется ВОС модуляция при кратных значениях  $m=rp$ , ВОС (rp, n), где  $p=1,2,\dots$ . На рис. 1 приведена спектральная плотность мощности комплексной огибающей сигнала с модуляцией ВОС (1,1) [3].

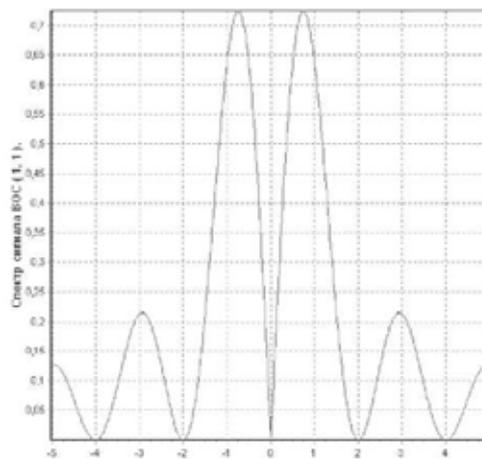


Рис. 1

Сигнал ВОС (n, n) занимает полосу  $\Delta f = 4nf_b$ . Получаем:

$$\tilde{\beta}_{BPSK}^2 = \int_{-2nf_c}^{2nf_c} (2\pi f)^2 \frac{1}{nf_b} \operatorname{sinc}^2\left(\frac{\pi f}{nf_b}\right) \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi f}{2nf_b}\right) df = 1,5(4nf_b)^2$$

Сравним точность оценки задержки сигналов BPSK (m) и ВОС (n, n) занимающих одинаковую полосу частот, т. е.  $m=2n$ . Рассмотрим полагая, что  $f_b = 1,023$  МГц (в частности, для систем GPS и Galileo  $f_{\text{он}} = 1,023$  МГц) и сигнал занимает полосу частот  $\Delta f = 8f_b$ . [4]

Для BPSK (4), ВОС (2,2) и ВОС (3,1) получим соответственно:

$$\beta_{BPSK(4)}^2 = (8f_b)^2,$$

$$\beta_{ВОС(2,2)}^2 = 1,5(8f_b)^2,$$

$$\beta_{ВОС(3,1)}^2 = 2(2f_b)^2 \left(22 + \frac{18,9\sqrt{3}}{\pi}\right).$$

Отношение дисперсий ошибок оценок задержки равно:

$$B = \frac{D_{\tau_{\text{эф}}, \text{BPSK}(4)}}{D_{\tau_{\text{эф}}, \text{ВОС}(2,2)}} = \frac{\beta_{\text{ВОС}(2,2)}^2}{\beta_{\text{BPSK}(4)}^2} = 1,5;$$

$$B = \frac{D_{\tau_{\text{эф}}, \text{BPSK}(4)}}{D_{\tau_{\text{эф}}, \text{ВОС}(3,1)}} = \frac{\beta_{\text{ВОС}(3,1)}^2}{\beta_{\text{BPSK}(4)}^2} = 4,05;$$

$$B = \frac{D_{\tau_{\text{эф}}, \text{ВОС}(2,2)}}{D_{\tau_{\text{эф}}, \text{ВОС}(3,1)}} = \frac{\beta_{\text{ВОС}(3,1)}^2}{\beta_{\text{ВОС}(2,2)}^2} = 2,7.$$

Использование сигналов с модуляцией ВОС (1,1) уменьшает дисперсию ошибки задержки в 1,5 раза по сравнению с использованием модуляцией BPSK (4), соответственно по среднеквадратическому отклонению (СКО) оценки задержки составляет 1,225. При использовании сигналов с модуляцией ВОС (3,1) выигрыш по дисперсии ошибки оценки задержки по сравнению с модуляцией BPSK (4) (занимающим ту же полосу частот) составляет 4,05, соответственно по СКО оценки задержки составляет 2. Аналогичный выигрыш при использовании модуляции ВОС (3,1) в сравнении с модуляцией ВОС (1,1) составил 2,7 и по СКО 1,64. Таким образом, из сигналов с модуляцией BPSK (4), ВОС (1,1) и ВОС (3,1), занимающей одинаковую полосу частот наибольшую точность оценки задержки обеспечивает использование сигнала с модуляцией ВОС (3,1) [5].

### **Заключение**

В данной статье был проведен анализ точности оценки задержки по огибающей сигналов с модуляцией BPSK и перспективных сигналов с модуляцией ВОС. В результате проведенных исследований было показано преимущество ВОС — сигналов перед BPSK при точности оценки задержки по огибающей детерминированного сигнала. Таким образом, применение ВОС сигналов для СНС более целесообразно, хотя требует более сложных алгоритмов и устройств обработки по сравнению с традиционным BPSK-сигналом.

### **Литература:**

1. Вейцель, А. В. Улучшение характеристик навигационной аппаратуры с использованием будущих перспективных сигналов ГНСС // Вестник СибГАУ. Т. 6. № 52. 2013 г.
2. Перов, А. И. Статистическая теория радиотехнических систем // Москва Радиотехника, 2003 г.
3. Вейцель, А. В. Новый класс меандровых шумоподобных радиосигналов для радионавигационных систем // Вестник МАИ. Т. 16. № 7. 2009 г.
4. Шахгильдян, В. В., Бойков В. В. ГЛОНАСС перспективы использования новых CDMA сигналов // Электросвязь № 1, 2011 г. с. 13.
5. Перов, А. И. Методы и алгоритмы оптимального приема сигналов в аппаратуре потребителей спутниковых радионавигационных систем // Москва Радиотехника, 2012 г.

## Разработка структурной схемы автономной системы контроля целостности навигационных данных спутниковых радионавигационных систем в навигационных комплексах наземных подвижных объектов на основе оптимальных алгоритмов обработки информации

Комраков Дмитрий Вячеславович, аспирант  
Тамбовский государственный технический университет

*На основе синтезированных алгоритмов обработки информации в навигационных комплексах наземных подвижных объектов разработана структурная схема автономной системы контроля целостности навигационных данных спутниковых радионавигационных систем, на основе оценки постоянной составляющей ошибки барометрического высотомера и оценки постоянной составляющей погрешности измерения ускорения инерциальной навигационной системы. Использование двух оценок позволяет исключить возможность принятия решения о целостности навигационных данных спутниковых радионавигационных систем при отказе барометрического высотомера, таким образом, повышая достоверность принятия решения.*

**Ключевые слова:** комплексирование, контроль целостности; навигационный комплекс; наземный подвижный объект; оптимальные алгоритмы обработки информации; структурная схема.

Все более широкое применение для определения координат и параметров движения наземных подвижных объектов, в том числе и военного назначения, получают навигационные комплексы [1]. Под навигационным комплексом понимают совокупность навигационных систем, бортовых измерительных средств и вычислителей, позволяющих определить местоположение и параметры движения объекта относительно Земли. Основой для таких комплексов служат глобальные навигационные спутниковые системы, такие как ГЛОНАСС и GPS [2] и инерциальные навигационные системы (платформенные или бесплатформенные). В состав таких комплексов входят различные системы, устройства и датчики, основанные на радиотехнических и нерадиотехнических измерителях, что позволяет получить большой положительный эффект при их комплексировании. Это обусловлено тем, что ошибки радиотехнических и нерадиотехнических измерителей обладают статистическими характеристиками, сильно отличающимися друг от друга, что во многом и определяет выигрыш от комплексирования [3].

Навигационный комплекс наземных подвижных объектов, для которого были синтезированы комплексные оптимальные алгоритмы обработки информации [4, 5], включает в свой состав следующие системы, устройства и датчики:

- аппаратура приема сигналов спутниковой радионавигационной системы;
- инерциальная навигационная система;
- аппаратура приема сигналов наземных сетевых систем;
- датчик скорости;
- барометрический высотомер.

Синтез оптимальных алгоритмов обработки информации в навигационных комплексах наземных подвижных объектов был рассмотрен для двух независимых каналов: горизонтальный [4] и вертикальный [5]. Возможность такого представления обусловлена независимостью системы уравнений оценивающих математическую модель объекта в целом [6].

Согласно [4] оптимальная оценка для горизонтального канала  $X_r^*(t_{k+1})$  определяется выражением:

$$\begin{aligned} X_r^*(t_{k+1}) = & \Phi_{xxr}(t_{k+1}, t_k) X_r^*(t_k) + K_{r1}(t_{k+1}) [Y_{r1}(t_{k+1}) - \\ & - \Phi_u(t_{k+1}, t_k) Y_{r1}(t_k) - H_{r1}(t_{k+1}) \Phi_{xxr}(t_{k+1}, t_k) X_r^*(t_k) - \\ & - \Phi_{ux}(t_{k+1}, t_k) X_r^*(t_k) + H_{r1}(t_{k+1}) \Phi_u(t_{k+1}, t_k) X_r^*(t_k)] + \\ & + K_{r2}(t_{k+1}) [Y_{r2}(t_{k+1}) - \Phi_1(t_{k+1}) V_1(t_k) - H_{r2}(t_{k+1}) \Phi_{xxr}(t_{k+1}, t_k) X_r^*(t_k)]. \end{aligned} \quad (1)$$

Согласно [5] оптимальная оценка для вертикального канала  $X_E^*(t_{k+1})$  определяется выражением:

$$\begin{aligned}
 X_E^*(t_{k+1}) = & \Phi_{xxE}(t_{k+1}, t_k)X_E^*(t_k) + \Phi_{vE}(t_{k+1}, t_k)V_{xE}(t_k) + K_{E1}(t_{k+1}) \cdot \\
 & \cdot [Y_{E1}(t_{k+1}) - \varphi_u(t_{k+1}, t_k)Y_{E1}(t_{k+1}) - H_{E1}(t_{k+1})\Phi_{vE}(t_{k+1}, t_k)V_{xE}(t_k) + \\
 & + \varphi_u(t_{k+1}, t_k)H_{E1}(t_{k+1})X_E^*(t_k) - H_{E1}(t_{k+1})\Phi_{xxE}(t_{k+1}, t_k)X_E^*(t_k)] + \\
 & + K_{E2}(t_{k+1})[Y_{E2}(t_{k+1}) - H_{E2}(t_{k+1})\Phi_{vE}(t_{k+1}, t_k)V_{xE}(t_k) - V_2(t_{k+1}) - \\
 & - H_{E2}(t_{k+1})\Phi_{xxE}(t_{k+1}, t_k)X_E^*(t_k)] - H_{E2}(t_{k+1})\Phi_{xxE}(t_{k+1}, t_k)X_E^*(t_k)].
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

На основе полученных выражений для вычисления оценок  $X_r^*(t_{k+1})$  и  $X_E^*(t_{k+1})$ , которые являются оптимальными алгоритмами обработки информации в навигационных комплексах наземных подвижных объектов, были разработаны структурные схемы обработки информации для горизонтального и вертикального каналов, которые можно объединить в одну общую структурную схему (рисунок 1). Отличительной особенностью синтезированных алгоритмов, является их синтез совместно с алгоритмами автономного контроля целостности навигационных данных спутниковых радионавигационных систем, на основе использования информации о сопутствующих параметрах (барометрический высотомер и инерциальная навигационная система).

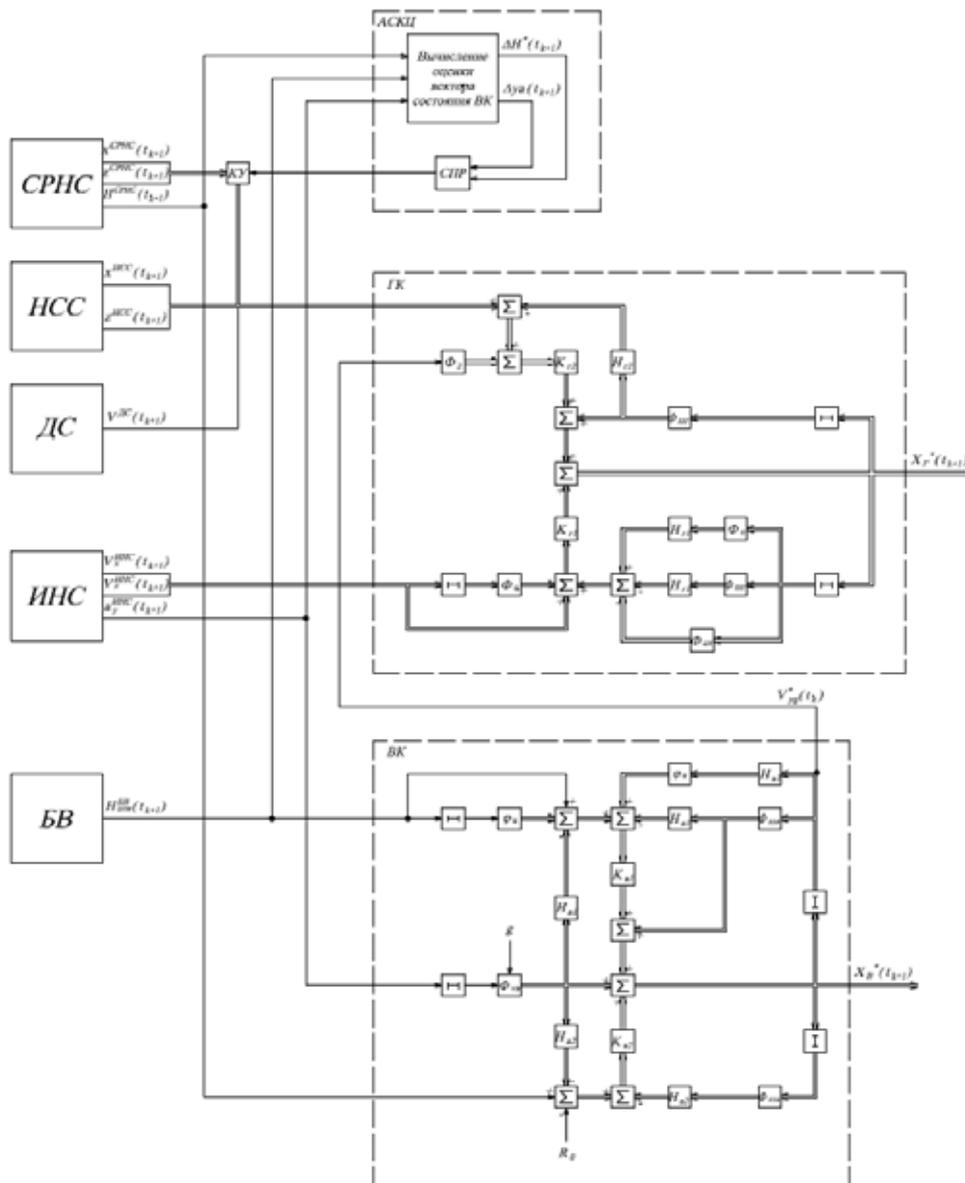


Рис. 1. Общая структурная схема навигационного комплекса

В состав структурной системы входят следующие системы и датчики:

- СРНС (аппаратура приема сигналов спутниковой радионавигационной аппаратуры);
- НСС (аппаратура приема сигналов наземных сетевых систем GSM и UMTS);
- ДС (датчик скорости);
- ИНС (инерциальная навигационная система);
- БВ (барометрический высотомер);
- КУ (ключевое устройство).

Штриховой линией выделены следующие структурные блоки:

- АСКЦ (автономная система контроля целостности навигационных данных спутниковых радионавигационных систем);

- ГК (структурная схема обработки информации в горизонтальном канале);
- ВК (структурная схема обработки информации в вертикальном канале);

В состав АСКЦ входят:

- блок вычисления оценки вектора состояния вертикального канала;
- СПР (схема принятия решения).

Блок вычисления оценки вектора состояния вертикального канала определяет оценку состоящую из 4 компонент [6]:

$$\mathbf{X}_в(t_{k+1}) = [H_{отн}^*(t_{k+1}), V_{yg}^*(t_{k+1}), \Delta H(t_{k+1}), \Delta_{ya}^*(t_k)],$$

которая определяется следующими выражениями:

Оценка относительной высоты  $H_{отн}^*$ :

$$\begin{aligned} H_{отн}^*(t_{k+1}) = & H_{отн}^*(t_k) + TV_{yg}^*(t_k) - 0,5T^2\Delta_{ya}^*(t_k) + 0,5T^2a_y^{ИНС}(t_k) - 0,5T^2g + \\ & + k_{в1_{11}}(t_{k+1})[H_{отн}^{ББ}(t_{k+1}) - \varphi_u(t_{k+1}, t_k)H_{отн}^{ББ}(t_k) - 0,5T^2a_y^{ИНС}(t_k) + 0,5T^2g + \\ & + \varphi_u(t_{k+1}, t_k)H_{отн}^*(t_k) + \varphi_u(t_{k+1}, t_k)\Delta H^*(t_k) - H_{отн}^*(t_k) - TV_{yg}^*(t_k) - \Delta H^*(t_k) + \\ & + 0,5T^2\Delta_{ya}^*(t_k)] + k_{в2_{11}}(t_{k+1})[H_{отн}^{СРНС}(t_{k+1}) - 0,5T^2a_y^{ИНС}(t_k) + 0,5T^2g - R_0 - \\ & - H_{отн}^*(t_k) - TV_{yg}^*(t_k) + 0,5T^2\Delta_{ya}^*(t_k)] - H_{отн}^*(t_k) - TV_{yg}^*(t_k) + 0,5T^2\Delta_{ya}^*(t_k)]. \end{aligned} \quad (3)$$

Оценка составляющей скорости  $V_{yg}^*$ :

$$\begin{aligned} V_{yg}^*(t_{k+1}) = & V_{yg}^*(t_k) + T\Delta_{ya}^*(t_k) + Ta_y^{ИНС}(t_k) - Tg + k_{в1_{21}}(t_{k+1})[H_{отн}^{ББ}(t_{k+1}) - \\ & - \varphi_u(t_{k+1}, t_k)H_{отн}^{ББ}(t_k) - 0,5T^2a_y^{ИНС}(t_k) + 0,5T^2g + \varphi_u(t_{k+1}, t_k)H_{отн}^*(t_k) + \\ & + \varphi_u(t_{k+1}, t_k)\Delta H^*(t_k) - H_{отн}^*(t_k) - TV_{yg}^*(t_k) - \Delta H^*(t_k) + 0,5T^2\Delta_{ya}^*(t_k)] + \\ & + k_{в2_{21}}(t_{k+1})[H_{отн}^{СРНС}(t_{k+1}) - 0,5T^2a_y^{ИНС}(t_k) + 0,5T^2g - R_0 - H_{отн}^*(t_k) - \\ & - TV_{yg}^*(t_k) + 0,5T^2\Delta_{ya}^*(t_k)] - TV_{yg}^*(t_k) + 0,5T^2\Delta_{ya}^*(t_k)]. \end{aligned} \quad (4)$$

Оценка постоянной составляющей ошибки измерений барометрического высотомера  $\Delta H^*$ :

$$\begin{aligned} \Delta H^*(t_{k+1}) = & \Delta H^*(t_k) + k_{в1_{31}}(t_{k+1})[H_{отн}^{ББ}(t_{k+1}) - \varphi_u(t_{k+1}, t_k)H_{отн}^{ББ}(t_k) - \\ & - 0,5T^2a_y^{ИНС}(t_k) + 0,5T^2g + \varphi_u(t_{k+1}, t_k)H_{отн}^*(t_k) + \varphi_u(t_{k+1}, t_k)\Delta H^*(t_k) - \\ & - H_{отн}^*(t_k) - TV_{yg}^*(t_k) - \Delta H^*(t_k) + 0,5T^2\Delta_{ya}^*(t_k)] + k_{в2_{31}}(t_{k+1})[H_{отн}^{СРНС}(t_{k+1}) - \\ & - 0,5T^2a_y^{ИНС}(t_k) + 0,5T^2g - R_0 - H_{отн}^*(t_k) - TV_{yg}^*(t_k) + 0,5T^2\Delta_{ya}^*(t_k)]. \end{aligned} \quad (5)$$

Оценка постоянной составляющей погрешности измерения ускорения  $\Delta_{ya}^*$ :

$$\begin{aligned} \Delta_{ya}^*(t_{k+1}) = & \Delta_{ya}^*(t_k) + k_{B141}(t_{k+1})[H_{отн}^{BB}(t_{k+1}) - \varphi_u(t_{k+1}, t_k)H_{отн}^{BB} - \\ & - 0,5T^2 a_y^{ИНС}(t_k) + 0,5T^2 g + \varphi_u(t_{k+1}, t_k)H_{отн}^*(t_k) + \varphi_u(t_{k+1}, t_k)\Delta H^*(t_k) - \\ & - H_{отн}^*(t_k) - TV_{yg}^*(t_k) - \Delta H^*(t_k) + 0,5T^2 \Delta_{ya}^*(t_k)] + k_{B241}(t_{k+1})[H_{отн}^{CPHC}(t_{k+1}) - \\ & - 0,5T^2 a_y^{ИНС}(t_k) + 0,5T^2 g - R_0 - H_{отн}^*(t_k) - TV_{yg}^*(t_k) + 0,5T^2 \Delta_{ya}^*(t_k)]. \end{aligned} \quad (6)$$

На основе выражений (3) — (6) разработана структурная схема вычисления оценки вектора состояния вертикального канала, представленная на рисунке 2.

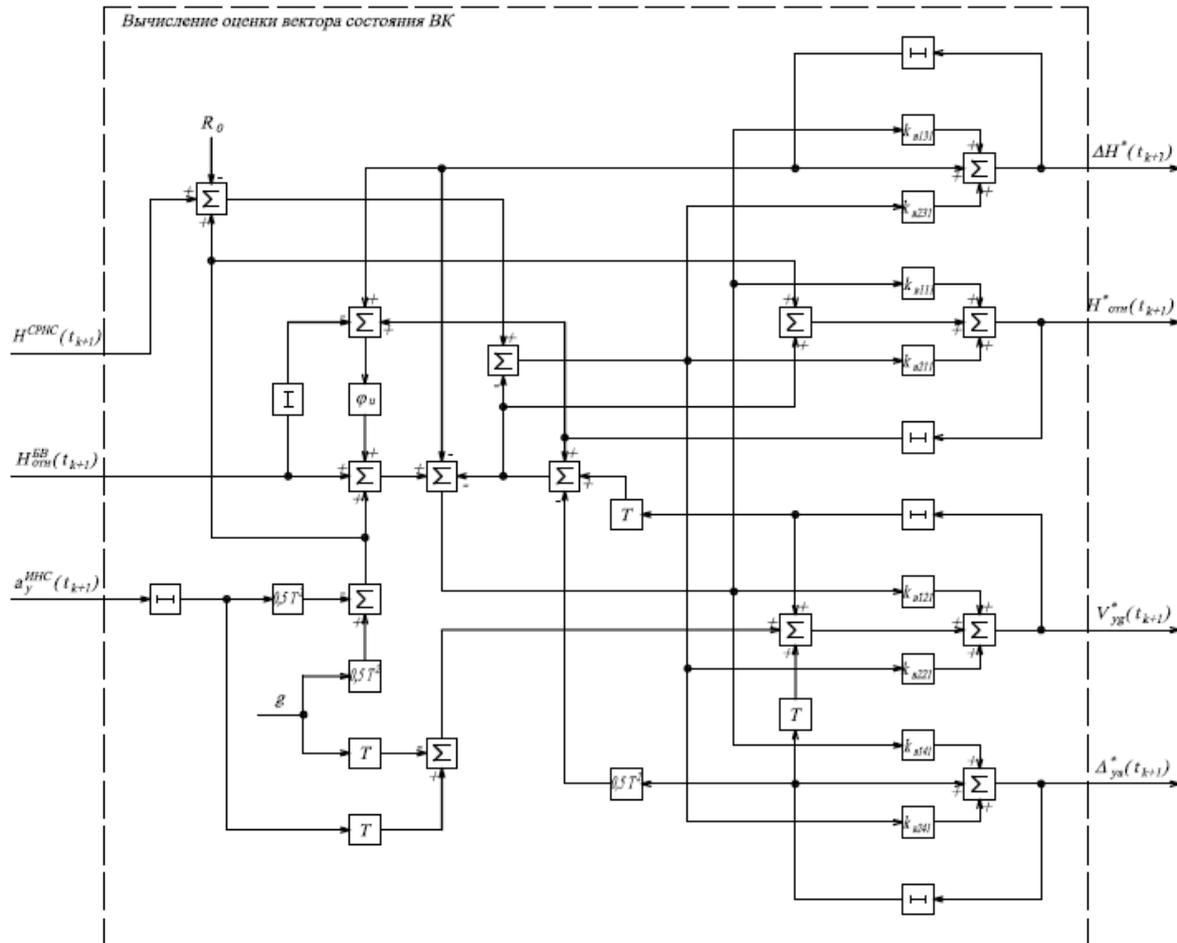


Рис. 2. Структурная схема алгоритма вычисления оценки вектора состояния вертикального канала

Разработанная структурная схема автономной системы контроля целостности навигационных данных спутниковых радионавигационных систем в навигационных комплексах наземных подвижных объектов на основе оптимальных алгоритмов обработки информации в отличие от [6], использует для контроля целостности не только оценку постоянной ошибки  $\Delta H^*(t_{k+1})$  БВ, но и оценку постоянной составляющей погрешности измерения ускорения  $\Delta_{ya}^*(t_{k+1})$  ИНС. В нормальном режиме функционирования СРНС оценки  $\Delta H^*(t_{k+1})$  и  $\Delta_{ya}^*(t_{k+1})$  будут стремиться к некоторым постоянным значениям, определяемым типами БВ и ИНС. При сбоях в работе спутников или при искусственной передаче ошибочной информации значения оценок  $\Delta H^*(t_{k+1})$  и  $\Delta_{ya}^*(t_{k+1})$  начнет возрастать. Данные свойства можно использовать для контроля целостности путем:

- задания порогов  $\Delta H_{max}$  величины оценки постоянной ошибки  $\Delta H^*(t_{k+1})$  БВ и  $\Delta_{ya_{max}}$  величины оценки постоянной составляющей погрешности измерения ускорения  $\Delta_{ya}^*(t_{k+1})$  ИНС;

— если  $\Delta H^*(t_{k+1}) \geq \Delta H_{max}$  и  $\Delta y_a^*(t_{k+1}) \geq \Delta y_{a,max}$ , то использовать данные полученные от СРНС нельзя.

Использование двух оценок позволяет исключить возможность принятия решения о целостности навигационных данных СРНС при отказе БВ, таким образом, повышая достоверность принятия решения.

#### Литература:

1. Комраков, Д. В. Навигационные комплексы наземных мобильных средств [Текст]/Д. В. Комраков // Технические науки: теория и практика: материалы междунар. науч. конф. (г. Чита, апрель 2012 г.). — Чита: Издательство Молодой ученый, 2012. — с. 47–49;
2. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования/Под ред. А. И. Перова, В. И. Харисова. Изд. 4-е, перераб. и доп. — М.: Радиотехника, 2010. 800 с., ил.
3. Бабич, О. А. Обработка информации в навигационных комплексах/О. А. Бабич. — М.: Машиностроение, 1991. — 512 с.
4. Комраков, Д. В. Потенциальные характеристики точности синтезированных алгоритмов обработки информации в горизонтальном канале навигационных комплексах наземных подвижных объектов [Текст]/Д. В. Комраков // Молодой ученый. — 2015. — № 11. — с. 349–357.
5. Комраков, Д. В. Потенциальные характеристики точности синтезированных алгоритмов обработки информации в вертикальном канале навигационных комплексах наземных подвижных объектов [Текст]/Д. В. Комраков // Молодой ученый. — 2015. — № 12.
6. Иванов, А. В. Алгоритмы обработки информации в навигационных системах наземных подвижных объектов с контролем целостности навигационных данных спутниковых радионавигационных систем/А. В. Иванов, Д. В. Комраков, В. О. Сурков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. — 2014. — № 52. — с. 53–58.

## Применение емкостного датчика для определения температуры тела

Хузягулова Каролина Людвиговна, студент

Уфимский государственный авиационный технический университет (Республика Башкортостан)

*В статье описаны способы определения температуры тела, используемые в медицине. Названы их достоинства и недостатки. Предложен ёмкостной метод, который не используется в медицинской технике, несмотря на его достоинства.*

**Ключевые слова:** определение температуры, термометр, градусник, ёмкостной, датчик, сегнетозлектрики, ферроэлектрики.

Тепловое состояние тела характеризуется величиной, называемой температурой. Точное измерение температуры тела важно во многих областях, в частности, в медицине. Температура — это важный показатель, характеризующий текущее состояние биологического объекта. Благодаря этому есть возможность выявлять заболевания на ранней стадии, контролировать течение различных болезней, а также определять, эффективен ли назначенный курс лечения. При появлении воспалительных процессов любой температура организма обычно повышается, а при ослаблении организма — снижается ниже нормы. Нормальная температура тела для многих здоровых людей 36,6°С.

Температуру в настоящее время измеряют с помощью приборов, принцип работы которых базируется на свойствах твердых тел, газов и жидкостей изменять свои характеристики при изменении температуры. Если 18 веке было совершено множество открытий в сфере систем измерения температуры, то с прошлого столетия началась

пора открытий в области методов измерения температуры. В современной медицине используют 3 вида термометров: ртутный градусник, оптический термометр (инфракрасный), электрический термометр.

Ртутные градусники — простые, дешевые и достаточно точные (погрешность 0,1°С). По принципу работы они относятся к жидкостным, то есть в процессе нагревания жидкости её объем меняется, за счет чего и происходит изменение показаний термометра. Данный вид термометров обладает следующими недостатками: перед каждым измерением термометр необходимо встряхивать, что обусловлено физическими свойствами ртути, без применения специальной увеличительной оптики плохо видно шкалу. При использовании ртутного градусника нет возможности автоматической записи показаний и передачи их на расстояние, что также является недостатком этого метода. Измерения с помощью данного термометра продолжительные — около 10 минут. Помимо этого, есть риск раз-

бить градусник и вылить ртуть, которая является крайне токсичной.

В инфракрасном спектре от биологического объекта исходит излучение, интенсивность которого несет информацию о его температуре. На этом и основан принцип действия электронных инфракрасных термометров. Они позволяют производить измерения быстро (1–2 секунды) и без соприкосновения с телом, что существенно облегчает процедуру измерения температуры у детей и исключает возможность переноса инфекции. Инфракрасные термометры имеют дисплей, на котором, кроме измеренной температуры может отображаться также история измерений. Это удобно использовать в тех случаях, когда необходимо периодически замерять температуру у нескольких человек. Однако такие термометры предназначены для определенных точек тела (лоб, уши, виски), часто дают погрешности (до 0,3–0,5 °С), требуют периодической поверки и имеют довольно высокую стоимость.

Более широко применяются электронные термометры, измеряющие температуру с помощью специальных датчиков. У них также имеется дисплей для отображения температуры, они могут обладать памятью для сохранения истории измерений и могут выдавать звуковые сигналы в зависимости от времени или результата измерения. Как и инфракрасный, такой градусник случайно разбить почти невозможно, и он не содержит ртути. Отличие от инфракрасных термометров в том, что электронным термометрам требуется плотный контакт датчика с поверхностью тела человека. Время измерения температуры электронным термометром относительно небольшое – 30–60 секунд.

Принцип работы электронных термометров основан на изменении сопротивления проводника (платина, медь или никель) или терморезистора при изменении температуры окружающей среды. При нагревании чувствительного элемента (проводника, терморезистора) его

сопротивление электрическому току изменяется. Сопротивление оценивается с помощью мостовой измерительной цепи, усиливается, преобразуется в цифровой код и подается на цифровой индикатор (чаще всего жидкокристаллический).

Электронные термометры более широкого диапазона основаны на термопарах: контакт между металлами с разной электроотрицательностью создаёт контактную разность потенциалов, зависящую от температуры. Эти термометры обладают очень высокой точностью (вплоть до  $\pm 0,01$  °С), но на показания влияет температура свободных концов, на которую необходимо вносить поправку. В момент снятия показаний необходимо исключить протекание тока через термопару, так как ток, протекающий через неё, охлаждает горячий спай и разогревает холодный (эффект Пельтье).

Температуру тела также возможно измерять емкостным методом. Для этого можно использовать сегнетоэлектрики – вещества, которые в определенном диапазоне температур обладают собственным спонтанным дипольным моментом. Эти вещества также называют ферроэлектриками. Температура (точка Кюри) является температурой фазового перехода. При температуре ниже точки Кюри эти материалы имеют доменное строение и обладают специфическими свойствами. Если же температура больше  $T_K$ , доменная структура разрушается и ферроэлектрик переходит в параэлектрическое состояние. Следствием доменного строения сегнетоэлектриков является резко выраженная зависимость диэлектрической проницаемости от температуры, причем максимум диэлектрической проницаемости достигается при температуре, соответствующей точке Кюри (Рис. 1).

То есть при небольшом изменении температуры диэлектрическая проницаемость сегнетоэлектрика сильно увеличивается. Если использовать в качестве температурного датчика конденсатор с сегнетоэлектрическим диэлектриком, то с изменением температуры диэлектрическая

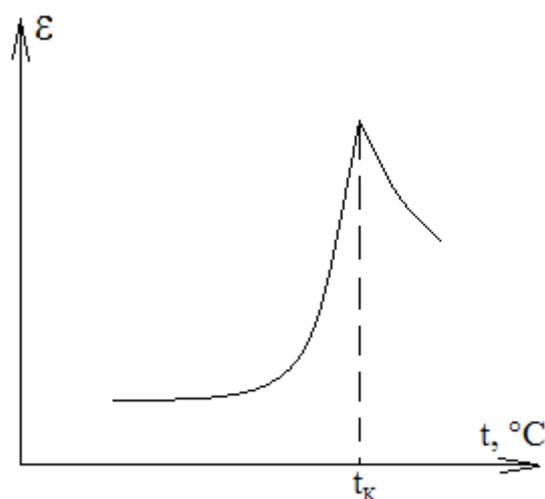


Рис. 1. Зависимость диэлектрической проницаемости ферроэлектриков от температуры

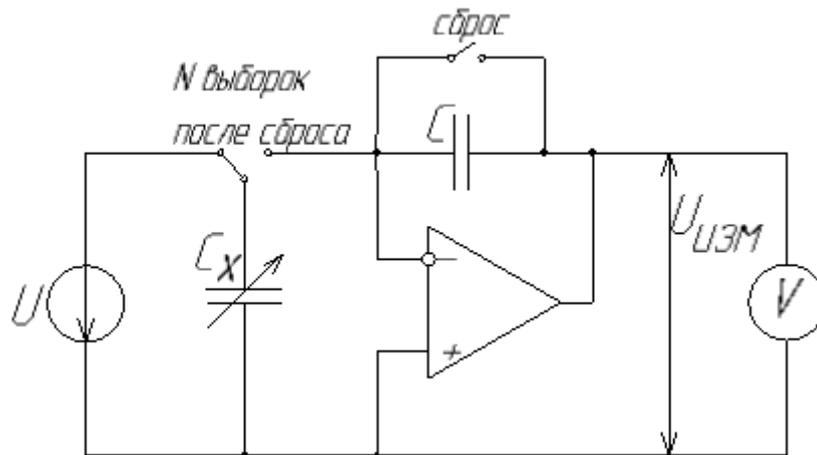


Рис. 2. Способ измерения емкости с применением зарядового усилителя

проницаемость конденсатора также будет изменяться, что приведет к изменению электрической емкости. Метод будет достаточно достоверен, если применять сегнетоэлектрик с температурой Кюри около  $38^{\circ}\text{C}$ .

Таким образом, при применении этого метода информативным параметром будет емкость конденсатора. Для ее измерения можно применить мостовую схему, однако в этом случае нужно использовать источник переменного тока, что является неудобным. Возможно использование измеряемой емкости в качестве времязадающей в RC-генераторе с последующим измерением постоянной времени. Метод прост, но не точен.

Также есть метод измерения емкости с применением зарядового усилителя (Рис. 2), который преобразует соотношение измеряемой и опорной емкостей в сигнал напряжения, измеряемую емкость при этом можно определить по следующей формуле:

$$C_x = \frac{U_{изм} \cdot C}{N \cdot U}$$

Такая схема поставляется в виде специализированных микросхем.

Емкость температурного датчика можно непосредственно измерять с помощью сигма-дельта аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Для этого можно использовать схему, предложенную в работе [1].

В сигма-дельта АЦП уравнивание зарядов между сигналом источника опорного напряжения и сигналом на аналоговом входе обычно достигается за счет переключения конденсаторов определенной емкости. В модифицированной схеме (Рис. 3) входное напряжение остается постоянным (напряжение возбуждения), но емкость меняется. В качестве меняющейся емкости как раз и можно использовать емкостной сегнетоэлектрический датчик.

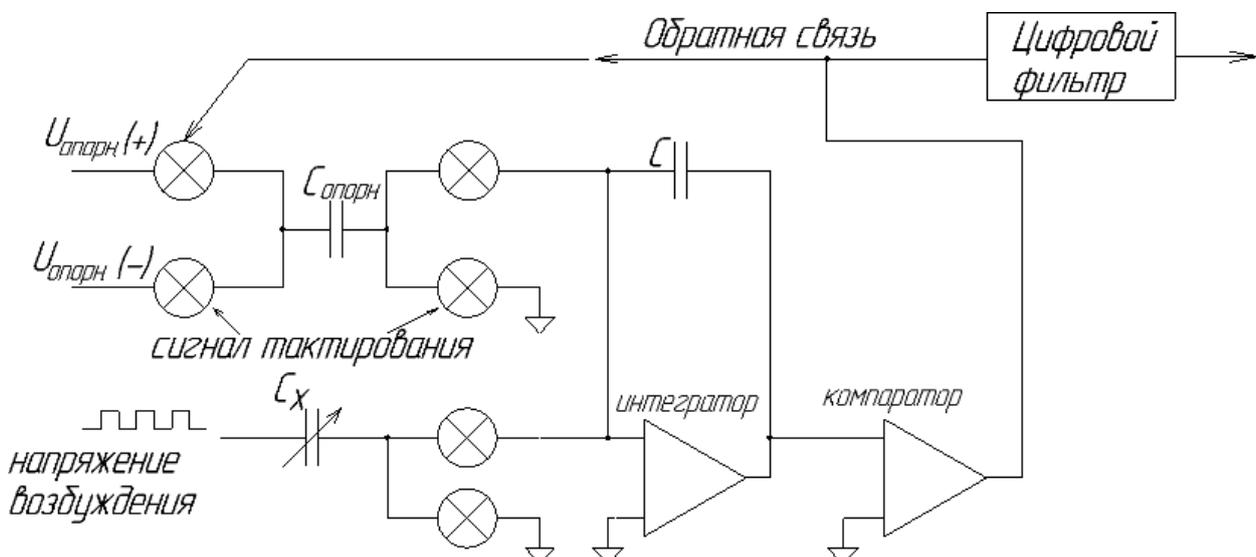


Рис. 3. Способ измерения емкости с применением сигма-дельта АЦП

В итоге выходной код преобразователя будет соответствовать отношению измеряемой емкости к опорной ( $C_{опорн}$ ).

За счет прямого подключения датчика к АЦП метод имеет «высокую разрешающую способность, точность и линейность» [1]. Кроме того, промышленностью выпускаются специализированные емкостные сигма-дельта АЦП, к входам которых непосредственно подключается измеряемая емкость, что обеспечивает высокую повторяемость, надежность, простоту реализации схемы, а также снижение себестоимости.

Таким образом, в настоящее время в медицине применяется несколько способов определения температуры тела, каждый из которых имеет и достоинства, и недостатки. Один из методов, который может применяться при проектировании термометров — использование сегнетоэлектрического конденсатора в качестве температурного датчика. Указанный метод определения температуры тела еще не используется. Остается надеяться, что в будущем и этот метод найдет свое применение в медицине.

#### *Литература:*

1. Брихта, М. Преобразователи ёмкости в цифровой код на основе сигма-дельта модулятора/М. Брихта //Компоненты и технологии. — 2006. — № 1.
2. Геращенко, О.А. Температурные измерения. Справочник/О.А. Геращенко, А.Н. Гордов и др. — Киев: Наукова думка, 1989.
3. Пасынков, В.В. Материалы электронной техники: учебник для вузов/В.В. Пасынков, В.С. Сорокин — СПб.: Изд-во «Лань», 2003.

### 3. АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

#### Оптимизационный метод проведения сравнительного анализа средств защиты информации от несанкционированного доступа

Курилов Федор Михайлович, студент  
Ульяновский государственный университет

*В статье предлагается метод проведения сравнения средств защиты информации от несанкционированного доступа (СЗИ от НСД), основанный на решении оптимизационной задачи. С использованием этого метода проводится анализ представленных на российском рынке программных и аппаратно-программных комплексов, сертифицированных ФСТЭК и ФСБ, представляющих собой основу комплексных и интегрированных систем защиты информации.*

**Ключевые слова:** несанкционированный доступ, сравнительный анализ, оптимизационный метод.

Компьютерная безопасность является ключевой составляющей защиты любой информационной системы и во многом определяет ее эффективность в целом. Вопросы защиты приложений (иногда говорят об информационных технологиях) вторичны [1], имеет смысл рассматривать их как дополнительную возможность защиты информационной системы. Особое место в компьютерной безопасности отводится защите информации от несанкционированного доступа, противодействию хищению, искажению и уничтожению данных, хранящихся и обрабатываемых на компьютере. Приоритетность и исключительная важность эффективного решения данной задачи обуславливают широкое практическое использование средств защиты информации от несанкционированного доступа (СЗИ от НСД) и, как следствие, расширение их номенклатуры на рынке средств защиты информации. С учетом того, что СЗИ от НСД, в большинстве своем, обладают различными функциональными возможностями, перед потребителем встает задача выбора наиболее эффективного решения. В виду ежегодного роста объемов информационных потоков, обрабатываемых информационными системами, а также учитывая преобладающее положение в них конфиденциальных сведений, актуальность данной задачи сегодня не вызывает сомнений.

В статье будет приведен перечень сертифицированных ФСТЭК и ФСБ аппаратных и программно-аппаратных СЗИ от НСД, предложен метод проведения сравнительного анализа этих средств, основанный на математическом аппарате, а также представлены непосредственно сравнительный анализ с использованием выработанных критериев и его результаты.

#### 1. СЗИ от НСД

СЗИ от НСД являются базовым и обязательным уровнем защиты в целом ряде ситуаций. В частности, использо-

вание СЗИ от НСД необходимо при создании автоматизированных систем, подлежащих аттестации по требованиям безопасности информации, а также при защите информационных систем, оперирующих персональными данными, сведениями, составляющими государственную тайну и т.д.

Современный российский рынок СЗИ от НСД представлен различными комплексами и системами, которые по своему исполнению можно разделить на программные и программно-аппаратные, а по сфере применения — на средства для защиты персональных данных и конфиденциальной информации (классы защищенности 1Г, 1Д) и средства для защиты государственной тайны и конфиденциальной информации высокого уровня (классы защищенности 1А, 1Б, 1В).

#### 1.1. Программные СЗИ от НСД

В настоящее время отечественные разработчики предлагают ряд программных средств, сертифицированных ФСТЭК (быв. Гостехкомиссия) и ФСБ, в которых прикладные программы и основные функции защиты доверены привычным элементам, находящимся на материнской плате ПЭВМ, а также внешнему носителю информации, на котором хранится программа защиты информации от НСД. Сразу стоит оговориться, что некоторые исследователи ставят под сомнение надежность средств, использующих такой подход. Методика оценки эффективности и надежности приводится в статье Иванова В. П. и Иванова А. В. [3].

К программным СЗИ от НСД можно отнести:

— **Страж NT.** Продукт компании ЗАО НПЦ «Модуль», обладающей лицензиями и сертификатами ФСТЭК, ФСБ и министерства Обороны РФ. Сертифицирован ФСТЭК РФ.

— **Secret Net.** Продукт производства ООО «Код Безопасности», имеющего лицензии ФСТЭК, ФСБ и Мини-

стерства Обороны РФ. Сертифицирован ФСТЭК и Министерством Обороны РФ.

— **Dallas Lock**. Продукт компании ЦЗИ ООО «Конфидент», обладающей лицензиями ФСТЭК, ФСБ и Министерства Обороны РФ. Сертифицирован ФСТЭК РФ.

— **СРД «КРИПТОН-ЩИТ»**. Продукт компании ООО Фирма «АНКАД», имеющей лицензии ФСТЭК, ФСБ, СВР и Министерства Обороны РФ. Сертифицирован ФСТЭК и ФСБ РФ, соответствует требованиям РД ФСТЭК РФ по уровню защиты гостайны.

— **Аура 1.2.4**. Продукт производства НИО ПИБ СПИ-ИРАН, обладающего лицензиями ФСТЭК, ФСБ и Министерства Обороны РФ. Сертифицирован ФСТЭК РФ.

— **КСЗИ «Панцирь+»**. Продукт производства ООО «НПП «ИТБ»», имеющего лицензии ФСТЭК и ФСБ РФ. Соответствует требованиям РД ФСТЭК РФ.

### 1.2. Программно-аппаратные СЗИ от НСД

Отличие программно-аппаратных средств от исключительно программных состоит в том, что защитные функции реализуются техническими средствами, находящимися полностью на отдельной плате. Этот вариант максимально разделяет технические средства обработки подлежащих защите данных и технические средства, реализующие функции защиты информации от НСД. При этом программа защиты информации от НСД хранится в памяти микропроцессора, технология записи программы в долговременную память исключает ее вирусное заражение, оперативная память и память программ разделены.

К программно-аппаратным СЗИ от НСД можно отнести:

— **Аккорд-АМДЗ**. Продукт производства ООО «ОКБ САПР», имеющего лицензии ФСТЭК и ФСБ РФ. Сертифицирован ФСТЭК, ФСБ и Министерством Обороны РФ.

— **Соболь**. Продукт компании ООО «Код Безопасности». Имеет сертификаты ФСТЭК и ФСБ РФ.

— **АПМДЗ «КРИПТОН-ЗАМОК»**. Продукт компании ООО Фирма «АНКАД». Сертифицирован ФСБ РФ.

— **Diamond ACS**. Продукт компании ООО «ТСС», имеющей лицензии ФСТЭК и ФСБ РФ. Сертифицирован ФСТЭК.

### 2. Сравнительный анализ СЗИ от НСД

Согласно исследованию [4] российской компании «Б-152», работающей в области защиты персональных данных, решающими факторами при организации защиты персональных данных являются страх потерять деньги на штрафах от регуляторов (63% опрошенных) и «чистота перед законом» (41% опрошенных). При этом при выборе подрядчика для решения вопроса о выполнении требований закона № 152ФЗ «О персональных данных» большинство опрошенных ориентируется на стоимость услуг (59%), вторым приоритетом является быстрота реализации проекта (49%). Ситуация с решениями для защиты гостайны во многом представляется аналогичной.

Оценив результаты данного исследования, можно сделать вывод, что для коммерческих клиентов и государственных заказчиков при выборе СЗИ от НСД,

как впрочем и СЗИ других классов, наиболее значимо следующее:

- формальное выполнение требований РД ФСТЭК;
- совместимость с ОС компьютера, который будет аттестован (совместимость должна быть прописана в сертификате);
- слабое влияние на компьютер в процессе работы (можно проверить с помощью демоверсии, поэтому чем легче ее получить, тем лучше);
- стабильность программного обеспечения;
- отсутствие дополнительных средств, затрудняющих установку и эксплуатацию;
- минимальная стоимость.

В статье предлагается следующий универсальный метод проведения сравнительного анализа рассмотренных СЗИ от НСД:

1. Составляется таблица факторов (критериев), по которым можно провести объективное сравнение анализируемых СЗИ от НСД;

2. Каждому фактору ставится в соответствие коэффициент, выражающий весомость или значимость данного фактора в рамках проводимого сравнения;

3. Таблица факторов заполняется значениями для каждого из анализируемых СЗИ от НСД;

4. Суммированием значений факторов с учетом их коэффициентов определяется «эффективность» каждого СЗИ от НСД, при этом позитивные факторы берутся со знаком «плюс», а негативные — со знаком «минус»;

5. Путем сравнения «эффективностей» выбирается СЗИ от НСД, в большей степени удовлетворяющее современным требованиям потребителей.

Таким образом, сравнительный анализ  $n$  СЗИ от НСД сводится к решению оптимизационной задачи (1).

$$\sum_{i=1}^s F_{ik}^+ \cdot P_i^+ - \sum_{j=1}^t F_{jk}^- \cdot P_j^- \rightarrow \max, \quad (1)$$

где  $k \in [1, n]$ ,  $F_{ik}^+$ ,  $i = \overline{1, s}$  — значения позитивных факторов для  $k$ -го СЗИ от НСД,  $F_{jk}^-$ ,  $j = \overline{1, t}$  — значения негативных факторов для  $k$ -го СЗИ от НСД,  $P_i^+ \in (0, 1]$  — вес  $i$ -го позитивного фактора,  $P_j^- \in (0, 1]$  — вес  $j$ -го негативного фактора.

Нормировка значений факторов производится по следующему правилу:

1. Если значение фактора может быть представлено литералами «да» и «нет», то производится замена ненормированных значений числами 1 и 0 соответственно;

2. Если значение фактора имеет числовое выражение, то сначала производится нумерование отсортированных по возрастанию значений фактора (для всех  $n$  анализируемых СЗИ от НСД) натуральными числами от 1 до  $n$ , а затем — замена ненормированных значений соответствующими номерами;

3. Другие типы значений не допускаются; при необходимости нужно переформулировать определение фактора так, чтобы его значения соответствовали пунктам 1 и 2 правила.

После нормировки любое значение произвольного фактора будет являться элементом множества  $V = [0, n]$ . В таблице 1 приводятся значения критериев сравнения, выработанных путем изучения документации и анализа источников [4], для анализируемых программных и программно-аппаратных СЗИ от НСД.

Таблица 1

Факторы и их значения для сравниваемых СЗИ от НСД

Номер фактора с учетом типа	Вес фактора	Фактор	СЗИ от НСД									
			Dallas Lock	Secret Net	Страж НТ	СРД «КРИПТОН-ЩИТ»	Аура 1.2.4	КСЗИ «Панцирь+»	Аккорд АМДЗ	Соболь	АПМДЗ «КРИПТОН-ЗАМОК»	Diamond ACS
1+	0.8	Наличие сертификата ФСТЭК	1	1	1	1	1	—	1	1	0	1
2+	0.8	Наличие сертификата ФСБ	0	0	0	1	0	—	1	1	1	1
3+	1	Реализация дискреционной модели разграничения доступа	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
4+	1	Реализация мандатной модели разграничения доступа	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
5+	0.9	Реализация механизмов «доверенной загрузки» ОС	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
6+	0.8	Обеспечение контроля целостности программно-аппаратной среды	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
7+	0.7	Обеспечение контроля целостности объектов файловой системы	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
8+	0.5	Реализация механизмов криптографической защиты информации	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9+	0.2	Возможность организации «замкнутой программной среды»	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
10+	0.6	Обеспечение контроля работы со сменными устройствами	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11+	0.1	Обеспечение контроля вывода документов на печать	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
12+	0.2	Гарантированной уничтожение удаляемой информации	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1

13+	1	Журналирование (регистрация) событий	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14+	0.2	Возможность самодиагностики СЗИ от НСД	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0
15+	0.8	Совместимость с аппаратными средствами идентификации и аутентификации	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16+	0.6	Совместимость с аппаратными средствами криптографической защиты информации	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1
17+	0.6	Совместимость с аппаратными средствами «доверенной загрузки» ОС	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
18+	0.5	Наличие демонстрационных версий ПО	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
19+	0.9	Поддержка ОС семейства Windows	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20+	0.9	Поддержка UNIX-подобных ОС	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
21+	0.7	Возможность защиты ПЭВМ, объединенных в сеть	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1-	1	Стоимость	5	4	3	1	2	—	2	1	3	4
<i>Значение целевой функции</i>												
$\sum_{i=1}^s F_{ik}^+ \cdot P_i^+ - \sum_{j=1}^t F_{jk}^- \cdot P_j^-$			5.9	4.4	6.5	9.8	7.5	—	9.7	10.7	5.0	8.0

Путем максимизации целевой функции определено, что среди программных комплексов СЗИ от НСД наибольшей «эффективностью» обладает СРД «КРИПТОН-ЩИТ», а среди программно-аппаратных — Соболь. Можно сделать вывод о том, что эти два продукта в своих классах в большей степени удовлетворяют требованиям потребителей, нежели другие. Продукт КСЗИ «Панцирь+» в сравнении не участвовал, поскольку в виду объективных причин отсутствовала возможность определить для него значения нескольких факторов.

Стоит также отметить, что выбор весов факторов носит во многом субъективный характер, хотя и основан на сопоставлении факторов и оценке их значимости друг относительно друга. Это может оказывать влияние на результат сравнительного анализа, поэтому представляется возможным развитие научно-исследовательской деятельности в сторону поиска теоретического обоснования выбора таких коэффициентов значимости.

#### Литература:

- Щеглов, А. Ю. Компьютерная безопасность. Как выбрать средство защиты информации? // Информационные технологии в бизнесе URL: <http://www.npp-itb.spb.ru/publications/15.html> (дата обращения: 10.06.15).
- Домарев, В. В. Безопасность информационных технологий. Системный подход/В. В. Домарев — Киев: ООО «ТИД «ДС», 2004.
- Иванов, В. П., Иванов А. В. К вопросу о выборе системы защиты информации от несанкционированного доступа с точки зрения теории надежности // Специальная техника. — 2005. — № 3.
- Исследование «Рынок информационной безопасности Российской Федерации» // Информационная безопасность по-русски URL: <http://goo.gl/uhxect> (дата обращения: 12.04.2015).

## Классификация методов защиты целостности видеоданных

Мартимов Руслан Юрьевич, старший научный сотрудник  
ОАО СПБФ «Концерн Вега» (г. Санкт-Петербург)

С повышением пропускной способности каналов передачи интернет-трафика заметно выросли и коммуникационные услуги, особенно в части видео-телефонии и других сервисов передачи видеопотока по сетям общего пользования. И потребность в его защите выходит на первый план. В зависимости от сферы применения видеоданных, выбираются и соответствующие способы, поэтому актуальным становится выбор методов для построения конкретной системы защиты. Предложим классификацию методов защиты целостности видеоданных.

Условно можно выделить 4 группы методов защиты видеоданных по технологическому принципу:

1. Криптографические методы
2. Стеганографические методы
3. Методы использующие робастные хэш-функции [1]
4. Гибридные методы

Отличительной особенностью криптографических методов является использование «хрупких» аутентификаторов, применяющихся к безизбыточным данным. Если хотя бы один бит заверяемых данных будет искажен вследствие, например, ошибок в канале связи, то данный фрагмент не пройдет проверку. Данное условие создает ограничение в использовании. Другой подход — это использование технологий стеганографии, а именно технологий цифровых водяных знаков (ЦВЗ). В этом подходе аутентификатор «хрупкие» или «полу-хрупкие» встраивается непосредственно в защищаемый контейнер. И затем, на основе того, как он извлекается, оценивается подлинность и целостность. Основная проблема данных методов — значительные ограничения на объем аутентифицирующей информации, а также возможные визуальные искажения видеоданных. Кроме этого, данные методы могут иметь недостаточную чувствительность к искажениям. Подходом к решению проблем криптографических методов является применение вместо криптографических хэш-функций робастных. Данный класс хэш-функций формирует аутентификатор на основе изображения и конфиденциальной ключевой информации. Робастные хэш-функции имеют низкую чувствительность к случайным искажениям и значительную к преднамеренным. Хэш-код, сформированный от оригинальных кадров, может передаваться как ЦВЗ, так и отдельно. В одну из основных проблем робастных хэш-функций можно выделить недостаточную теоретическую проработку критериев выявления искажений.

Другим классифицирующим критерием выступает тип защиты, по ключевой информации:

1. Симметричные методы, в которых ключевая информация, используемая отправителем и получателем, совпадает.

2. Несимметричные методы, в которых ключевая информация, используемая отправителем и получателем, не совпадают. И при этом одну информацию из другой получить невозможно.

3. Комбинированные методы — максимально возможная часть защиты построена на основе симметричных методов, и самые важные компоненты используют несимметричные.

Симметричные системы обеспечивают высокую устойчивость к воздействию ошибок канала передачи на заверенные видеоданные. Однако они обеспечивают защиту только от атак внешних нарушителей.

В рамках предложенной классификации, рассмотрим существующие системы и предлагаемые авторами методы.

Пример симметричной защиты видеоданных стеганографического типа, представленной в работе [2]. Авторы решают задачу защиты подлинности видеоданных путем встраивания устойчивого (робастного) цифрового водяного знака (ЦВЗ) к перекодированию. Встраивание осуществляется путем изменения соотношений между ДС коэффициентами микроблоков после дискретного косинусного преобразования. Сам же ЦВЗ — это просто последовательность битов. Под соотношением между коэффициентами понимается предыдущий ДС коэффициент больше либо меньше последующего. Тогда, после настройки нужным образом соотношений, можем детектировать искажения как локализованные в пространстве скачки разностей. Важным достоинством схемы является то, что для каждого защищаемого I кадра она дает оценку подлинности. Одним из основных недостатком предлагаемой схемы можно считать эмпирический принцип выбора порога.

Для защиты не только от внешних, но и от потенциальных внутренних нарушителей применяются ассиметричные системы. Данный класс систем является наиболее сложным в реализации, обладают более низкой помехоустойчивостью и стойкостью, а кроме этого требует дополнительной нагрузки на канал связи.

В одной из первых схем [3] использовалась электронная цифровая подпись (ЭЦП). Заверяется каждая группа кадров (GOP). Алгоритм формирования защиты видеоданных следующий:

1. Выполняется сжатие группы кадров кодеком H. 264.
2. От каждого блока 4x4 или 16x16 берется некоторый набор целочисленных квантованных коэффициентов ДС и АС
3. По данному набору вычисляется криптографический хэш-код, например, с помощью функции SHA длиной 160 бит.
4. Полученный хэш-код заверяется ЭЦП.

5. Сама ЭЦП передается в зашифрованном виде в потоке как служебной информация (Supplemental Enhancement Information (SEI));

При получении выполняются следующие шаги:

1. Выполняется декодирование группы кадров и получение набора коэффициентов для проверки.

2. Для данной группы кадров выполняется расчет хэш-кода при помощи той же SHA.

3. Проверяется ЭЦП дешифрованная, и делается вывод, прошла группа кадров проверку или нет.

Таким образом, робастность зависит от тех коэффициентов, которые будут выбраны, и определяется квантованием.

Очевидно, что данная схема имеет ряд принципиальных ограничений.

— Нет устойчивости к перекодированию, поскольку заверяемые признаки рассчитываются от уже сформированных коэффициентов.

— Поскольку ЭЦП передается отдельно от заверяемых данных, она может быть утеряна в случае ошибки изменения формата.

— Возрастает нагрузка на канал связи.

Рассмотрим следующую схему аутентификации [4]. В ней авторы уже обращают внимание на технологии стеганографии, а также используют ЭЦП. В рассматриваемом подходе применяется стеганография, данные встраиваются в вектора блоков компенсации движения. В качестве метода предлагается использовать встраивание в младший бит, что решает проблему дополнительной нагрузки на канал связи.

Очевидно, что у данной технологии так же нет устойчивости к перекодированию. Кроме того, разрушитель легко может разрушить ЭЦП, внося шум в младшие биты, и при этом видеоданные не пострадают.

Отдельно можно рассмотреть целую группу методов, представленных в [5], которые построены полностью на базе криптографических примитивов и помехоустойчивого кодирования, а единицей защиты являются пакеты с видеоданными. Область применения: распространение контента через зашумленные сети, например, спутник. Суть и задача заключаются в том, чтобы путем построения некоторого графа или другой структуры данных получить максимальную помехоустойчивость при минимуме дополнительной нагрузки на канал связи.

Логическим развитием методов, представленных в [4], является технология, представленная в [6]. Данная схема может относиться к третьему классу и считаться комбинированной. Здесь электронная подпись является прикладываемой к видеоданным и защищает одну группу кадров. Но при этом для обеспечения подлинности выполняется так называемая «амортизированная» ЭЦП со встраиванием хэш-кодов от пакетов с данными в видео посредством технологии ЦВЗ. Для того чтобы минимизировать потери

в аутентификации, авторы предлагают не просто последовательность хэш-кодов, последний из которых заверяется ЭЦП, а более сложную конструкцию, так называемую сдвоенную цепочку хэш-кодов DuplexHashChain (DxHC). Данная конструкция позволяет повысить устойчивость всей защиты в случае разрушения одного из блоков в цепочки хэш-кодов. Это может произойти, например, при значительных искажениях блоков в следствии ошибок в канале связи.

Схема интересна тем, что она позволяет фактически не вмешиваться в работу кодека. Это важно тогда, когда, например, кодек реализован аппаратно, что значительно повышает модульность. Так же, как и во многих других схемах, технологии ЦВЗ используются исключительно для уменьшения нагрузки на канал связи. Несмотря на значительные достоинства данной схемы, можно выделить следующие недостатки:

— ЭЦП передается для каждой последовательности хэш-кодов, обозначим ее как  $S$ . Если она будет очень длинной, то разрыв в начале приведет к увеличению времени ожидания аутентифицированных данных. Если же ЭЦП передавать часто, то в этом случае увеличится нагрузка на канал связи.

— Используются «хрупкие» криптографические аутентификаторы, в частности, если кодек сожмет видеоданные чуть сильнее, чем ожидалось, достаточно будет одного поврежденного бита, чтобы нарушить целостность защиты.

— Система не позволяет точно обнаружить атакуемые изображения, поскольку для корректной работы требуется сжимать блоки с большим количеством изображений.

— Система не дает никаких мягких оценок подлинности и авторства, что уменьшает ее применимость как для пользователя, так и для более общей системы безопасности.

Лучшие результаты помехозащищенности: вероятность ошибки на бит  $5 \cdot 10^{-5}$ , при этом число потерянных  $S$  составила порядка 12% от общего числа передаваемых.

Таким образом, была представлена классификация методов защиты видеоданных от атак нарушения целостности, и были приведены примеры систем, относящихся к определенному классу. На основе данной классификации и рассмотренных примеров систем, можно сделать вывод, что наиболее прогрессивными являются методы в которых комбинируются разные подходы и методы. Так же можно заметить, что наблюдается тенденция с одной стороны в адаптации методов защиты к специфике видеоинформации, а также что переход к «полу-хрупким» аутентификаторам переводит задачу выявления атак из области криптографии в область классификаторов и разного рода «мягких» оценок, главным вопросом которых можно считать обоснование порогов для необходимой защищенности.

*Литература:*

1. Brenden Chong Chen. Robust Image hash function using Higher Order Spector. Laboratory Science and Engendering faculty, 2012.
2. A Video Watermarking Algorithm of H. 264/AVC for Content Authentication. Weiwei ZHANG, Ru ZHANG, Xianyi LIU, Chunhua WU, Xinxin NIU. 2012
3. Video Authentication for H. 264/AVC using Digital Signature Standard and Secure Hash Algorithm. Nandakishore Ramaswamy. K. R. Rao. 2006
4. COMBINED FRAGILE WATERMARK AND DIGITAL SIGNATURE FOR H.264/AVC VIDEO AUTHENTICATION. K. Ait Saadi1, A. Bouridane2, A. Guessoum 2009.
5. Authentication Schemes for Multimedia Streams: Quantitative Analysis and Comparison. MOHAMED HEFEEDA and KIANOOSH MOKHTARIAN. 2010
6. Robust and Efficient Authentication of Video Stream Broadcasting. GABRIELE OLIGERI. STEFANO CHESSA. ROBERTO DI PIETRO. GAETANO GIUNTA 2012

## **Актуальность разработки автоматизированной методики оценки соответствия излучения светодиодных источников света для применения в системах квазиестественного освещения**

Ульянов Роман Сергеевич, аспирант  
Московский государственный строительный университет

*В статье рассмотрены основные аспекты характерные для источников света применимых в перспективе для создания системы освещения имитирующей естественное. Поднимается вопрос о способах оценки возможности достижения светодиодными источниками света спектральных характеристик, приближенных к естественному эталону. Проводится анализ популярных программных комплексов светотехнического моделирования на возможность проведения указанной оценки. В заключительной части статьи приводятся заключение о целесообразности разработки специализированного программного средства для автоматизированной оценки соответствия излучения светодиодных источников света для применения в системах квазиестественного освещения, в условиях как совмещенного, так и исключительно искусственного освещения.*

**Ключевые слова:** автоматизированная оценка, спектральная характеристика, СИД, квазиестественное освещение, излучение.

**В**ведение. Стремительное развитие технического прогресса в индустриальную и постиндустриальные эпохи обусловило тенденцию к значительному увеличению доли антропогенного воздействия на окружающую природу. Таким образом, современный человек больше чем три четверти суток проводит в искусственно созданном окружении (закрытых пространствах) [1]. Как следствие из этого существенную часть суток человек, находится в условиях рукотворного освещения (искусственного ли совмещенного). Одной из базовых качественных характеристик излучения естественных и искусственных источников света (ИС) является его спектральная характеристика (СХ) В настоящее время при нормировании параметров освещения в помещения жилых, общественных и производственных зданий нормируется СХ источников света участвует лишь опосредованно, как определяющей базис для цветовой температуры и индекса цветопередачи источников света [2]. Таким образом в полной мере не учитываются условия динамической смены СХ естественного

освещения в течении дня, не учитывается рассогласование искусственной и естественной составляющих совмещенного освещения, а также не визуальное воздействие источников света на циркадные ритмы человека [3]. Также важным фактором, влияющим на здоровье человека, является возможное снижение степени инсоляции помещений относительно расчетной, вызванное различными факторами. Таким образом, современные условия освещения в городской среде потенциально могут оказывать негативное воздействие на организм человека в связи с денатурализацией освещения [4; С. 886–901]. Одним из направлений научно-технической деятельности призванных решить данную проблему являются работы в области исследования и разработки систем, имитирующих естественное освещение (систем квази-естественного освещения).

**Концепция квази-естественного освещения.** В ходе результате совместной работы автора статья и коллектива кафедры электротехники и электропривода МГСУ

над концепцией автоматически управляемого светодиодного освещения [5], была выдвинута гипотеза о применимости данных систем для имитации естественного освещения. Указанная концепция, по сути является направлением в области разработки систем интеллектуального освещения адаптированную для максимально возможной имитации СХ источников света, а также имитации атмосферных эффектов [6]. При этом концепция имеет два направления развития, отличающиеся в зависимости от начальных условий окружающей среды, а именно имитацию естественного освещения в условиях полной изоляции от естественных источников света, и имитацию в условиях совмещенного освещения [7]. Каждое из направлений имеет несколько различные критерии оценки источников света, в обобщенном виде схему организации концепции показана на рисунке 1, в данном случае рассмотрена возможность как в условии длительного отсутствия естественного освещения (например, «полярная ночь»), так и в условиях совмещенного освещения.

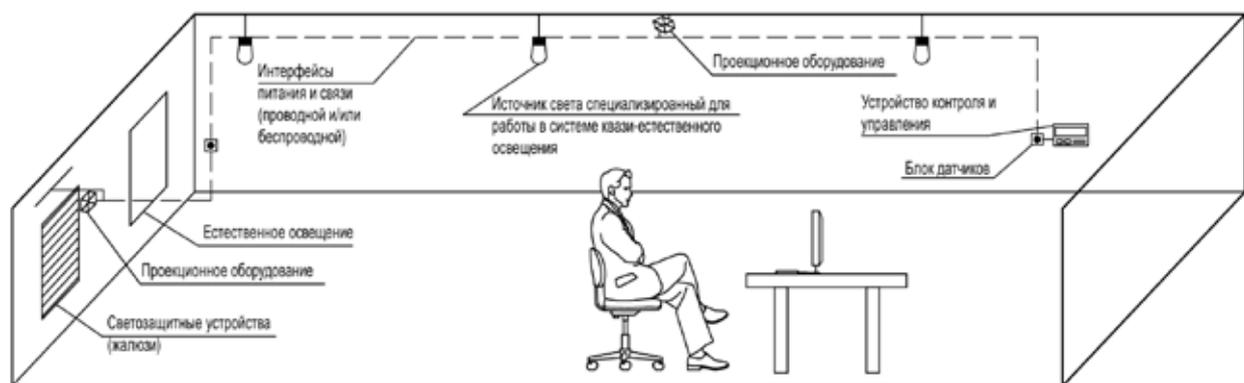
В общем виде концепция предусматривает несколько компонентов:

1. Интерфейсы коммуникации, питания и д. р. Способ реализации интерфейсов определяется конкретно для каждого применения системы;
2. Система контроля и управления в которую входят: измерительное оборудование (датчики, спектрометр), блок приема и управления, при необходимости другие средства вычислительной техники;
3. Естественное освещение и светозащитные приспособления;
4. Источники света с функциями широкого управления СХ в ультрафиолетовом, видимом и инфракрасных диапазонах.
5. Система имитации атмосферных явлений (проекционное оборудование);

В рамках данной статьи будут рассмотрены источники света, с точки зрения возможности изменения их СХ для соответствия естественным эталонам освещения.

**Автоматизированная оценка ИС на соответствие принципам концепции.** Для обеспечения широкого применения концепции квази-естественного освещения, необходимо обеспечить возможность применения максимально возможной номенклатуры управляемых источников освещения. Таким образом, перед инженером по эксплуатации или проектированию встает вопрос оценки возможности применения тех или иных источников света для имитации естественного освещения. Учитывая динамичность естественного освещения, возникает необходимость сравнительного анализа источников света в режимах имитации нескольких ключевых СХ естественного эталона [8]. Следует отметить, что при наличии широко номенклатуры источников света и различных естественных эталонов характерных для определенных условий местности и времени, процесс ручного анализа может быть весьма затруднительным. При этом ввиду отсутствия существенной востребованности указанной выше концепции в настоящий момент распространенные комплексы для светотехнических расчетов и/или моделирования (Dialux, Relux, 3Ds Max), не имеют функционала для оценки источников света на идентичность естественным эталонам. Так например, наиболее распространенные в профессиональной среде программные комплексы для светотехнических расчетов и визуализации Dialux (Dialux Evo), Relux, имеют возможность учета и корректировки спектральных характеристик источников света (рисунок 2), однако ввиду недостаточной проработки аспектов спектральных характеристик естественного освещения и механизмов анализа СХ искусственных источников данные программные комплексы нецелесообразно использовать в качестве доступного инструмента для оперативной оценки возможности применения источников света на базе СИД в системах квази-естественного освещения.

На основании выше сказанного можно сделать вывод, что в целях более широко внедрения систем освещения имитирующих естественное, необходима разработка соответствующих инструментов, позволяющих облегчить труд



Примечание: Размещение объектов на схеме и интерфейсы питания и связи показаны условно.

Рис. 1. Условная схема организации квазиестественного освещения

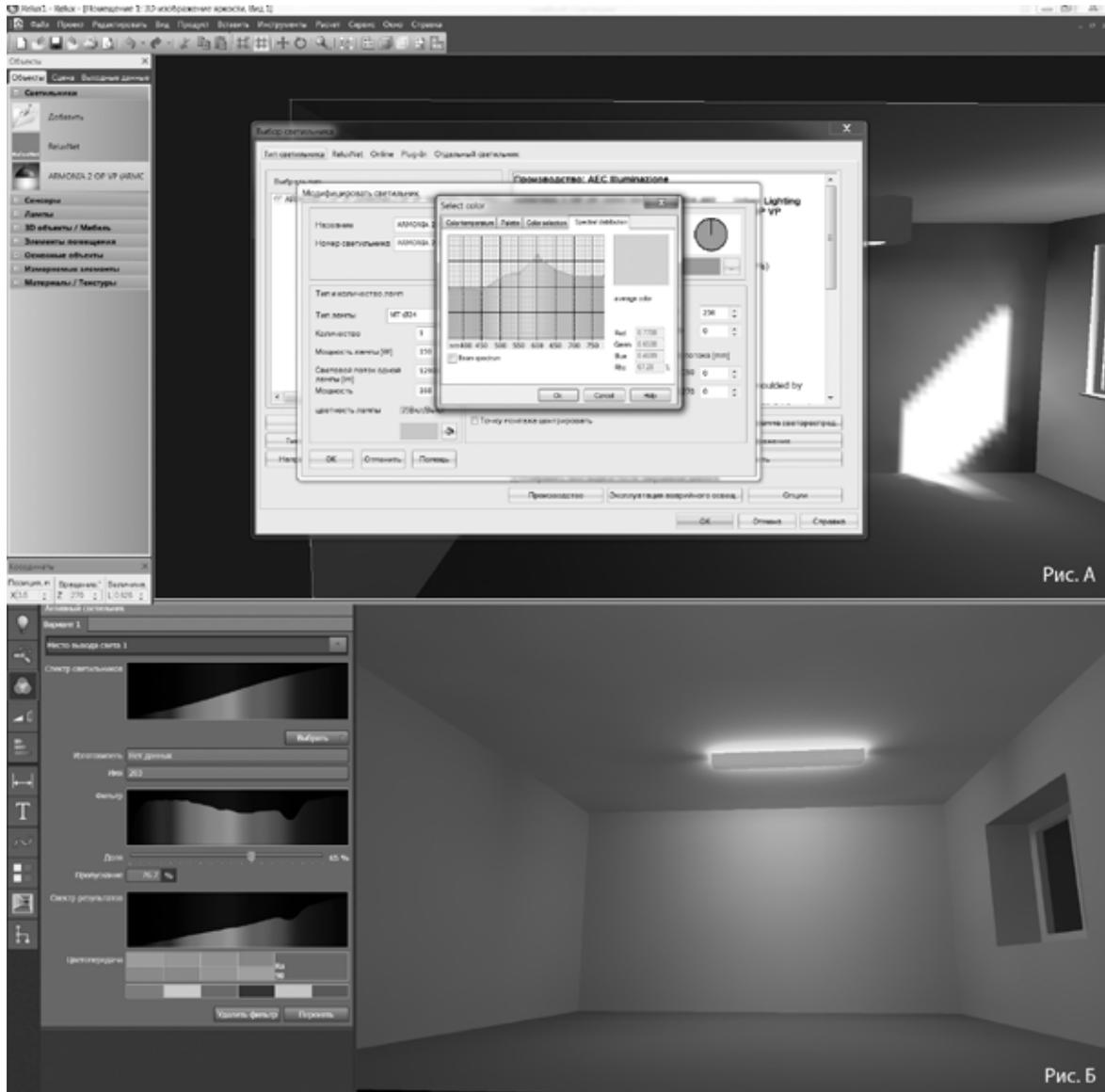


Рис. 2. Пример манипулирования спектральными характеристиками источников света.  
 Рис. А – в ReluxPro – (версия 2014.2.0.3); Рис. Б – в Dialux Evo (версия 5.4.0.22872)

инженеров проектирующих и эксплуатирующих организаций. В предполагаемой программном комплексе необходимо учесть следующие функции:

1. Ведение базы данных ключевых характеристик, типовых и часто применяемых искусственных и естественных источников света.

2. Автоматизированную оценку источника света на соответствие естественному эталону, с точки зрения основных и дополнительных критериев.

3. Возможность импорта и экспорта данных в программу

**Заключение.** Несмотря на то, что в силу сложившихся экономических условий в настоящее время разработка автоматизированной методики оценки соответствия излучения светодиодных источников света для применения

в системах квази-естественного освещения, не будет широко востребована сообществом специалистов в области светотехники, разработка указанного программного комплекса является инструментом косвенного продвижения и популяризации интеллектуальных систем освещения имитирующих естественное. Также применение данной автоматизированной методики позволит упростить оценку ИС в рамках проведения исследовательских работ по разработке и актуализации концепции квази-естественного освещения. Таким образом, создание указанной программы для ЭВМ является перспективной задачей, потенциально востребованной в обозримом будущем, при условии дальнейшего развития систем освещения в направлении имитации естественной световой среды.

## Литература:

1. Ноженко, В.Ю. О целесообразности использования комнатных растений в учебных и научных лабораториях./В.Ю. Ноженко, Л.Г. Бойко, Г.Г. Юдина // Інженерні та освітні технології в електротехнічних і комп'ютерних системах. — 2013. — № 2. — с. 103–111.
2. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23–05–95\*. М.: Минрегион России, — 2011.
3. Ронки, Л.Р. Тёплый и холодный свет и тонкая структура циркадности./Л.Р. Ронки // СВЕТОТЕХНИКА. — 2014. — № 3. — с. 24–29.
4. Айзенберг, Ю.Б. Справочная книга по светотехнике./Ю.Б. Айзенберг. — Справочная книга по светотехнике/под ред. Ю.Б. Айзенберга. М.: Знак, — 2006. — 972 с.
5. Ульянов, Р.С. Концепция системы освещения помещений с автоматическим управлением на базе светодиодов./Р.С. Ульянов, В. А Завьялов // Молодой ученый. — 2013. — № 3. — с. 108–111.
6. Беккер, Ю.Л. Актуальность и перспективы концепции квази-естественного освещения/Ю.Л. Беккер, В. А. Завьялов, Р.С. Ульянов, И. А. Шиколенко // Естественные и технические науки — 2015 — № 5 — с. 143–145
7. Беккер, Ю.Л. Выявление ключевых аспектов системы совмещенного освещения с позиции соответствия концепции квази-естественного освещения/Ю.Л. Беккер, В. А. Завьялов, Р.С. Ульянов, И. А. Шиколенко // Естественные и технические науки — 2015 — № 5 — с. 149–151
8. Беккер, Ю.Л. Анализ целесообразности применения источника света на основе СИД двух оттенков белого света, в системах имитирующих естественное освещение/Ю.Л. Беккер, В. А. Завьялов, Р.С. Ульянов, И. А. Шиколенко // Естественные и технические науки — 2015 — № 5 — с. 146–148

## Применение регрессионного анализа для прогнозирования объема транспортировки продукта

Шемелин Владимир Константинович, кандидат технических наук, доцент;

Филипенков Артем Викторович, аспирант

Московский государственный технологический университет «СТАНКИН».

Процесс транспортировки продукта неотъемлемо связан с его потребностью. Процесс транспортировки продукта является нелинейным, так как известно, что потребность продукта может изменяться в зависимости от различных внешних факторов, например, сезонности потребления (зависимости потребления продукта от времени суток, дня недели, времени года). Также на нелинейность процесса транспортировки продукта могут влиять ряд других факторов, зависящих от вида продукта и технологических особенностей производственного процесса предприятия [1].

На основании полученных аутентичных данных от предприятия по транспортировке продукта приведем сводную таблицу зависимости потребности продукта  $Q$  от условного аргумента  $t$ , принимающего целые значения на конкретный сезон  $S$ .

Таблица 1

Зависимость потребления продукта

п	Условный аргумент, $t$	Фактическая потребность продукта, $Q_{\phi}$ ед. изм.
1	–11	1315,0
2	–11	1316,0
3	–11	1325,0
4	–7	1157,0
5	–9	1256,0
6	–7	1177,0
7	–11	1324,0
8	–12	1345,0
9	–5	1074,0
10	–4	940,0

11	-2	925,0
12	-2	918,0
13	1	857,0
14	0	892,0
15	0	890,0
16	-2	904,0
17	2	870,0
18	0	879,0
19	-2	900,0
20	0	886,0
21	0	891,0
22	1	850,0
23	0	886,0
24	0	873,0
25	-3	922,0
26	-6	1105,0
27	-5	1058,0
28	-6	1107,0
29	-7	1143,0
30	-7	1173,0
31	-4	950,0

где  $t$  — условный аргумент, принимающий целые значения;  $Q_{\phi}$  — фактическая потребность продукта.

Приведем систему уравнений, описывающую зависимость изменения потребности продукта от условного аргумента для конкретного сезона (времени года) ( $S=const$ ). Для основных потребителей приняты следующие интервалы значений условного аргумента:  $-\infty$ ;  $-10$ ;  $-5$ ;  $-2,5$ ;  $0$ ;  $+2,5$ ;  $+10$ ;  $+\infty$ . Значения  $S=const$  позволяют исключить влияние сезонной неравномерности потребления продукта. Нелинейную зависимость потребности продукта от условного аргумента  $t$  на определенный сезон  $S$  представим в виде следующей кусочно-линейной модели:

$$Q(t) = \begin{cases} K_1(a_1t + b_1), \text{ если } -\infty < t \leq -10 \\ K_2(a_2t + b_2), \text{ если } -10 < t \leq -5 \\ K_3(a_3t + b_3), \text{ если } -5 < t \leq -2,5 \\ K_4(a_4t + b_4), \text{ если } -2,5 < t \leq 0 \\ K_5(a_5t + b_5), \text{ если } 0 < t \leq 2,5 \\ K_6(a_6t + b_6), \text{ если } 2,5 < t \leq +10 \\ K_7(a_7t + b_7), \text{ если } +10 < t \leq +\infty \end{cases}, \quad (1)$$

где  $a_i, b_i (i=1, \dots, 7)$  — коэффициенты регрессионного уравнения [2], сохраняющие постоянные значения внутри интервалов значений условного аргумента;  $K_i (i=1, \dots, 7)$  — коэффициент адаптивный.

Представленную кусочно-линейную модель (1) предлагается использовать для прогнозирования потребности продукта. Введенный коэффициент адаптации  $K_i$  позволяет адаптировать кусочно-линейную модель для случаев скачкообразного изменения потребности продукта, носящих кратковременный или постоянный характер, что, в свою очередь, значительно повышает точность прогноза.

$$K_i = \frac{Q_{\phi}(t)}{Q_{\text{пр}}(t)}, \quad (2)$$

Необходимость адаптации кусочно-линейной модели путем пересчета коэффициента  $K_i$  определяется путем задания значения допустимого отклонения прогнозируемой величины от фактической (3).

$$Q_{\text{пр}}(t) + \partial \geq Q_{\phi}(t) \geq Q_{\text{пр}}(t) - \partial, \quad (3)$$

где  $\partial$  — допустимое отклонение прогнозируемой величины потребности продукта от фактической.

Пересчет коэффициента  $K_i$  целесообразно проводить в случае, когда изменение носит кратковременный характер, при котором нет необходимости пересчета коэффициентов регрессионного уравнения.

В связи с корректным выбором интервалов условного аргумента, тренд, описывающий изменение расхода продукта от условного аргумента на каждом интервале, оказался практически линейным или с незначительными отклонениями от линейности. В [3, 4] показано, что в данном случае наиболее надежным способом построения линейных уравнений кусочно-линейной модели (1) будет метод наименьших квадратов.

Для нахождения коэффициентов  $a_i, b_i$  ( $i=1, \dots, 7$ ) достаточно воспользоваться системой формул [5].

$$\begin{cases} a = \frac{n \sum_{i=1}^n t_i Q(t_i) - \sum_{i=1}^n t_i \sum_{i=1}^n Q(t_i)}{n \sum_{i=1}^n t_i^2 - (\sum_{i=1}^n t_i)^2} \\ b = \frac{\sum_{i=1}^n Q(t_i) - a \sum_{i=1}^n t_i}{n} \end{cases} \quad (4)$$

Воспользовавшись системой уравнений (4) по данным из таблицы 1, рассчитаем коэффициенты регрессионных уравнений на примере интервала условного аргумента от  $-2,5$  до  $0$  °С.

Для удобства вычисления сумм, которые входят в формулы искоемых коэффициентов, заполним таблицу.

Таблица 2

Вспомогательная таблица

	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=6	i=7	i=8	i=9	i=10	i=11	$\sum_{i=1}^{11}$
$t_i$	-2	-2	0	0	-2	0	-2	0	0	0	0	-8
$Q_i(t_i)$	925	918	892	890	904	879	900	886	891	886	873	9844
$t_i * Q_i(t)$	-1850	-1836	0	0	-1808	0	-1800	0	0	0	0	-7294
$t_i^2$	4	4	0	0	4	0	4	0	0	0	0	16

Подставляем значения из таблицы в систему уравнения (4) для нахождения коэффициентов регрессионного уравнения:

$$\begin{cases} a = \frac{11 * (-7294) - (-8) * 9844}{11 * 16 - (-8)^2} \\ b = \frac{9844 - a(-8)}{11} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = -13,23 \\ b = 885,28 \end{cases}$$

Регрессионное уравнение для интервала значений условного аргумента от  $-2,5$  до  $0$  принимает вид:

$$Q(t) = -13,23t + 885,28$$

Проведя аналогичный расчет для других интервалов значений условного аргумента, данные которых присутствуют в таблице 1, получим значения коэффициентов регрессионных уравнений. Подставив значения полученных коэффициентов в уравнение (1), кусочно-линейная модель зависимости потребления продукта от условного аргумента примет следующий вид:

$$Q(t) = \begin{cases} K_1(-25t + 1045), \text{ если } -\infty < t \leq -10 \\ K_2(-48,4t + 821,6), \text{ если } -10 < t \leq -5 \\ K_3(-23t + 853), \text{ если } -5 < t \leq -2,5 \\ K_4(-13,2t + 885,2), \text{ если } -2,5 < t \leq 0 \\ K_5(16,5t + 837), \text{ если } 0 < t \leq 2,5 \end{cases} \quad (5)$$

Алгоритм прогнозирования значений объема транспортируемого продукта комплексом по распределению с использованием описанной выше кусочно-линейной модели приведен на рисунке 1.

Получив прогнозируемое значение условного аргумента  $t$  на конкретный день  $D$  сезона  $S$ , на который строим прогноз, определяем интервал условного аргумента, которому он принадлежит. Из кусочно-линейной модели выбираем уравнение, описывающее зависимость потребности продукта от условного аргумента для выбранного интервала. По уравнению рассчитываем прогнозируемую потребность продукта  $Q_{пр}(t)$ . При наступлении дня  $D$  получаем фактическое значение потребности продукта  $Q_{ф}(t)$ . Если фактическое значение потребности продукта  $Q_{ф}$ , превышающее установленное допустимое отклонение  $\delta$ , определено диспетчером как достоверное, то при необходимости производим адаптацию ку-

сочно-линейной модели. Адаптация кусочно-линейной модели осуществляется путем автоматического пересчета коэффициента адаптации  $K_i$  (2).

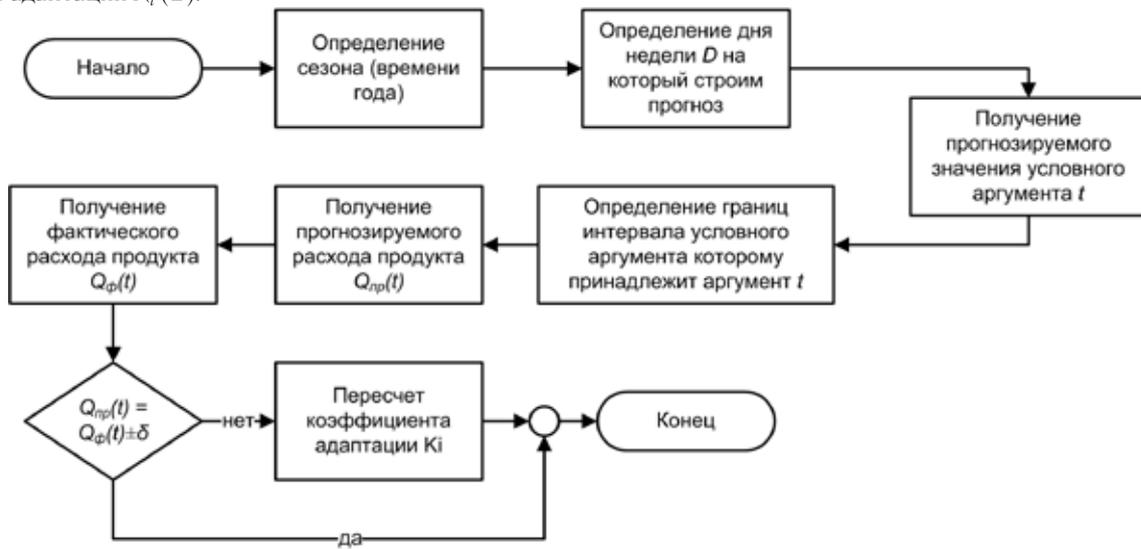


Рис. 1. Алгоритм прогнозирования объема транспортируемого продукта

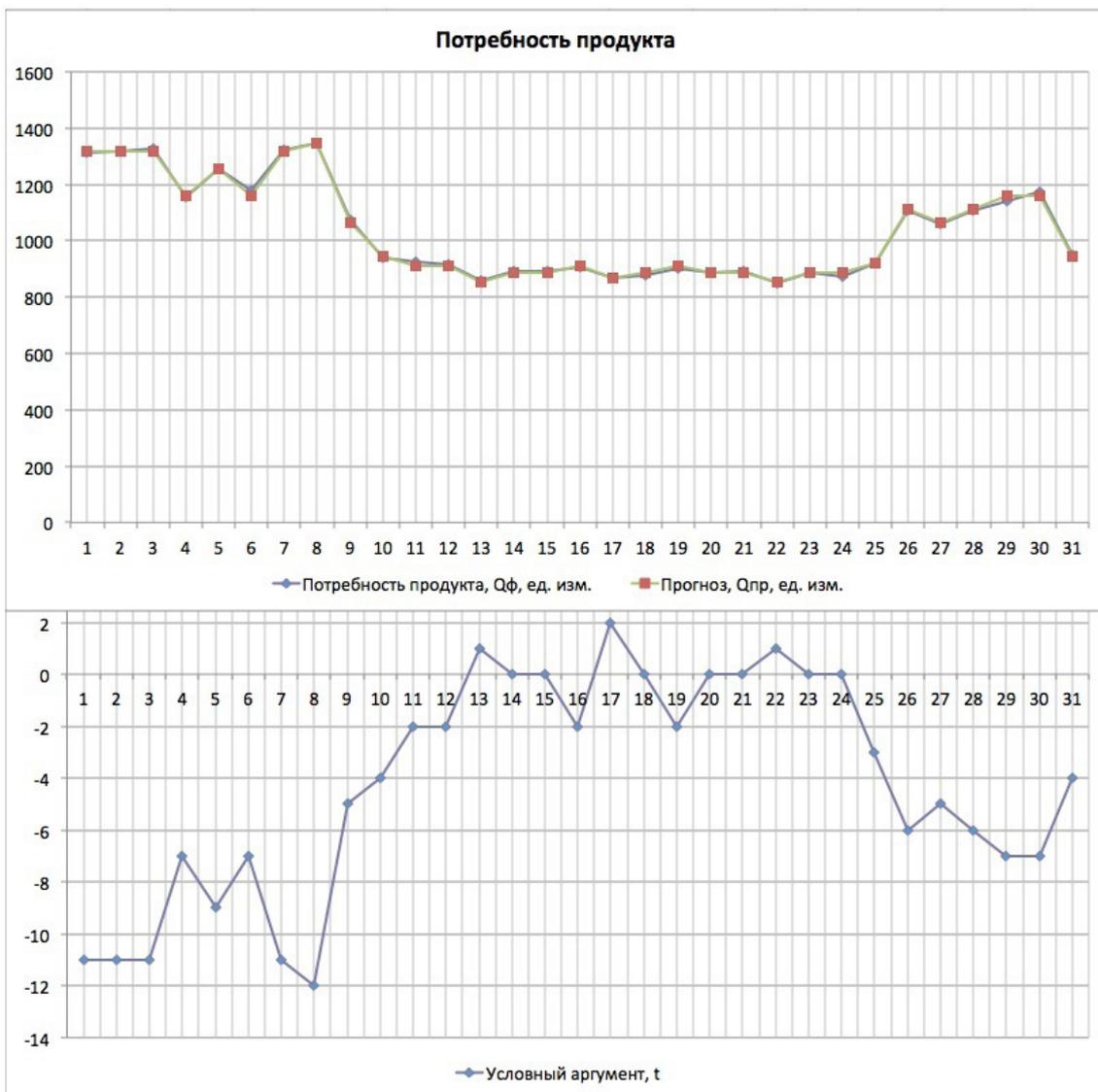


Рис. 2. Прогнозирование потребности продукта

Для оценки коэффициента адаптации  $K$  кусочно-линейной модели по прогнозированию потребности продукта (рисунок 1), смоделируем скачкообразное изменение потребности продукта (рисунок 2). Скачкообразное изменение позволит определить количество шагов, необходимых для адаптации алгоритма.

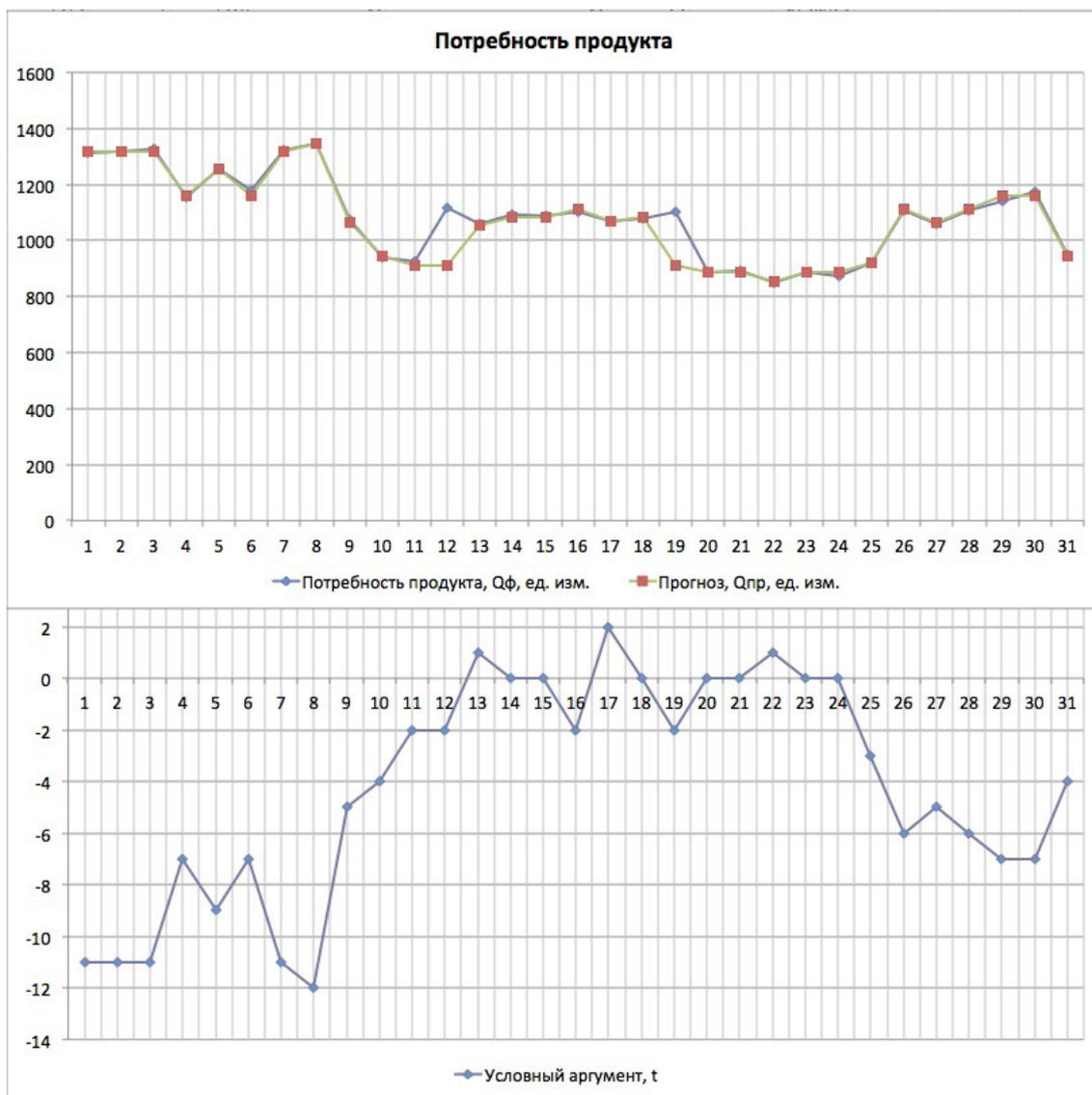


Рис. 3. Прогнозирование потребности продукта, адаптация модели

Из рисунка 3 видно, что предложенный алгоритм производит адаптацию кусочно-линейной модели уже на следующем шаге после возникновения смоделированного скачка, и, при получении следующего значения расхода продукта, сохраняет точность прогнозирования.

Помимо повышения точности прогнозирования, введение коэффициента адаптации  $K_i$  позволяет сократить количество пересчетов коэффициентов регрессионных уравнений  $a_i$ ,  $b_i$  ( $i=1, \dots, 7$ ) кусочно-линейной модели (1). Сокращение количества пересчетов значительно экономит время, затрачиваемое на обработку данных.

#### Проверка достоверности кусочно-линейной модели.

По данным из таблицы 1 и данными, рассчитанными из кусочно-линейной модели (1), получим, что предельное отклонение прогнозируемой величины от фактической не превышает 1,52%, а количество прогнозируемых величин с ошибкой менее 1% составляет более 80% от всех значений. Полученные результаты удовлетворяют требованиям технологического процесса транспортировки и распределения продукта, что позволяет констатировать о допустимой достоверности предложенной кусочно-линейной модели (1).

Однако, данного заключения не достаточно для оценки достоверности кусочно-линейной модели. Произведем расчет коэффициента детерминации для каждого температурного интервала, участвующего в опыте (таблица 3).

Коэффициент детерминации ( $R^2$ ) — это квадрат множественного коэффициента корреляции. Он показывает, какая доля дисперсии результативного признака объясняется влиянием независимых переменных [6].

Формула для вычисления коэффициента детерминации [6, 7]:

$$R^2 \equiv 1 - \frac{\sum_i (y_i - f_i)^2}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}, \quad (6)$$

где  $y_i$  — наблюдаемое значение зависимой переменной;  $f_i$  — значение зависимой переменной по уравнению регрессии;  $\bar{y}$  — среднее арифметическое зависимой переменной.

Также это квадрат корреляции Пирсона между двумя переменными. Он выражает количество дисперсии, общей между двумя переменными. Коэффициент принимает значения из интервала [0;1]. Чем ближе значение к 1, тем ближе модель к эмпирическим наблюдениям. В случае парной линейной регрессионной модели коэффициент детерминации равен квадрату коэффициента корреляции, то есть  $r^2 = R^2$  [6].

Используя шкалу Чеддока [8], дадим качественную оценку близости кусочно-линейной модели прогнозирования потребности продукта к эмпирическим наблюдениям (таблица 3).

Таблица 3

Расчетные значения коэффициентов детерминации

Температурный интервал	Коэффициент корреляции Пирсона, $r = \sqrt{R^2}$	Шкала Чеддока	
		Количественная мера тесноты связи, $r$	Качественная характеристика силы связи
$-\infty < t \leq -10$	0,92	от 0,9 до 0,99	Весьма высокая
$-10 < t \leq -5$	0,97	от 0,9 до 0,99	Весьма высокая
$-5 < t \leq -2,5$	0,93	от 0,9 до 0,99	Весьма высокая
$-2,5 < t \leq 0$	0,84	от 0,7 до 0,9	Высокая
$0 < t \leq +2,5$	0,93	от 0,9 до 0,99	Весьма высокая

Заметим, что функциональная связь обозначается 1, а отсутствие связи обозначается 0. При обозначениях показателей тесноты связи, превышающих 0,7, зависимость результативного признака  $Q_{пр}(t)$  от факторного  $t$  является высокой, а при значении более 0,9 — весьма высокой. Это в соответствии с показаниями индекса детерминации  $R^2$  означает, что более половины общей вариации результативного признака  $Q_{пр}(t)$  объясняется влиянием изучаемого фактора  $t$ . Последнее позволяет считать оправданным применение метода регрессионного анализа для получения корреляционной связи, а синтезированная при этом математическая модель (1) признается пригодной для практического использования. Предложенный алгоритм прогнозирования объема транспортируемого продукта совместно с введенным коэффициентом адаптации позволяет значительно увеличить точность прогнозирования для случаев, когда изменение носит кратковременный характер, при котором нет необходимости пересчета коэффициентов регрессионного уравнения.

#### Литература:

1. Сухарев, М.Г. Оптимизация систем транспорта газа/М.Г. Сухарев, Е.Р. Ставровский. — М.: Недра, 1975. — 277 с.
2. Корн, Г. Справочник по математике (для научных работников и инженеров)/Г. Корн, Т. Корн. — М.: Наука, 1977. — 832 с.
3. Брандт, З. Статистические методы анализа наблюдений/З. Брандт — М.: Мир, 1975. — 312 с.
4. Парная линейная регрессия. Метод наименьших квадратов [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://studopedia.net/9\\_109190\\_tema](http://studopedia.net/9_109190_tema) — *parnaya-lineynaya-regressiya-metod-naimenshih-kvadratov.html* (дата обращения: 27.06.2015.05.2012).
5. Шор, Я.Б. Статистические методы анализа и контроля качества и надежности/Я.Б. Шор — М.: Советское радио, 1962. — 552 с.
6. Коэффициент детерминации [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://ru.vlab.wikia.com/wiki/Коэффициент\\_детерминации](http://ru.vlab.wikia.com/wiki/Коэффициент_детерминации) (дата обращения: 27.06.2015).
7. Елисеева, И.И. Общая теория статистики: Учебник/под ред. чл.-корр. РАН И.И. Елисеевой/И.И. Елисеева, М.М. Юзбашев — 4-изд., перераб. и доп. — М.: Финансы и статистика, 2001. — 480 с.

8. Елисеева, И. И. Эконометрика: учебник/И. И. Елисеева [и др.]; под ред. И. И. Елисеевой. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Финансы и статистика, 2007. — 576 с.

## Оценка целесообразности и актуальности разработки методов проектирования и применения автоматической системы управления искусственным освещением на базе СИД для достижения заданных параметров освещения

Шиколенко Илья Андреевич, аспирант  
Московский государственный строительный университет

*В статье рассмотрена концепция моделирования жизненного цикла создания автоматизированных систем, представлены схемы процесса разработки и архитектура системы. Выбрана перспективная среда разработки и дано заключение о потенциальной востребованности указанного решения.*

**Ключевые слова:** моделирование, жизненный цикл, стадии создания, автоматизированные системы.

**Введение.** Процесс типового проектирования систем освещения в жилых и общественных зданиях представляет собой достаточно тривиальную задачу. Расчет освещения ведется по основному показателю — освещенности (лм), а также исходя из требуемых типов источников освещения. При этом практически никогда не принимается в расчет отражающая способность поверхности стен и окон, их способность к рассеиванию, пропусканию и диффузионному отражению излучения [3, с. 26]. Тем не менее, эти параметры могут принимать существенные значения. Применение в таких случаях типовых схем освещения может быть нерациональным, т. к. может не соответствовать оптимальным показателям энергоэффективности [7,8].

Несмотря на обилие различных программ расчета освещенности, таких как DIALux, Relux, Lightscape, очень

редко во внимание принимаются явления, возникающие вблизи границы систем — около стен и окон. Применение адресных систем светодиодного освещения с организацией обратной связи может значительно снизить затраты на электроэнергию [2].

**Актуальность работы.** Приблизительный график зависимости диффузионного рассеивания излучения вблизи стены от светового потока источника освещения имеет зависимость, близкую к логарифмической (Рисунок 1). Это обусловлено выводом из закона Ламберта.

В противоположность эффекту диффузионного рассеивания излучения от стен так же существует эффект взаимодействия излучения со стеклом. Это взаимодействие носит более сложный характер по разным причинам. Любое вещество обладает следующими оптическими характеристиками — пропускание, рассеивание и отра-

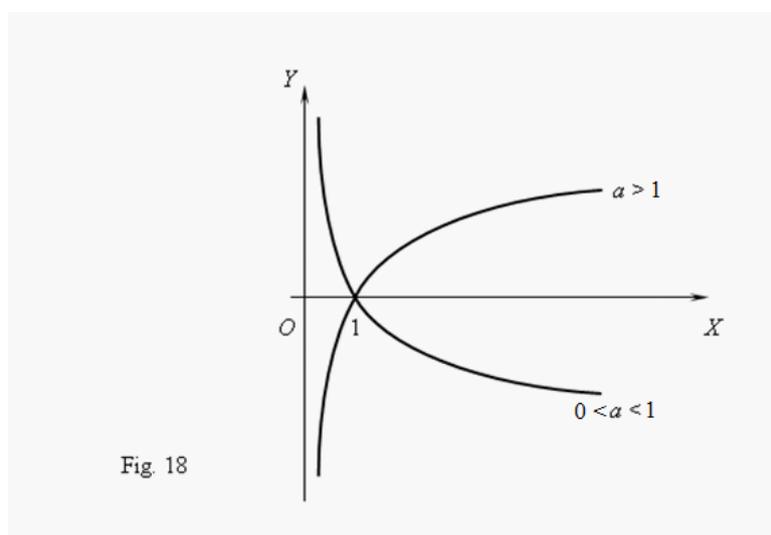


Рис. 1. Приблизительный график зависимости диффузионного рассеивания излучения вблизи стены от светового потока источника освещения

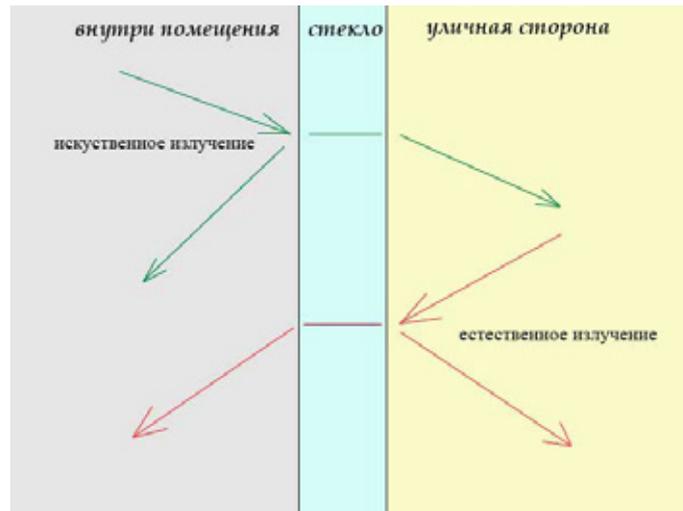


Рис. 2. Оптические свойства стекла

жение, поглощение [3, с. 27]. Процентное соотношение этих показателей обуславливает оптические показатели материалов. Стекло обладает большим процентом пропускания до 90–95% в зависимости от качества стекла и его назначения. Этот эффект является положительным в случае освещения естественным светом с наружи, но отрицательным в вечернее время при освещении помещения изнутри (Рисунок 2).

**Методы контроля освещения.** Для того чтобы устранить негативные последствия, возникающие в жилых и общественных зданиях в условиях совмещенного освещения применяются различные методы — геометрически-конструктивные, электрические, технологические.

К геометрически-конструктивным методам относится изменение геометрии расположения потолочных светильников таким образом, чтобы их количество вблизи стен было меньше, чем в остальной части помещения. Благодаря диффузионному рассеиванию света вблизи стен уровень освещенности будет не ниже среднего уровня освещенности в помещении. Данный метод обладает определенным недостатком. В случае изменения внутренней геометрии помещения, переносе стен и межкомнатных

перегородок, а также высокой мебели (шкафов) будет меняться характер диффузионного отражения, но геометрическое расположение светильников останется неизменным.

К электрическим методам относится способ электрического подключения светильников, при котором они могут включаться группами, имеющими, как правило, продольное расположение вдоль наружной стены с окном. Несколько таких линий-групп, подключенных к разным выключателям могут обеспечить комфортное освещение в помещении при различных условиях наружного освещения. Данный метод, в дополнение к недостатку геометрически-конструктивного метода, достаточно дорог, так как повышается количество электрических проводов и выключателей, необходимых для монтажа.

К технологическим методам относится применение различных пассивных и активных светонепроницаемых тонирующих пленок. Пассивные тонирующие пленки представляют собой полупрозрачные пленки с высоким коэффициентом отражения. Они могут отражать до 70–80% солнечного излучения, преимущественно инфракрасного и ультрафиолетового диапазона. Кроме этого

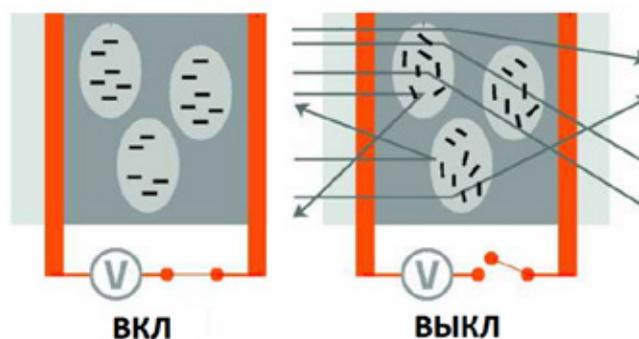


Рис. 3. Принцип работы пленки с переменной прозрачностью

могут применяться стекла и пленки с переменной прозрачностью (электрохромные) (Рисунок 3) [1].

Электрохромные пленки (Polymer Dispersed Liquid Crystals — PDLC) состоит из двух слоев полимерного покрытия (прозрачные токопроводящие пленки), между которыми располагается жидкокристаллический слой. Кристаллы в нём находятся в беспорядочном состоянии и рассеивают свет, пленка выглядит матовой и непрозрачной. При подаче переменного напряжения 65–110 В, кристаллы располагаются перпендикулярно плоскости образовавшегося электрического поля. Расход электроэнергии при этом составляет 5–7 Вт/м<sup>2</sup>.

Отсюда следует очевидный недостаток таких систем — для того что бы оставаться прозрачными, а большую часть времени от окна это и требуется, такая пленка будет потреблять электроэнергию. Однако правильный расчет и подбор начальной степени прозрачности пленки позволит свести затраты к минимуму. На данный момент недостатком так же является цена, которая может составлять десятки тысяч рублей за квадратный метр.

К электрическим и технологическим способам контроля равномерного освещения в помещениях относится так же применение адресных светодиодных систем управления освещением, организованным на базе спектрометров. Благодаря своему низкому энергопотреблению, светодиоды являются оптимальными источниками освещения, а применение адресного управления и обратной связи позволяет значительно повысить их КПД [6]. Пиксельная адресация является перспективным направлением развития светодиодных систем освещения, она обеспечивает связь центрального управляющего оборудования непо-

средственно с каждым светодиодом системы освещения, управление его цветом и интенсивностью свечения. Применение радиоканальных средств управления позволяет значительно снизить затраты на монтаж оборудования и материалы [4,5]. При такой организации управления системой автоматического управления исключаются неприятности, которые могут возникнуть при внутренней перепланировке и изменении назначений помещений. Характеристики освещения, необходимые для эффективной и комфортной работы, такие как спектральный состав и интенсивность излучения, автоматически регулируются и поддерживаются на необходимом уровне благодаря обратной связи и спектрометрам [9].

Указанные методы должны быть определены на стадии проектных работ.

**Заключение.** Анализ представленных данных, а также результаты исследований позволяют предположить, что наиболее оптимальные показатели по контролю целевых показателей совмещенного освещения в жилых и общественных помещениях могут быть обеспечены путем комплексных мер. Наиболее перспективной и оптимальной является система автоматического управления светодиодным освещением с обратной связью. Для контроля уровня фоновой засветки естественным излучением могут применяться электрохромные PDLC стекла или пленки. Комплексное применение этих мер может повысить энергоэффективность всего здания за счет снижения потребления электроэнергии без ущерба для здоровья людей, позволит уменьшить вероятность ошибки и ее стоимость, упростить процесс проектирования в целом и, в перспективе, снизить номенклатуру применяемого оборудования.

#### Литература:

1. Private Glass [Электронный ресурс]: официальный сайт компании // Private Glass. URL: <http://www.privateglass.ru/> (дата обращения: 06.11.2015).
2. Worldsemi. WS2811. Signal line 256 Gray level 3 channal. Constant current LED drive IC. /Worldsemi.
3. Айзенберг, Ю. Б. Справочная книга по светотехнике. /Айзенберг, Ю. Б. — 3-е изд. Москва: Знак, — 2006.
4. Беккер, Ю. Л. Анализ и выбор оптимального физического уровня реализации распределенных сетей для системы «умный дом». /Беккер, Ю. Л., Завьялов, В. А., Ульянов, Р. С., и др. // Научное обозрение. — 2015. — № 10.
5. Вишневецкий, В. MESH-сети: в ожидании стандарта IEEE 802.11s. /Вишневецкий, В., Лаконцев, Д., Софонов, А., и др. // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. — 2008. — № 3. — с. 98–105.
6. Прокопьев, С. В. Применение светодиодных светильников с автоматическим управлением для организации совмещенного освещения в помещениях жилых и общественных зданий. /Прокопьев, С. В., Ульянов, Р. С., Шиколенко, И. А. // Молодой ученый. — 2013. — № 7. — с. 69–71.
7. МГСН «Энергосбережение в зданиях»: 138. — 1999.
8. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: 261-ФЗ.
9. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

## 5. ЭНЕРГЕТИКА

### Аккумуляция тепла в системах солнечного отопления

Имомов Шухрат Боймаматович, старший преподаватель;  
 Файзуллаев Ихтиёр Мукумович, ассистент;  
 Эшанкулов Жавохир Сабинович, ассистент;  
 Кузиев Олмос Анвар угли, студент;  
 Абдигафоров Абдурауф Абдирозик угли, студент;  
 Султонов Самандар Ямгирович, студент  
 Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Важнейшим фактором повышения эффективности и надежности ССО является применение аккумулятора тепла (АТ). Необходимость аккумуляции тепла в геосистемах обусловлена несоответствием во времени и по количественным показателям поступления солнечной радиации и теплопотребления.

Аккумуляторы тепла можно классифицировать по характеру процессов, протекающих в теплоаккумулирующем материале: аккумуляторы ёмкостного типа, в которых используется теплоемкость нагреваемого (охлаждаемого) аккумулялирующего материала без изменения его агрегатного состояния; аккумуляторы фазового перехода вещества, в которых используется теплота плавления (затвердевания) вещества (эвтетические соли).

Наибольшее применение получили АТ ёмкостного типа. В качестве теплоаккумулирующего материала в пассивных ССО используются бетон, камень, кирпич, вода; в активных ССО — галька, вода.

В пассивных ССО солнечная радиация поглощается элементами здания и сохраняется в виде тепловой массы [1]. Затем это тепло излучается внутрь здания. Тепловая масса интегрируется в пассивную ССО различными способами: стены, пол, перегородки, емкости с водой и др. Если большая часть окон обращена на юг, но при этом нет запаса тепловой массы, то такой дом не будет энергоэффективным.

Обеспечение тепловой массы — обычно самая трудная задача для проектирования пассивных ССО. Удельная масса и объём теплоаккумулирующих элементов, отнесенных на 1 м<sup>2</sup> площади остекленных поверхностей, ориентированных на юг, определяется в зависимости от доли  $f$  (%) солнечной энергии в покрытии тепловой нагрузки на отопление [2]:

$$m_{ак} = C_m f; V_{ак} = C_v f;$$

где  $m_{ак}$  и  $V_{ак}$  — масса и объём теплоаккумулирующего материала;

$C_m$  и  $C_v$  — коэффициент удельной массы и объёма теплоаккумулирующего материала;  $f$  — коэффициент замещения.

Коэффициенты  $C_m$  и  $C_v$  определяются видом теплоаккумулирующего материала. Например, для ёмкости с водой  $C_m = 3 \text{ кг}/(\% \text{ м}^2)$  и  $C_v = 0,003 \text{ м}^3/(\% \text{ м}^2)$ ; для бетона или каменной стены (пола)  $C_m = 15 \text{ кг}/(\% \text{ м}^2)$  и  $C_v = 0,0075 \text{ м}^3/(\% \text{ м}^2)$ .

Значение  $f$  практически соответствует процентному снижению расхода теплоты от обычного топливного источника. Если требуется снизить теплопотребление здания на 40 % ( $f = 40 \%$ ), необходимая масса и объём водяного АТ составляет  $m_{ак} = 120 \text{ кг}/\text{м}^2$  и  $V_{ак} = 0,12 \text{ м}^3/\text{м}^2$ ; бетонной стены (пола) соответственно —  $600 \text{ кг}/\text{м}^2$  и  $0,3 \text{ м}^3/\text{м}^2$ . При  $f = 10..80 \%$  удельный объём  $V_{ак}$ , отнесенный к 1 м<sup>2</sup> солнцезащитных поверхностей южного фасада, равен для емкостей с водой  $0,03..0,24 \text{ м}^3/\text{м}^2$ ; для бетона стены (пола)  $0,08..0,6 \text{ м}^3/\text{м}^2$ . При одинаковой энергоёмкости бетонной АТ требует в 3 раза больше объёма, чем объём водяного бака.

В качестве теплоаккумулирующего материала наибольшее применение получили галечные насадки и водяные ёмкости. Галечные АТ применяются в основном в воздушных ССО. Гравийные насадки конструктивно можно компоновать в объёмах различной формы, в вертикальных и горизонтальных массивах, дают большие поверхности теплообмена. Основным недостатком гравийных насадок является низкая теплоёмкость, что требует использование больших объёмов АТ для обеспечения необходимой энергоёмкости.

Из всех применяемых теплоаккумулирующих материалов вода обладает наибольшей теплоёмкостью. В водяных аккумуляторах традиционно используются емкости в несколько кубических дециметров, которые размещаются на стеллажах, обеспечивающих свободное их обтекание воздухом. Основное преимущество применения контейнеров с водой возможность их размещения в виде массивов как в случае с гравийными насадками. Другое преимущество в том, что требуется меньший объём пространства для воды, чтобы аккумулялировать то же количество тепла, что и камни. При порозности 50% между контейнерами,

вода удерживает 2150 кДж/(м<sup>3</sup> град). Камни при 30% порозности удерживает 1675 кДж/(м<sup>3</sup> град). Если контейнеры с водой разместить с 30% порозностью, то при тех же условиях будет удерживаться 2880 кДж/(м<sup>3</sup> град).

Применение пластиковых бутылок, емкостью 0,5...2л заполненных водой, в качестве теплоаккумулирующих элементов позволяет совместить высокую теплоёмкость воды, большие поверхности теплообмена и разнообразие компоновки гравийных насадок.

Использованные пластиковые бутылки являются дешёвым материалом. Помимо их промышленной утилизации, они широко используются как качестве элементов АТ [3].

ПБ изготавливаются из полиэтилентерефталата, обладают высокой прочностью, химической стойкостью, герметичны, долговечны, температура длительной эксплуатации +70 °С, не разрушаются при температуре –60 °С [4].

Применение использованных пластиковых бутылок, как емкостей с водой в качестве теплоаккумулирующих элементов позволяет совместить высокую теплоёмкость воды, большие поверхности теплообмена и разнообразие компоновки гравийных насадок. Применение пластиковых бутылок расширяет возможности создания водяных АТ любой ёмкости и конфигурации.

#### Литература:

1. Николаев, К. Солнечные системы с аккумулярованием тепла // Энергосбережения, — М.: 2007, № 4, с. 14–15.
2. Солнечный дом. <http://www.nashekodom.ru/proect/proekt10.htm/>
3. Дусяров, А. С., Аvezов Р. Р. Температурный режим помещения с рефлекторной пассивной системой солнечного отопления и аккумулятором тепла // Гелиотехника, 2000. - № 4. - с. 50–54.
4. Гальченко, А. Ударопрочный антивандальный листовый материал полиэтилентерефталат. Гельветика — Т. webmaster@helvetica — t/ru, 2008. — 4 с.

## Экологические последствия развития солнечной энергетики

Картамышева Нина Сергеевна, студент;  
Картамышева Елена Сергеевна, студент;  
Вахрушин Игорь Александрович, студент;  
Трескова Юлия Владимировна, студент  
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

*Данная статья посвящена вопросам изучения взаимосвязи развития солнечной энергетики и угрозы роста экологических проблем. Актуальность выбранной темы обусловлена тем фактом, что основной фактор развития цивилизации на сегодняшний день — это непосредственно использование различных источников энергии. На данный момент ни для кого не секрет, что углеродные ресурсы весьма быстрыми темпами истощаются, и ежели поиски альтернативных источников энергии в ближайшем будущем не увенчаются успехом, то в таком случае перспективы цивилизации нашей абсолютно невелики. Так, из возможных приемников, что способны подхватить эстафету традиционной энергетики, самой привлекательной среди альтернативных энергетических источников является именно солнечная энергия, которую считают экологически чистой потому, что она уже миллиарды лет поступает на нашу Землю и, соответственно, все процессы земные с ней давно уже свыклись. Но в последние годы ученые все чаще ставят вопрос о огромном влиянии солнечной энергетики на экологию нашего мира. Так, потоки солнечной энергии просто обязаны быть взятыми людьми под контроль и использоваться максимально, но при сбережении уникального земного климата.*

**Ключевые слова:** солнечная энергия, энергетика, экология, экологические проблемы, климат, окружающая среда.

Солнечная энергетика — это направление альтернативной энергетики, которое основано на непосредственном применении солнечного излучения в целях получения энергии. Солнечная энергетика применяет возобновляемые источники энергии, она является «экологически чистой», не производящей отходов в процессе

использования. Производство энергии при помощи солнечных электростанций отлично сочетается с концепцией распределяемого производства энергии.

Энергетика в современном мире является основой развития основополагающих отраслей промышленности, определяющих общий прогресс производства. Во всех

промышленных развитых государствах темпы развития энергетики опережают темпы развития остальных отраслей [4, с. 71].

Использование энергии является важным условием существования человечества. Доступная для потребления энергия всегда была необходима для удовлетворения многих потребностей человека, улучшения условий и увеличения продолжительности его жизни.

При этом энергетика — это один из очагов неблагоприятного воздействия на человека и окружающую среду. Она оказывает влияние на атмосферу (выбросы газов, потребление кислорода, влаги, твердых частиц), гидросферу (создание искусственных водохранилищ, потребление воды, сбросы нагретых и загрязненных вод, жидких отходов), на литосферу (изменение ландшафта, потребление ископаемых топлив, выбросы токсичных веществ).

В процессе производства фотоэлементов объем загрязнений не превышает допустимый уровень для производственных предприятий микроэлектронной промышленности. Фотоэлементы имеют заданный срок службы, который составляет 30–50 лет. Использование кадмия, при производстве некоторых видов фотоэлементов в целях повышения эффективности преобразования, образует сложный вопрос их обезвреживания и утилизации, который не имеет приемлемого решения с экологической точки зрения, хотя такие элементы распространены незначительно, и при современном производстве соединений кадмия уже найдена достойная альтернатива [7, с. 102].

В последнее время усиленно развивается производство тонкопленочных фотоэлементов, которые содержат в своем составе всего 1% кремния относительно массы подложки, куда наносятся тонкие пленки. Благодаря малому расходу материалов на поглощающий слой, тонкопленочные кремниевые фотоэлементы обходятся дешевле в производстве, однако пока имеют неустранимую деградацию характеристик и меньшую эффективность во времени. Также распространено производство тонкопленочных фотоэлементов на иных полупроводниковых материалах, например, Смиг, серьезный конкурент кремнию. Так, в 2005 году корпорация «Shell» приняла решение сконцентрировать производство на тонкопленочных элементах, и продала бизнес по производству нетонкопленочных (монокристаллических) кремниевых фотоэлектрических элементов [7, с. 107].

С учетом отмеченных факторов негативного влияния энергетики на окружающую среду, прирост потребления энергии особой тревоги у общественности не вызывал. Так продолжалось до 70-х годов, когда специалисты объявили о многочисленных данных, свидетельствующих о значительном антропогенном давлении на климат, что таит угрозу катастрофы при неконтролируемом возрастании уровня энергопотребления. С тех времен ни одна другая проблема такого пристального внимания не привлекает, как проблема настоящих и предстоящих изменений климата.

Принято считать, что одной из основных причин этого изменения стала энергетика. Под энергетикой понимается любая область деятельности человека, связанная с потреблением и производством энергии. Значительная часть энергетических ресурсов обеспечивает энергией, освобождающейся при сжигании ископаемого топлива (угля, газа и нефти), что приводит к выбросу огромного количества веществ в атмосферу.

Подобный упрощенный подход наносит реальный вред экономике всего мира и может нанести особенно сильный удар по экономике стран, которые не достигли требуемого для окончания индустриальной стадии развития уровня использования энергии. Россия относится в число этих государств. При этом на самом деле все обстоит сложнее. Кроме парникового эффекта, проблема которого по большому счету основывается на энергетике, на климат нашей планеты оказывает влияние множество естественных причин, к которым относятся в особенности солнечная активность, параметры орбиты Земли, вулканическая деятельность, автоколебания в системе «атмосфера и океан». Корректный анализ проблемы можно провести только с учетом целого комплекса факторов, при этом, конечно, необходимо уточнить вопрос, как будет реагировать мировое энергопотребление в будущем, на самом ли деле человечеству следует установить самоограничения в использовании энергии для того, чтобы избежать глобального потепления [1, с. 387].

Большинство объемов электроэнергии производится на ТЭС (тепловых электростанциях). Далее идут ГЭС (гидроэлектростанции) и АЭС (атомные электростанции).

В большинстве стран доля электроэнергии, вырабатываемой с помощью ТЭС, более 50%. На ТЭС в качестве топлива обычно используются мазут, газ, уголь, сланцы. Ископаемое топливо можно отнести к невозобновимым ресурсам. В соответствии с оценками экспертов угля на планете может хватить только на 100–300 лет, природного газа на 40–120 лет, нефти на 50–80 лет [1, с. 388].

Параллельно с топливом ТЭС использует значительное количество воды. Коэффициент полезного действия (КПД) ТЭС составляет 36–39%. Типичная ТЭС мощностью в 2 млн. кВт каждые сутки потребляет 18000 тонн угля, 150000 м<sup>3</sup> воды, 2500 тонн мазута. На охлаждение обработанного пара на ТЭС применяется 7 млн. м<sup>3</sup> воды (каждые сутки), что приводит к загрязнению водоема-охладителя [1, с. 388].

ТЭС свойственно высокое токсичное и радиационное загрязнение окружающей среды. Обусловлено это тем, что самый обычный уголь и его зола содержат примеси ряда токсичных элементов, в том числе урана, причем в значительных концентрациях. При строительстве ТЭС или даже их комплексов загрязнение более значительно. Могут появляться новые эффекты, такие, как обусловленные высокой скоростью сжигания кислорода по сравнению со скоростью его образования посредством фотосинтеза земных растений, или вызванные ростом концентрации в приземном слое углекислого газа [1, с. 389].

Из источников топлива самым перспективным является уголь (запасы угля огромны, если сравнивать с запасами газа и нефти). Основные запасы угля находятся в России, США и Китае. При этом в настоящее время большая часть энергии вырабатывается на ТЭС благодаря использованию нефтепродуктов. Так, структура запасов топлива не соответствует объемам его современного потребления. В перспективе — полный переход на новую структуру использования ископаемого топлива (угля) начнет вызывать значительные экологические проблемы, изменения в промышленности и материальные затраты. Ряд государств уже начал базовую перестройку энергетики [6, с. 45].

Если анализировать ГЭС, то в данном случае основными достоинствами являются:

- быстрая окупаемость (себестоимость около в 4 раза меньше, а окупаемость в 4 раза быстрее, нежели на ТЭС);
- низкая себестоимость полученной электроэнергии;
- высокая маневренность, а это очень важно во время пиковых нагрузок;
- аккумуляция энергии.

Однако даже при полном применении потенциала всех рек планеты можно обеспечить максимум четверть современных потребностей человечества. На территории России используется не более 20% гидроэнергетического потенциала. При этом в развитых странах эффективность применения гидроресурсов в 3 раза выше, то есть здесь у России видны определенные резервы. Однако строительство ГЭС (в особенности на равнинных реках) приводит ко многим проблемам с экологией. Водохранилища, необходимые для равномерной работы ГЭС, создают условия для изменения климата на территориях на расстоянии до сотен километров [3, с. 97].

Сине-зеленые водоросли, которые могут развиваться в водохранилищах оказывают влияние на процессы эвтрофикации (а именно ускоряют) и, к сожалению, это оказывает негативное влияние на качество воды, а также функционирование экосистем. Зачастую при строительстве водохранилищ имеет место быть нарушение естественных нерестилищ, а также подтопление большого количества плодородных земель. Также определенные изменения касаются уровня подземных вод.

Большую перспективность представляют ГЭС, которые строят на горных реках. Причина этого — большой энергетический потенциал рек горного плана по сравнению с обыкновенными, равнинными. Также, можно отметить, что при строительстве водохранилищ в горных районах не происходит затопления плодородных земель (в больших объемах).

Рассмотрим атомные электростанции, которые во время работы не вырабатывают углекислый газ. При этом, уровень загрязнения атмосферы другими элементами низкий, по сравнению с ТЭС. Можно отметить, что количество радиоактивных веществ, которые будут образовываться во время работы ничтожно мало. Уже длительный период времени АЭС считались полноценной

заменой ТЭС, в плане экологичности и влияния на глобальное потепление. Но в тоже время, вопрос безопасности использования АЭС еще не до конца решен. Можно отметить, что процесс замены ТЭС на АЭС невозможно выполнить в массовом формате, ведь это сопровождается большим количеством финансовых затрат [5, с. 187].

Однако, Чернобыльская катастрофа значительно изменила понимание большинства населения касательно безопасности проживания и использования АЭС. Именно поэтому, перспектива последовательной замены ТЭС на АЭС сошла на нет. Можно выделить несколько основных проблем использования АЭС:

1. Безопасность работы реакторов. Все реакторы, которые используются в АЭС несут в себе потенциальную угрозу глобальной аварии. При этом, аварии подобные Чернобыльской катастрофе, могут произойти как из-за неправильной конструкции используемых реакторов, так из-за человеческого фактора, природных катаклизмов. Принцип самозащиты активной зоны реактора должен быть положен в принцип проектировки реактора при любых, даже самых худших вариантах развития событий. Ядерные технологии сложны и чтобы понять весь их потенциал должны пройти годы.

2. При использовании АЭС всегда будет оставаться определенная неопределенность в вопросе безопасности, а решить их все заранее будет достаточно трудно. Большинство из них будет обнаруживаться во время использования реакторов.

3. Снижении уровня эмиссии углекислого газа. Многие эксперты считают, что благодаря использованию атомных электростанций вместо тепловых удастся снизить количество выбросов углекислого газа — одного из главных газов, которые влияют на потепление климата. Но при этом, электростанции которые работают на комбинированном цикле (на природном газе) значительно экономичнее не только чем ТЭС, но и АЭС. При этом можно отметить, что при равных затратах на рабочий процесс удастся снизить количество выбросов диоксида углерода (учитывается полный период работы).

4. Вывод из эксплуатации некоторых реакторов АЭС. Есть пугающая статистика — в 2010 году большая половина рабочих реакторов была старше 25 лет. Именно поэтому в планах постепенный вывод реакторов из эксплуатации. Согласно данным, которые предоставила Всемирная ядерная ассоциация уже около 130 реакторов выведены из эксплуатации (либо уже в крайней фазе вывода). И можно выделить основную проблему, которая возникает во время этого процесса — утилизация радиоактивных отходов. Для безопасной утилизации их следует тщательно изолировать и сохранять длительный период, а расходы на это соизмеримы с тратами на строительство новой атомной электростанции.

Опасность использования АЭС из-за возможного распространения ядерного оружия. За год работы один реактор будет производить то количество плутония, которого хватит для создания нескольких атомных бомб. В обрабо-

танном ядерном топливе, которое обязательно образуется после работы содержится множество других элементов. Именно поэтому МАГАТЭ прилагает максимум усилий, чтобы контролировать процесс использования отработанного ядерного топлива во всех странах, где работают АЭС [2, с. 70–71].

Небольшую атомную бомбу можно создать из отработанного ядерного топлива любого реактора. Но при этом, для создания полноценной ядерной бомбы нужно организовать сложное производство, привлечь множество специалистов, то для создания примитивных самодельных бомб ничего такого не необходимо — и в этом главная опасность. Именно данным аспектом могут воспользоваться террористы, приобретя необходимые материалы на черном рынке. И хотя ядерного взрыва от этого не возникнет, но территория, на которой используют данную «самоделку» будет достаточно сильно заражена радиацией.

Таким образом, считают, что возобновляемые источники энергии, такие, как ветровые источники энергии, геотермальные, солнечные, волновые и пр., модульные станции при использовании природного газа или то-

пливных элементов, утилизирование отработанного пара, а также сбросного тепла — являются реальными способами защиты от климатических изменений без возникновения новых угроз для современного мира.

Подытоживая, отметим, что солнечными концентраторами вызываются огромные по площади затенения земель, что в последствии приводит к очень сильным изменениям условий почвенных, к изменениям в растительном мире и пр. Нежелательные экологические влияния на экологию в районах расположения энергетических станций вызывает мощный нагрев воздуха посредством прохождения солнечного излучения через него, сконцентрированного зеркальными отражателями, что приводит к изменениям влажности, теплового баланса, а также направления ветров. Кроме того, в определенных случаях возможны возгорание систем и перегревы. Применение низкокипящих жидкостей совместно с неизбежными утечками их в солнечных энергетических системах при длительной эксплуатации привести могут к сильному загрязнению питьевой воды. Также особую опасность представляют различные жидкости, которые содержат нитриты и хроматы, и которые являются высокотоксичными веществами.

#### Литература:

1. А. да Роза. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы. — М.: Интеллект, МЭИ, 2010. — 704 с.
2. Кашкаров, А.П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции. — М.: ДМК Пресс, 2011. — 144 с.
3. Минат, В.И., Коломеец Н.В. Причины экологических бедствий. — М.: Реноме, 2010. — 220 с.
4. Панич, Н.В., Тюкина Т.А. Экологические проблемы современности. — М.: МГИМО-Университет, 2012. — 102 с.
5. Смил, В. Энергетика. Мифы и реальность. Научный подход к анализу мировой энергетической политики. — М.: АСТ-Пресс Книга, 2012. — 272 с.
6. Хайтун, С.Д. «Тепловая смерть» на Земле и сценарий ее предотвращения. Часть 1. Энергетика, построенная на круговороте тепла и вечных двигателях 2-го рода. — М.: Либроком, 2009. — 192 с.
7. Хандогина, Е.К., Герасимова Н.А., Хандогина А.В. Экологические основы природопользования. — М.: Форум, Инфра-М, 2010. — 160 с.

## Способ увеличения показателей качества электроэнергии на предприятиях и распределительных сетях

Магомедов Арсен Муталимович, аспирант;  
Герейханов Ризван Кудратович, аспирант  
Дагестанский государственный технический университет (г. Махачкала)

Недостатки энергетической системы России связаны с малой пропускной способностью межсистемных линий передач, неустойчивостью величины напряжений в периоды уменьшения нагрузок, недостаточной степенью устойчивости линий электропередач и потерями в сетях из-за неоптимального распределения мощностей. Известно, что любые отклонения в сети электроснаб-

жения, приводящие к изменению электрических параметров, регламентированных в ГОСТ 721–77 [1], ухудшают качество электроэнергии. Это может привести к сбоям в работе электрического оборудования и даже к его повреждению. Для повышения качества электроэнергии необходимо ориентироваться на три основные составляющие, а именно, на бесперебойную передачу электрор-

нергии, распределение электроэнергии по устойчивым электрическим сетям и производство энергии высокого качества.

При передаче энергии в основном возникают следующие проблемы, связанные с: [4]

- устойчивостью передачи, в значительной степени связанной с величиной транспортного угла;
- устойчивостью контроля напряжений и ростом напряжения при отсутствии нагрузки;
- явлениями резонанса в сети, возникающими между различными элементами сети, например, фильтрами;
- явлением феррорезонанса, обусловленным нелинейными колебаниями, возникающими при насыщении силовых или измерительных трансформаторов;
- перенапряжениями при коммутации линий электропередач, возникающих вследствие подключения или отключения элементов сети, фильтров, конденсаторных батарей и трансформаторов;
- механическими повреждениями в линиях электропередач типа «фаза/земля».

Для решения этих проблем существуют известные методы со своими достоинствами и недостатками, но все эти методы не решают проблемы в полной мере. Поэтому, исследования в этом направлении представляются современными и актуальными.

Улучшение характеристик качества электроэнергии возможно как при ее распределении, так и непосредственно у потребителей. Для повышения качественных параметров электроэнергии на предприятиях существуют различные способы, такие как, использование конденсаторных батарей, синхронных двигателей и вентильных преобразователей.

Конденсаторные батареи используются как основное средство для компенсации реактивной мощности. Они применяются в качестве дополнительного источника реактивной мощности для обеспечения потребителя реактивной мощностью сверх того количества, которое возможно и целесообразно получить от энергосистемы. Их достоинствами являются низкая стоимость и малые собственные потери активной мощности. К недостаткам относят наличие остаточного заряда, отсутствие плавного регулирования и влияние на работу конденсаторных установок высших гармоник.

Основное преимущество синхронных машин — это возможность регулирования величины реактивной мощности. Они выполняются для работы с опережающим коэффициентом мощности, что частично компенсирует реактивную мощность в питающей сети. Их недостатки — сложность пусковой аппаратуры и высокая стоимость [4].

Вентильные преобразователи представляют собой устройства для преобразования напряжения и частоты электрического тока с помощью электронных или ионных вентилях [5]. Достоинства вентильных преобразователей следующие: отсутствие узлов, требующих обслуживания; большой допустимый пусковой момент; высокое быстродействие и значительный диапазон регулировок по частоте

вращения электродвигателей. Их недостатки — высокая стоимость, массогабаритные показатели и не синусоидальность тока.

Проведенный анализ способов компенсации реактивной энергии показал, что все они, наряду со своими достоинствами обладают недостатками. Совместное же их применение позволяет частично устранить недостатки, но при этом возрастает стоимость таких комплексов. Однако системы компенсации реактивной мощности находят применение в распределительных сетях энергоснабжения с целью повышения качества передачи электроэнергии. Среди известных систем следует отметить устройства и технологии управления линиями переменного тока (FACTS).

FACTS [2] системы преобразуют функцию электрической сети из существующей «пассивной» в «активную». Важнейшее свойство FACTS систем — их способность поглощать или возвращать реактивную мощность [3].

К техническим средствам реализации относят статические преобразователи напряжения, конденсаторные батареи, электромашиноинвентильные комплексы (машины переменного тока со статическими преобразователями частоты) и микропроцессорные средства управления устройствами.

Существуют различные способы реализации FACTS систем:

1. Поперечная компенсация — STATCOM (STATic synchronous COMpensator — Статический синхронный компенсатор). Компенсаторы STATCOM (рис. 1) способны поглощать и возвращать реактивную мощность, обеспечивают возможность поглощения реактивной мощности при отсутствии нагрузки в сети [3]. Когда напряжение в точке подключения остается постоянным, компенсатор STATCOM ведет себя как компенсатор SVC [6].

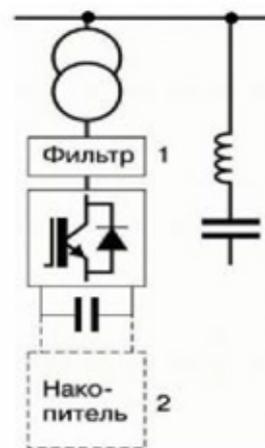


Рис. 1. Схема STATCOM

Однако в режиме ограничения мощности компенсатор STATCOM становится источником тока, тогда как компенсатор SVC приобретает свойства конденсатора. Стандартными функциями этих компенсаторов является регу-

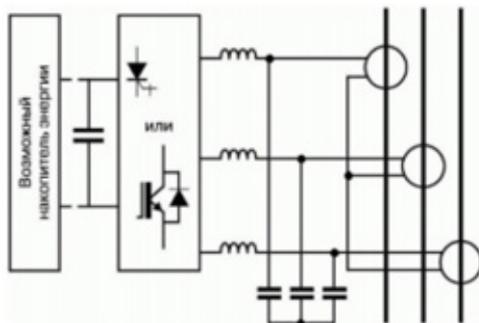


Рис. 2. Схема SSSC

лирование напряжения путем поглощения или возврата реактивной мощности и подавление подсинхронных колебаний. Недостаток STATCOM в том, что их применение обычно ограничивается статической компенсацией по причинам экономического характера.

2. Продольная компенсация — SSSC (Static Synchronous Series Compensator — Статический синхронный продольный компенсатор). В системах SSSC исключается недостаток систем TCSC (конденсаторная батарея с тиристорным управлением), который состоял в невозможности плавного перехода от емкостного режима к индуктивному. SSSC (рис. 2) может возвращать только реактивную мощность, за исключением тех случаев, когда контур постоянного тока получает подпитку от накопителя энергии. Их задачей является поддержка сети в рабочем состоянии при кратковременных возмущениях.

3. Универсальная компенсация — UPFC (Unified Power Flow Controller — унифицированная система управления энергоподачами).

Мощности систем STATCOM и других типов SSSC настолько высоки, что использование их без применения накопителей энергии достаточной емкости затруднительно. Если такая возможность отсутствует, мы должны быть в состоянии управлять величиной транспортного угла, как в случае использования фазосдвигающего трансформатора [7], но со значительно более высоким быстродействием.

Система UPFC воплощает эту мечту в реальность без использования какого-либо накопителя энергии. Система UPFC представляет собой не что иное, как объединение систем STATCOM и SSSC (рис. 3).

Система позволяет выполнять следующие функции:

- непосредственное управление напряжением. Сложение или вычитание напряжений, фазированных узлом поперечной компенсации. Эти действия производятся над реактивной мощностью;
- поперечный компенсатор: путем управления поперечным преобразователем с переводом последнего в режим поглощения или возврата реактивной мощности. Напряжение должно поддерживаться постоянным;
- продольный компенсатор: путем добавления последовательного напряжения со сдвигом на 90° по отношению к току связи. При этом необходимо управлять выходным напряжением и реактивной мощностью на выходе;
- одновременное использование всех функций — число степеней свободы системы позволяет это делать, когда необходимо управлять и реактивной, и активной мощностью [3].

Рассмотренные выше технологии являются относительно дорогостоящими, требуют обслуживания высококвалифицированными специалистами и используются только для установок большой мощности. А при создании автоматических систем стабилизации напряжения энергетических установок малой мощности приходится ориен-

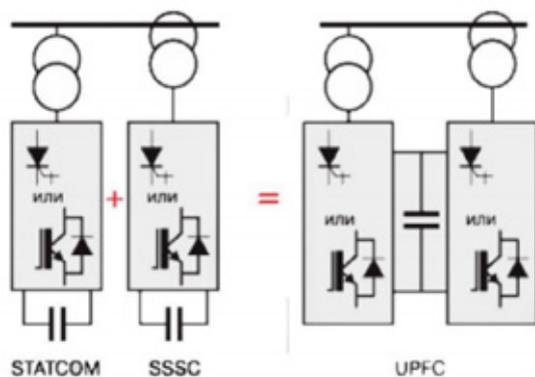


Рис. 3. Схема установки UPFC

тироваться на классические системы компенсаторов, которым присущи недостатки, приведенные выше.

Для выхода из сложившегося положения предполагается решение, сущность которого заключается в следующем.

На предприятиях имеются различные устройства и установки, использование которых не только сказывается на потерях электроэнергии, но и вносит различного рода помехи в сеть энергоснабжения. Это помехи такого рода, как флуктуации (резкое изменение формы переменного напряжения на частотах 30–35 Гц), искажения синусоидальности питающего напряжения, гармоники, генерируемые нелинейной нагрузкой, создающие дополнительные потери в трансформаторах. Существует необходимость контроля величины напряжений и сдвига фаз с последующим автоматическим восстановлением.

Разрешение этих задач представляется возможным посредством систем контроля и управления параметрами электрической сети, схема структурная, которая приведена на рис. 4.

Данная система содержит входной буфер, предназначенный для согласования электрических цепей с электронной частью системы АЦП, обеспечивающего функции преобразования аналогового сигнала в цифровой код. Микропроцессор выполняет функции обработки информации, поступающей с АЦП с последующим управлением внешней периферией. Выходной буферный каскад обеспечивает согласование микропроцессора с силовыми блоками управления. Силовые блоки коммутации включают необходимые блоки компенсации реактивной мощности в силовые электрические линии.

Принцип работы системы заключается в следующем. Контроль электрических параметров отдельно по каждой фазе производится с помощью датчиков тока и многоканального АЦП. В каждую из фаз трехфазной сети электроснабжения включены три трансформатора тока,

со вторичных обмоток которых можно получить нормализованный аналоговый сигнал с гальванической развязкой от электрической сети. Аналоговый сигнал с датчиков тока подается на входной буфер, роль которого заключается в согласовании уровней напряжения, подаваемого на вход АЦП. В зависимости от используемых датчиков, входной буфер может выполнять функции, как усиления амплитуд сигналов, так и уменьшения. АЦП работает в режиме мультиплексирования входов с последующей передачей информации непосредственно в микропроцессор, который подвергает анализу и проводит обработку информации по соответствующим алгоритмам с целью выявления отклонения напряжений в сети от границ установленного поля допуска. При фиксировании выхода за пределы границ поля допуска принимается решение о подключении вспомогательных устройств компенсации электрической энергии.

Построение такого рода системы становится возможным благодаря микропроцессорным устройствам и электронным переключателям типа IGBT, способных коммутировать цепи больших мощностей. Микропроцессор, совместно АЦП, и реализованные алгоритмы, анализирующие различные составляющие энергосети, позволяют контролировать параметры каждой фазы и при обнаружении отклонений от номинального значения электрических параметров оказывать требуемое противодействие посредством имеющихся конденсаторных батарей, синхронных машин и вентильных преобразователей. Предусмотрена возможность по каскадному включению конденсаторных батарей, плавного пуска синхронных двигателей и т. д., для эффективного подавления нежелательных возмущений.

При авариях или переходе приборов в нерабочее состояние достаточно много времени уходит на поиск неисправностей и причин их возникновения. Для частичного устранения этой проблемы в данной системе предусмо-

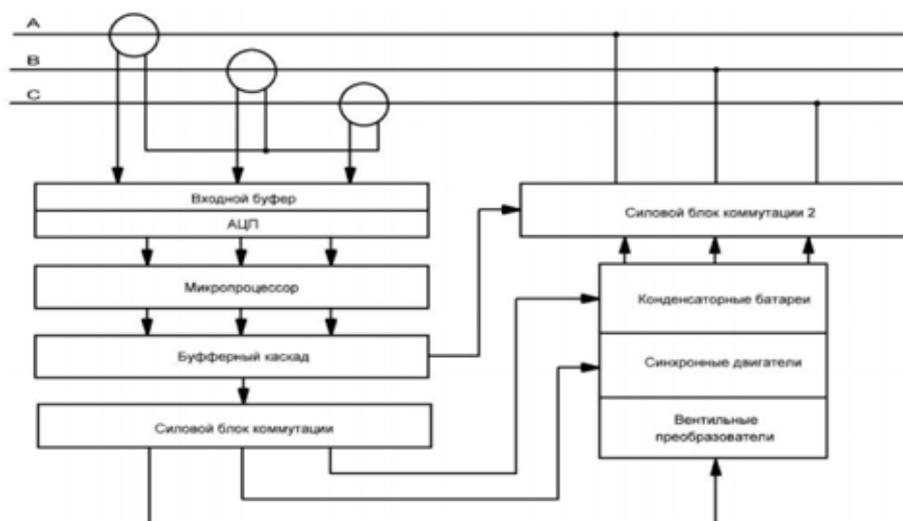


Рис. 4. Система контроля и управления параметрами электрической сети

трена запись событий в привязке ко времени, о подключенных нагрузках и основных параметрах электрической сети. Это позволяет выявлять устройства с более высоким потреблением мощности, получать информацию о времени поломки и текущие на тот момент показатели энергосети, а также выявлять устройства, оказывающие паразитное влияние на электрическую сеть.

Такой подход построения системы позволяет решать круг задач по повышению качества электроэнергии не-

посредственно на предприятиях и иных объектах потребления электроэнергии. С экономической стороны стоимость такой системы будет превышать стоимость систем, основанных лишь на конденсаторных батареях и синхронных машинах, но ниже стоимости FACTS систем. Снижение потерь электроэнергии и способствование сохранению оборудования в рабочем состоянии положительно сказываются на сроках окупаемости системы.

#### *Литература:*

1. Методы измерений показателей качества электрической энергии. Научно испытательный центр «САМТЕС» 2009 г. [http://cenerg.ru/files/GOST\\_51317\\_4\\_30-2008.pdf](http://cenerg.ru/files/GOST_51317_4_30-2008.pdf)
2. Системы FACTS [http://www.fsk-ees.ru/media/File/evolution\\_technology/FACTS.pdf](http://www.fsk-ees.ru/media/File/evolution_technology/FACTS.pdf)
3. Новые технологии для российских энергетических компаний. [http://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=4011](http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4011)
4. Технологии повышения качества электроэнергии при ее передаче и распределении. Жак КУРО. 2005 г. <http://www.news.elteh.ru/arh/2005/31/05.php>
5. Вентильные преобразователи и схемы их включения <http://railway-transport.ru/books/item/f00/s00/z0000005/st028.shtml>
6. Статический регулируемый компенсатор (SVC «Classic») <http://www.energy.siemens.com/ru/ru/power-transmission/facts/static-varcompensator-classic/>
7. Тенденции применения фазоповоротных трансформаторов в электроэнергетике <http://mvo.ipc.ru/TendenciiPrimeneinya/TendenciiPrimeneinyaFazopovorotnihTrasformatorov.pdf>

## 7. МАШИНОСТРОЕНИЕ

### Магнитно-импульсная обработка как перспективный метод повышения износостойкости металлорежущего инструмента

Водин Дмитрий Владимирович, автоматчик  
Тамбовский завод «Электроприбор»

Повышение износостойкости металлорежущего инструмента является крайне важным вопросом в современном машиностроении. Основными направлениями повышения износостойкости инструмента являются применение новых материалов и физические методы, изменяющие физико-механические свойства уже используемых материалов инструмента. Одним из таких методов поверхностного упрочнения металлорежущего инструмента является магнитно-импульсная обработка (МИО). Она основана на применении магнитного импульсного поля на поверхность металлорежущего инструмента, что способствует улучшению её механических и физических свойств. Помимо повышения твердости поверхности и износостойкости металлорежущего инструмента магнитно-импульсная обработка приводит к уменьшению остаточных и усталостных напряжений. Внедрение МИО позволяет повысить износостойкость металлорежущего инструмента, оснащенного пластинами из металлокерамических твердых сплавов типа вольфрамовых (ВК), титановольфрамовых (ТК) и титанотанталовольфрамовых (ТТК).

Сущность МИО заключается в том, что металлорежущий инструмент перед обработкой помещают в полость магнита, соединенного с возбудителем импульсов. При магнитном воздействии металл изменяет свои физические и механические свойства. Улучшение свойств у металлорежущего инструмента прошедшего МИО, достигается за счет направленной ориентации свободных электронов вещества внешним полем, вследствие чего увеличивается тепло- и электропроводимость материала.

Основными преимуществами МИО являются:

- упрочнение металлорежущего инструмента любой конструкции;
- простота технологической оснастки и отсутствие расходных материалов;
- экологичность;
- низкая себестоимость.

Широкому практическому применению технологии МИО в промышленности препятствуют следующие факторы:

- низкая эффективность обработки;
- длительность обработки (от 2 до 10 импульсов с выдержкой до 20 мин);

— применение дополнительных сред.

В современных условиях, с учетом вышеперечисленных негативных факторов, были выбраны и улучшены основные показатели технологии МИО:

- применение локальных параметров магнитного поля;
- комбинация импульсного магнитного поля и предварительного индукционного нагрева обрабатываемой заготовки способствующие увеличению эффективности обработки.

В процессе проведения экспериментальных исследований комбинированной МИО различных металлорежущих инструментов из быстрорежущих сталей подтверждено увеличение износостойкости обработанных инструментов — 158% для сверл, 202% для резцов и 161% для метчиков, относительно стойкости необработанных инструментов.

Критерием оценки степени выхода из строя инструмента при этом являлся предельный износ по задней поверхности для сверл и резцов. Каждый материал, используемый для изготовления металлорежущего инструмента, имеет определенную величину напряженности магнитно-импульсного поля, и как следствие величину магнитной энергии, которая поглощается материалом в процессе обработки и улучшает его механические и технологические свойства.

Между повышением износостойкости металлорежущего инструмента и магнитной проницаемостью существует прямая зависимость. Магнитно-импульсное поле, взаимодействуя с материалом металлорежущего инструмента, изменяет его тепловые и электромагнитные свойства, улучшает структуру и эксплуатационные характеристики, что положено в основу технологии магнитного упрочнения.

Для реализации процесса МИО используется устройство управления. Оно предназначено для управления зарядом и разрядом накопителя и включает в себя схему на реле времени, а также исполнительные устройства на реле и магнитных пускателях. Устройство управления позволяет устанавливать режимы обработки изделия, то есть задавать определенные параметры магнитной энергии и длительность её воздействия. Это позволяет

подбирать режимы обработки металлорежущего инструмента и использовать данное устройство для научных исследований.

Эффект упрочнения металлорежущего инструмента при применении МИО определяется следующими параметрами воздействующего магнитно-импульсного поля:

- напряженностью магнитного поля;
- продолжительностью и амплитудой импульсов;
- количеством импульсов.

Под действием магнитного поля в металле происходит образование новой структуры, характеристики которой зависят от величины напряженности магнитного поля. Структура упрочненного слоя отличается высокой дисперсностью и улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Исследования с образцами металлорежущего инструмента из быстрорежущих сталей и других марок показали, что для улучшения их механических и технологических характеристик достаточно создать импульсное магнитное поле напряженностью не выше 2000 кА/м. Для завершения внутренних процессов, связанных с рассеянием электромагнитной энергии, в материале металлорежущего инструмента необходимо время 5–24 ч., при этом продолжительность одного цикла магнитной обработки не превышает 1–5 с [1].

Импульсное намагничивание поверхности металлорежущего инструмента обеспечивает, при выполнении операций сверления, точения и фрезерования конструкционных сталей:

- уменьшение коэффициента трения инструмента в 1,5–2 раза;
- повышение микротвердости инструмента и снижение поверхностного натяжения смазочного материала;
- повышение теплопроводности материала;
- увеличение скорости отвода тепловых потоков при жидкостном охлаждении;
- увеличение адгезии смазочного материала на металлической поверхности и ускоряет отвод теплоты из узлов трения [2].

Метод МИО поверхностного упрочнения металлорежущего инструмента классифицируются следующим образом:

- обработка одним импульсом постоянного магнитного поля напряженностью 100 — 1000 кА/м при различной длительности воздействия от 10 до 300 с;
- обработка магнитно-импульсным полем напряженностью 50–2000 кА/м при длительности импульса от 0,1 до 10 с и различным количеством импульсов.

Металлорежущий инструмент обрабатывается как постоянным магнитным полем, так и магнитно-импульсным полем напряженностью от 100 до 2000 кА/м, при длительности импульса от 0,1 до 1,5 с. Время и величина напряженности магнитного поля зависит от материала металлорежущего инструмента и его размеров. При этом стойкость инструмента, обработанного в магнитном поле, повышается в 2–4 раза.

МИО осуществляется в цилиндрическом индукторе в магнитно-импульсной установке (МИУ). К характеристикам магнитного цилиндрического индуктора относятся:

- длительность магнитного импульса;
- максимальная энергия импульса;
- амплитуда тока.

К основным элементам МИУ относятся:

- силовая часть установки. Она выполняет функцию формирования магнитного импульса;
- задний блок управления. Он выполняет функцию преобразования переменного напряжения в постоянное. Напряжение на блок управления подается через силовой автомат, рассчитанный на силу тока 160 А.;
- передний блок управления. Он согласовывает сигнал заднего и дверного блока управления;
- датчик фазы. Он предназначен для отображения нагрузки на трёх фазах за счет световых диодов. Блок позволяет определить причину неисправности определенного блока;
- драйвер зажигания. Объединяет работу заднего и переднего блок для управления тиристорами. В него входит блок ВЧ-защиты.

Соленоид МИУ имеет значительную индуктивность, и ток в нем не может меняться мгновенно. После включения ток в соленоиде нарастает и после открывающего сигнала его ток замыкается через дополнительный диод и начинает убывать. Если питающая сеть маломощная, то время нарастания тока соленоида может отличаться от времени спада [3].

МИО может применяться как с использованием воздушного пространства внутри соленоида, так и с применением ферромагнетика.

Основные технические характеристики МИУ:

- габаритные размеры индукторной катушки магнита;
- общая масса установки в сборе — не больше 21 кг;
- производительность установки при режимах обработки 5–6 инструментов в час;
- напряженность магнитного поля на оси соленоида — не меньше 1000 кА;
- диаметр рабочего канала соленоида не меньше 30 мм;
- источник питания — трехфазная сеть напряжением 380 В;
- потребляемая мощность не более 0,05 кВт;
- средняя потребляемая мощность в режиме обработки — не более 1,0 кВт;
- импульсная потребляемая мощность не более 80 кВт.;
- амплитуда потребляемого тока не более 160 А;
- значение импульсного потребляемого тока — не более 125 А;
- длительность импульса тока — 1 с.;
- номинальное напряжение на зажимах соленоида — 500 В;
- номинальный ток соленоида — 50 А.

Таким образом, МИО представляет собой комплексное перспективным методом повышения износостойкости металлорежущего инструмента. воздействие на металлическую поверхность и является

*Литература:*

1. Курепин, М. О., Козлюк А. Ю., Овчаренко А. Г. Комбинированная магнитно-импульсная обработка режущего инструмента. — 2010. — № 9. — с. 26–29;
2. Овчаренко, А. Г., Козлюк А. Ю., Курепин М. О. Индукторы для комбинированной магнитно-импульсной обработки инструментов различной формы // Обработка металлов. — 2008. — № 3. — с. 11–12.;
3. Овчаренко, А. Г., Козлюк А. Ю. Эффективная магнитно-импульсная обработка режущего инструмента// Обработка металлов. — 2009. — № 1. — с. 4–7;

## 8. СТРОИТЕЛЬСТВО

### Эффективность применения плоских сборно-монолитных перекрытий в каркасном домостроении

Никулин Александр Иванович, кандидат технических наук, доцент;  
Богачёва Светлана Валерьевна, аспирант  
Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова

*В работе приведены возможные преимущества каркасного домостроения, выполнен краткий обзор существующих каркасных систем с плоскими сборно-монолитными перекрытиями. На примере одной из систем рассмотрены недостатки, возникающие в процессе их возведения и эксплуатации.*

**Ключевые слова:** конструктивная система, каркасные здания, сборно-монолитное перекрытие.

Проблема потребности в гражданских зданиях, снижение стоимости их строительства и эксплуатации и повышение потребительских качеств требуют постоянного совершенствования конструктивных решений, применяемых технологий и методов строительства. Менее энергоёмкой и, следовательно, более экономичной конструктивной системой современных зданий высотой до 25 этажей является каркасная, выполненная в рамно-связевом или связевом вариантах.

В многоэтажных зданиях связевой каркасной системы горизонтальные нагрузки воспринимаются обычно вертикальными диафрагмами. Каркас здания в этом случае рассчитывают только на вертикальные нагрузки, что позволяет унифицировать его элементы и обеспечить монотонность конструкции по высоте здания. Наружные стены и перегородки в таких зданиях выполняют в основном функцию ограждающих конструкций, формирующих архитектурный образ и микроклимат здания. Такой подход позволяет расширить спектр используемых легких теплоизоляционных материалов при возведении наружных ограждающих стен (пенобетон, ячеистый бетон, пеностекло, экструзионный вспененный полистирол и т.д.), что соответственно приводит к снижению веса здания и повышает его энергоэффективность за счет сокращения потерь тепла при эксплуатации. Наряду с этим, устранение переменных температурных воздействий на несущие конструкции, исключает появление в них циклически изменяющихся температурных деформаций и усилий, увеличивает долговечность и эксплуатационную надежность здания в целом.

Наиболее распространенными в современном гражданском строительстве по-прежнему остаются монолитная и сборная технологии строительства. При этом у каждой из них есть свои достоинства и недостатки. Для минимизации имеющихся недостатков целесообразно использовать технологию сборно-монолитного строитель-

ства, которая позволяет обеспечить рациональное сочетание положительных качеств двух исходных технологий. Например, заводская технология изготовления несущих конструкций обеспечивает высокую механизацию работ, снижение энергозатрат и операционный контроль всех производственных процессов, что гарантирует высокое качество и надежность сборных конструкций. Сборно-монолитная технология домостроения позволяет сократить расход стали, увеличить скорость строительства, снизить дополнительные затраты на ведение работ в зимнее время (прогрев бетона, применение противоморозных добавок) в условиях строительной площадки.

Таким архитектурно-строительным требованиям, как возможность гибкой планировки в зданиях с различными функциями и создание разнообразия фасадов при одной конструктивной схеме, собранной из унифицированных элементов, в ряде случаев наиболее полно отвечает каркас с плоскими сборно-монолитными железобетонными перекрытиями. Безбалочные бескапитальные перекрытия имеют некоторые преимущества перед другими видами перекрытий, которые заключаются в простоте изготовления и меньшем расходе материалов на опалубку (плоская форма и минимальная площадь поверхности из-за отсутствия балок), меньшей площади, подвергающейся последующей отделке, возможности применения более жестких бетонов (что экономит расход цемента и уменьшает усадку бетона), гладком потолке, позволяющем отказаться от дорогостоящих подшивных потолков, необходимых по гигиеническим или эстетическим соображениям, сравнительно малом габарите перекрытия, что дает экономии кубатуры здания на 10–12% и уменьшает расходы на эксплуатацию здания и ограждающие конструкции [1, с. 3].

На сегодняшний момент самыми известными решениями каркаса с плоскими сборно-монолитными перекрытиями являются:

— конструкция перекрытия «Сочи», состоящая из стандартных многопустотных железобетонных панелей перекрытий, между торцами которых в пределах толщины панели делают монолитные железобетонные главные балки (ригели). По длинным сторонам панелей также оставляются зазоры, в которых образуются монолитные балки, предназначенные для превращения сборных однопролетных панелей в неразрезную балочную плиту. Эти же балки служат шпонками для включения панелей в совместную работу на изгиб главной балки (ригеля). При соответствующем армировании эти балки могут служить для усиления панелей в пролете, а также содержать арматуру, необходимую для передачи сейсмических усилий на колонны, диафрагмы жесткости и на фундаменты [2, с. 3]. Принципиальные решения этой системы во многом использованы в других известных решениях;

— универсальная открытая архитектурно-строительная система зданий серии Б1.020.1–7\* («АРКОС»), разработанная НИЭП РУП «Институт БелНИИС», г. Минск. Сборно-монолитные диски перекрытий системы образованы сборными многопустотными плитами с открытыми на фиксированную глубину 100 мм по обоим торцам полостями и сквозными на всю ширину и длину здания монолитными ригелями, пропущенными, как правило, в специально устроенных сквозных проёмах колонн и скрытыми в пределах толщины многопустотных плит. Сборные плиты оперты концами на монолитные ригели посредством бетонных шпонок, образующихся при их бетонировании в открытых полостях по торцам плит;

— регионально-адаптируемая индустриальная универсальная строительная система «РАДИУСС», состоящая из пустотных плит перекрытия и монолитных участков без выступающих ригелей. В варианте «РАДИУСС НПУ» (с напрягаемой в построечных условиях арматурой) применяются высокопрочные канаты;

— сборная каркасная система «РТС» с преднапряженными перекрытиями из широких пустотных плит высотой 24 см, Болгария. Пространственная жесткость несущей системы обеспечивается путем натяжения главных

канатов в двух направлениях вдоль осей колонн и созданием рамных узлов. Для пропуска этих канатов в колоннах и плитах (на уровне перекрытий) оставляются каналы, инъецируемые цементным раствором после натяжения;

— унифицированная система сборно-монолитного безригельного каркаса «КУБ». Диск перекрытия системы выполняется из сборных панелей, подразделяющихся, в зависимости от местоположения в каркасе, на надколонные, межколонные и средние. В торцах панелей предусмотрены петлевые выпуски, обеспечивающие в каркасе здания монолитную связь смежных панелей;

— каркас системы «Delta», Финляндия. Состоит из сборных многопустотных плит и сталебетонных несущих ригелей, образованных цельносварным гнутым профилем трапециевидного сечения, вписанным в толщину перекрытия, и бетоном замоноличивания.

Каждая из вышеперечисленных систем обладает своими достоинствами и недостатками.

В настоящее время, на территории Смоленской области, где проживает один из авторов статьи, широкое применение нашли решения сборно-монолитного безригельного каркаса «КУБ», как наиболее экономичные по стоимости и темпам возведения в сравнении с монолитным каркасным строительством, особенно при массовой застройке спальных районов города. В процессе проектирования, авторского надзора и эксплуатации зданий, построенных по данной системе, выявлен ряд негативных фактов.

Закрепления надколонных плит на колоннах предусмотрены через соединительные элементы, привариваемые к опорным уголкам (обечайке) плит и к вертикальной арматуре колонн (рис. 1). В период эксплуатации зданий их пространственная устойчивость обеспечивается замоноличиванием стыками колонн и надколонных плит, образующими рамные узлы, а при необходимости включением в систему здания дополнительных связей и диафрагм жесткости. Конструктивная безопасность всей системы базируется на качестве выполнения шпоночных стыков «плита-колонна» и других резервов надежности не имеет.

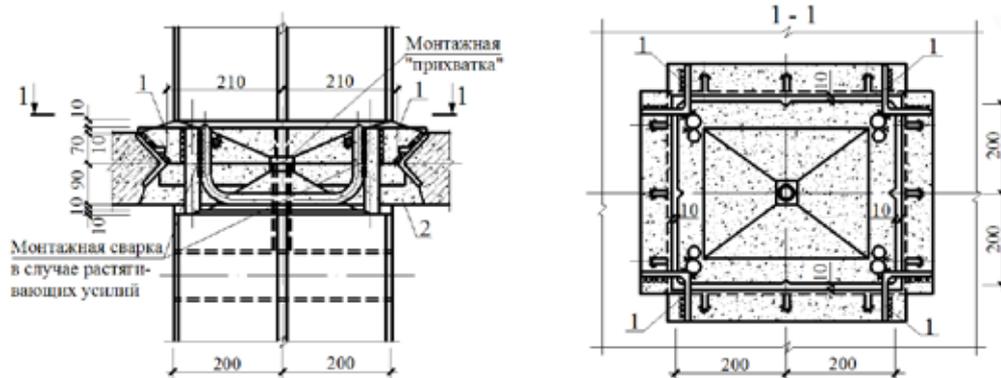


Рис. 1. Стык «плита-колонна» сборно-монолитного безригельного каркаса «КУБ»: 1 — соединительное изделие из равнополочного уголка 100x9; 2 — бетон кл. В25



а

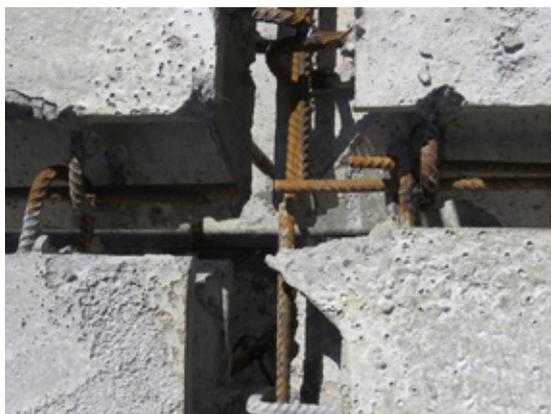
б

Рис. 2. Качество выполнения монтажного стыка «плита-колонна» сборно-монолитного безригельного каркаса «КУБ»: а – вид на плиту сверху; б – то же, снизу

Монтаж конструкций требует высокой организации производственного процесса, квалификации и ответственности исполнителей (рис. 2). Качественное замоноличивание стыков «плита-колонна» при количестве бетона  $0,024 \text{ м}^3$  на один стык практически невозможно, особенно зимой, что подвергает здания большому риску. В процессе

монтажа необходим постоянный лабораторный и технологический контроль.

Стыковка панелей перекрытия между собой осуществляется посредством установки арматуры диаметром 10 А400 в виде прямых стержней или П-образных шпилек в петлевые выпуски с последующим бетонированием мел-



а



б

Рис. 3. Петлевой стык панелей перекрытия сборно-монолитного безригельного каркаса «КУБ»: а – стык панелей перекрытия до бетонирования; б – то же, после замоноличивания



Рис. 4. Трещинообразование в стыке панелей перекрытия сборно-монолитного безригельного каркаса «КУБ»

козернистым бетоном кл. В 25 с фракцией не более 10 мм (рис. 3). Петлевой стык (стык Г.П. Передерия) в узлах соединения надколонных и межколонных плит не воспринимает изгибающие усилия, возникающие в нем при неравновешенной временной нагрузке на плиты в период эксплуатации здания. Это может привести к трещинообразованию в стыке (рис. 4).

В связи с высокими технико-экономическими показателями сборно-монолитной каркасной технологии строи-

тельства и недостатками существующих конструктивных каркасных систем, в массовой застройке приоритетным должно стать развитие и совершенствование каркасных зданий с плоскими сборно-монолитными перекрытиями, а направление их совершенствования должно быть нацелено на повышение надежности [5] и безопасности для потребителя.

#### *Литература:*

1. Дорфман, А. Э., Левонтин Л. Н. Проектирование безбалочных бескапитальных перекрытий. — М.: Стройиздат, 1975. — 124 с.
2. Рекомендации по проектированию конструкций плоского сборно-монолитного перекрытия «Сочи». — М.: Стройиздат. — 1975. — 34 с.
3. Семченков, А. С. Обоснование регионально-адаптируемой индустриальной универсальной строительной системы «Радиусс» // Бетон и железобетон. — 2008. — № 4. — с. 2–6.
4. Гуров, Е. П. Сборное домостроение. Стратегия развития // СтройПРОФИЛЬ. — 2010. — № 5. — с. 10–15.
5. Никулин, А. И. Особенности расчета сборно-монолитных железобетонных каркасов многоэтажных зданий с учетом технологии их возведения // Расчеты и проектирование пространственных конструкций с учетом физической и геометрической нелинейности: Тезисы докл. научн. сессии. — М.: МОО «Пространственные конструкции», 2004. — с. 54–55.

## 9. ТРАНСПОРТ

### Факторы, влияющие на эксплуатационную надежность технических средств системы управления движением судов

Тюфанова Анастасия Александровна, кандидат технических наук, старший преподаватель  
Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова (г. Новороссийск)

*В статье проанализировано воздействие факторов на процесс функционирования системы управления движением судов (СУДС) на этапе эксплуатации по назначению. Сделан вывод о том, что эксплуатация должна обеспечивать наибольшую эффективность функционирования технических средств. Поскольку отказы таких инфраструктурных элементов, как технические средства — береговые радиолокационные и радиорелейные станции, влияют на качество работы всей системы в целом и на принятие оператором СУДС управленческого решения.*

**Ключевые слова:** система, эксплуатационная надежность, технические средства

### The factors influencing operational reliability of means of Vessel Traffic Service

Tyufanova A.A.  
Ushakov maritime state university, Novorossiysk, Russia

*In clause influence of various factors on process of functioning of Vessel Traffic Service (VTS) at an operation phase to destination is analyzed. It is drawn a conclusion that operation should provide the greatest efficiency of functioning of means. As refusals of such infrastructural elements as means — coastal radar-tracking and radio relay stations, influence quality of work of all system as a whole and on acceptance by operator VTS of the administrative decision.*

**Keywords:** system, operational reliability, means

Система управления движением судов (СУДС) в РФ является неотъемлемой частью Государственной системы обеспечения безопасности мореплавания, создается и действует на акваториях морских портов, во внутренних водах, в территориальном море и в прилегающей зоне РФ. СУДС создаются и действуют в целях повышения уровня безопасности мореплавания и эффективности судоходства, охраны жизни на море, защиты морской среды и побережья от возможных загрязнений, защиты береговых и шельфовых сооружений от повреждений в случае морских аварий [1].

В соответствии с Положением о системах управления движением судов (СУДС), система является резервированной, восстанавливаемой, дублированной, длительного непрерывного действия с круглосуточным режимом работы и состоит из следующих подсистем: сбора информации, дистанционного управления и передачи информации, обработки и отображения информации, связи и базы данных, каждая из которых представлена техническими средствами [2]. Система функционирует под воздействием внешних факторов (влияние внешней среды,

процесс возникновения нештатных ситуаций) и целенаправленным (управляемым) процессом проведения восстановительных работ, т.е. процессом технического обслуживания. Поэтому под процессом функционирования понимаем совокупность действий технических средств (ТС) СУДС, технического персонала, обслуживающего ТС, оператора СУДС, подчиненных единой цели.

Таким образом, эксплуатация должна обеспечивать наибольшую эффективность функционирования СУДС, под которой понимаем количественный показатель, по которому можно во время функционирования судить об уровне достижения поставленных перед системой целей и задач. Совокупность свойств объекта, обуславливающих его пригодность удовлетворить определенные потребности в соответствии с его назначением, называется качеством объекта. К качеству СУДС относятся такие свойства, как безопасность, надежность, помехозащищенность и др. Выбор показателей качества функционирования зависит от решаемых системой задач, поскольку эти количественные показатели определяют хорошо или плохо система решает поставленные задачи [3]. Для СУДС ха-

рактенно наличие многих периодов функционирования, когда решается поставленная задача. Эти периоды, когда система исправна и решает без ошибок поставленную задачу, чередуются с периодами простоя, вынужденными, нежелательными, вызванными возникновением отказов и необходимостью их устранения или предупреждения. Поэтому, чем больше времени система проводит в работоспособном состоянии и чем меньше время вынужденных простоев, тем выше качество функционирования СУДС.

Показателями качества функционирования СУДС являются:

— Коэффициент технического использования на периоде  $(0, T)$ , т. е. математическое ожидание доли времени, которую система проводит в работоспособном состоянии на этом интервале времени или другими словами, вероятность застать систему работоспособной в случайный момент времени. Коэффициент не зависит от состояния системы в момент начала функционирования.

— Коэффициент готовности — вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых использование объекта по назначению не предусматривается (профилактика и техническое обслуживание).

— Средний удельный доход, приходящийся на единицу календарного времени.

— Средние удельные затраты, приходящиеся на единицу времени исправного функционирования системы.

— Характеристика безотказности — распределение времени безотказной работы системы.

Рассмотрим процесс функционирования СУДС в реальных условиях, при которых неизбежны отказы ее технических средств. Все факторы, негативно влияющие на надежность системы в процессе ее эксплуатации по назначению, можно условно разделить на следующие категории: субъективные (зависящие исключительно от действий обслуживающего персонала) и объективные (связанные с внешним воздействием на аппаратуру с внутренними процессами, определяющими старение и износ оборудования). СУДС в своем составе содержит технические средства, программное обеспечение и человека оператора (группу операторов). Свои функции технические средства СУДС выполняют под управлением операторов СУДС и инженерно-технического персонала, поэтому надежность системы в процессе эксплуатации может ухудшаться под действием субъективных факторов или так называемого человеческого фактора, который оказывает существенное влияние на надежность аппаратуры на всех этапах ее жизненного цикла.

По результатам анализа данных динамики эксплуатационных отказов, представленных за период с 2001 г. по 2014 г. в виде журналов технического обслуживания СУДС порта Новороссийск, можно сделать следующую классификацию факторов, влияющих на эксплуатационную надежность технических средств: погодные условия; энергетический; влияние ЗИП на эксплуатацию

технических средств СУДС. Для определения какой из перечисленных выше факторов оказывает наибольшее влияние на эксплуатационную надежность и актуальны ли они при дальнейшей модернизации СУДС, в [4] была проведена их экспертная оценка. В результате экспертизы получили, что все три фактора являются актуальными вне зависимости от модернизации СУДС. Факторы энергетический и погодные условия в одинаковой степени влияют на эксплуатационную надежность системы. Фактор — влияние ЗИП может повлиять на эксплуатационную надежность системы, а может и не повлиять в зависимости от определенных условий (квалифицированность обслуживающего персонала, длительность простоя при ремонте, отсутствие необходимой запасной части в комплекте и т. д.).

Значительное влияние на эксплуатационную надежность оказывают процессы старения и износа, приводящие к постепенному ухудшению технических характеристик и параметров [5]. В результате старения элементов постепенно выявляются различные, имеющие случайную природу, скрытые дефекты материалов, т. е. уменьшается сопротивление изоляции, растет величина некоторых типов сопротивлений, окисляются контакты разъемов и т. д. Процесс старения элементов происходит как во время работы, так и во время хранения элементов и представляет собой непрерывный процесс воздействия времени на аппаратуру, скорость которого определяется, как внешними факторами (погодные условия), так и соблюдением всех правил эксплуатации аппаратуры обслуживающим персоналом (своевременность и качество проведения ремонтных и профилактических работ, соблюдение режимов работы аппаратуры). Проведенная экспертная оценка влияния ЗИП на эксплуатационную надежность СУДС показала, что: особое влияние оказывает на эксплуатационную надежность отсутствие в комплекте ЗИП расходных элементов (магнетрон и т. д.), т. к. из-за их высокой стоимости не удается создать необходимые запасы, что приводит к возникновению недостатка ЗИП; при современном высокотехнологичном производстве ремонт вышедшей из строя аппаратуры часто невозможен или экономически не целесообразен вне крупных хорошо оснащенных специализированных предприятий (сервисных центров), что оказывает существенное влияние на время восстановления отказавшего элемента; в основополагающих, национальных стандартах СУДС [2], используемых в работе специалистами, нет четко определенных сроков проведения регламентных и профилактических работ.

К объективным факторам, влияющим на эксплуатационную надежность СУДС можно отнести погодные условия и сбой в электроснабжении объектов СУДС. В период исследования было зафиксировано 78 случаев сбоя в электроснабжении (рисунок 1). Под сбоем понимаем нарушение качества поставляемой электроэнергии. Наибольшее количество сбоев электроснабжения отмечено на радиотехническом посту «Геленджик» и пункте радиолокационного наблюдения «Южная Озереевка», находящихся в конце линии электроснабжения [6].

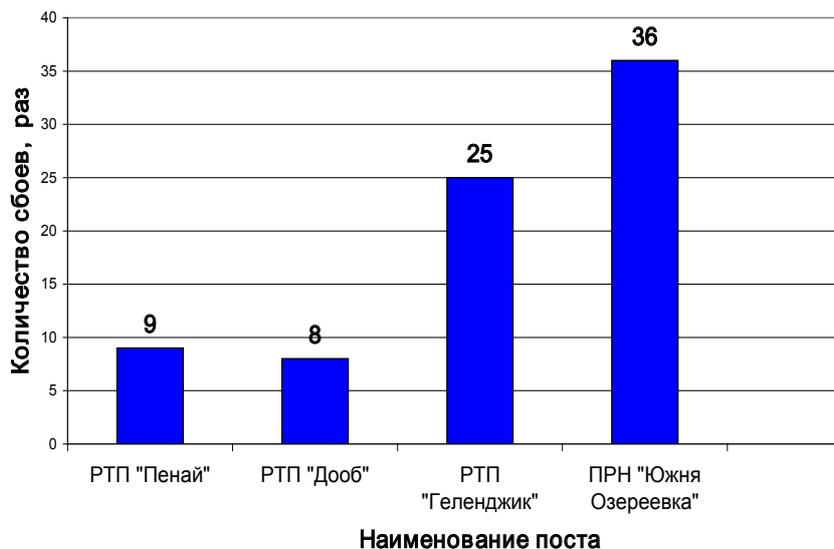


Рис. 1. Количество отказов источников электроснабжения объектов СУДС за период исследования

Сам по себе сбой в электроснабжении не представляет существенной опасности для оборудования СУДС, оснащенного импульсным блоком питания (ИБП или UPS), однако: повышенное напряжение (340В), пониженное напряжение (120В) и провалы напряжения приводят к перегрузке блоков питания электронных приборов, тем самым уменьшают их ресурс; электрический шум приводит к сбоям при выполнении программ и передаче данных, к нестабильному изображению на экранах мониторов и в видеосистемах; гармонические искажения напряжения приводят к помехам в работе чувствительного оборудования системы теле- видео- наблюдения; нестабильная частота приводит к перегреву трансформаторов, кроме того, является индикатором неправильной работы энергосистемы или ее существенной части.

Этап эксплуатации технических средств играет особую роль в процессе жизненного цикла СУДС, поскольку все усилия, затраченные на создание высококачественной системы, могут быть сведены на «нет» неправильно или не-

рационально организованной эксплуатацией. Поэтому эксплуатация должна обеспечивать наибольшую эффективность функционирования технических средств. Отказы таких инфраструктурных элементов СУДС, как технические средства — БРЛС и РРС, влияют на качество работы всей системы в целом и на принятие оператором СУДС управленческого решения. Исходя из того, что в реальных условиях технические средства СУДС функционируют под воздействием различных внешних факторов (погодные условия, перепады напряжения в сети электроснабжения и т.д.), а также физического износа может произойти изменение уровня свойств, определяющих качество технических средств и эффективность их функционирования. Поскольку повышение эффективности эксплуатации портов, флота и обеспечение чистоты среды немислимо без технического, методического и организационного совершенствования береговых СУДС, то вопрос повышению уровня эксплуатационной надежности технических средств СУДС в настоящее время является актуальным.

#### Литература:

1. «Руководство по службам движения судов» Международная ассоциация маячных служб (IALA VTS Manual), 2004.
2. Системы управления движением судов технико-эксплуатационные требования № МФ с2–22/848–70. М.:2002.
3. Тюфанова, А.А. Влияние надежности обслуживаемых систем на безопасность мореплавания// Изв. Вузов Сев.-Кавк. регион. Технические науки. — Ростов-на-Дону: ЮРГТУ (НПИ), 2008. — с. 130–133.
4. Тюфанова, А.А. Экспертная оценка вероятности возникновения опасного события при эксплуатации сложной, технической, высокоответственной системы УДС// Сборник научных трудов, выпуск № 13. — Новороссийск: РИО «МГА им. адм. Ф.Ф. Ушакова», 2009. — с. 137–140.
5. Черкесов, Г.Н. О расчете надежности обслуживаемых систем при ограниченном ЗИП с периодическим пополнением запасов. // Надежность и качество № 3. — Москва: Издательский дом «Технологии», 2003. — с. 29–39.
6. Тюфанова, А.А. Анализ влияния качества электроснабжения на работу аппаратуры СУДС порта Новороссийск// Сборник научных трудов, выпуск № 13. — Новороссийск: РИО «МГА им. адм. Ф.Ф. Ушакова», 2008. — с. 78–81.

## Характеристики тепловыделения дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле с ДСТ в зависимости от изменения нагрузки на номинальной частоте вращения коленчатого вала

Чувашев Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент  
Вятская государственная сельскохозяйственная академия (г. Киров)

*В Вятской государственной сельскохозяйственной академии на базе кафедры тепловых двигателей, автомобилей и тракторов осуществлена разработка дизеля 2Ч 10,5/12,0 для работы на метаноле с использованием двойной системы топливоподачи. В работе приводится анализ характеристик тепловыделения дизеля 2Ч 10,5/12,0 в зависимости от изменения нагрузки на номинальной частоте вращения коленчатого вала при работе на дизельном топливе и на метаноле с двойной системой топливоподачи.*

**Ключевые слова:** дизель, метанол, двойная система топливоподачи.

На рисунке 1 представлено влияние применения метанола с ДСТ на характеристики тепловыделения в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 в зависимости от изменения нагрузки на номинальной частоте вращения коленчатого вала. При работе на ДТ при увеличении нагрузки снижается максимум скорости активного тепловыделения с  $(d\chi/d\varphi)_{\max} = 0,115$  при  $p_e = 0,127$  МПа до  $(d\chi/d\varphi)_{\max} = 0,040$  при  $p_e = 0,65$  МПа. Снижение составляет 65,2%. При этом кривая активного выделения теплоты, соответствующая максимальному давлению сгорания, снижается при увеличении нагрузки с 0,78 при  $p_e = 0,127$  МПа до значения 0,37 при  $p_e = 0,65$  МПа при работе дизеля на ДТ. Снижение составляет 52,6%. Активное выделение теплоты, соответствующее максимальной температуре цикла, при увеличении нагрузки также снижается. Так, при  $p_e = 0,127$  МПа  $\chi_{i, Tz \max} = 0,92$  и при увеличении нагрузки до  $p_e = 0,65$  МПа снижается до  $\chi_{i, Tz \max} = 0,50$ . Снижение составляет 45,6%. Угол, соответствующий максимальной температуре цикла  $\varphi_{Tz \max}$ , при  $p_e = 0,127$  МПа равен  $15^\circ$  п. к. в. и при увеличении нагрузки до  $p_e = 0,65$  МПа увеличивается до  $20^\circ$  п. к. в. Увеличение составляет  $5^\circ$  п. к. в., или 25%.

Из кривых, представленных на рисунке, видно, что при работе дизеля 2Ч 10,5/12,0 на метаноле с ДСТ характеристики тепловыделения несколько отличаются от характеристик, полученных при работе дизеля на ДТ. При работе дизеля на метаноле с ДСТ при увеличении нагрузки максимум скорости активного тепловыделения с  $(d\chi/d\varphi)_{\max} = 0,067$  при  $p_e = 0,127$  МПа увеличивается до значения  $(d\chi/d\varphi)_{\max} = 0,072$  при  $p_e = 0,46$  МПа, а затем происходит снижение максимума скорости тепловыделения, и при  $p_e = 0,65$  МПа он достигает значения  $(d\chi/d\varphi)_{\max} = 0,053$ . В итоге общее снижение составляет 20,9%. Кривая активного выделения теплоты, соответствующая максимальному давлению сгорания, при работе дизеля на метаноле с ДСТ повышается при увеличении нагрузки с 0,50 при  $p_e = 0,127$  МПа до 0,69 при  $p_e = 0,46$  МПа. Увеличение составляет 27,5%. Затем происходит снижение  $\chi_{i, Pz \max}$  до значения 0,53. Активное выделение теплоты, соответствующее  $T_{z \max}$ , при увеличении нагрузки

несколько увеличивается. Так, при  $p_e = 0,127$  МПа значение  $\chi_{i, Tz \max} = 0,72$ , а при увеличении нагрузки до  $p_e = 0,46$  МПа  $\chi_{i, Tz \max} = 0,83$ . Увеличение составляет 8,9%. Затем происходит снижение значения  $\chi_{i, Tz \max}$  до 0,77. Угол, соответствующий максимальной температуре цикла  $\varphi_{Tz \max}$  при  $p_e = 0,127$  МПа, равен  $13^\circ$  после в. м. т. и при увеличении нагрузки до  $p_e = 0,65$  МПа увеличивается до  $23,5^\circ$  после в. м. т. Увеличение составляет 44,7%.

Анализируя изменения значений характеристик тепловыделения дизеля 2Ч 10,5/12,0 в зависимости от изменения нагрузки при частоте вращения  $n = 1800$  мин<sup>-1</sup> и оптимальных установочных УОВТ, можно отметить следующее. Максимум скорости активного тепловыделения при работе дизеля на метаноле с ДСТ на малых нагрузках меньше, чем при работе дизеля на ДТ. Так, при  $p_e = 0,127$  МПа максимум скорости активного тепловыделения снижается с  $(d\chi/d\varphi)_{\max} = 0,115$  при работе дизеля на ДТ до  $(d\chi/d\varphi)_{\max} = 0,067$  при работе дизеля на метаноле с ДСТ. Снижение составляет 41,7%. С увеличением нагрузки происходит снижение максимума скорости активного тепловыделения. Так, при  $p_e = 0,65$  МПа значение  $(d\chi/d\varphi)_{\max} = 0,040$  при работе дизеля на ДТ, а при работе дизеля на метаноле с ДСТ  $(d\chi/d\varphi)_{\max} = 0,053$ . Увеличение составляет 24,5%. Значения активного выделения теплоты при максимальной температуре сгорания на малых нагрузках при  $p_e = 0,127$  МПа составляют 0,72 — при работе дизеля на метаноле с ДСТ и 0,92 — при работе дизеля на ДТ. При увеличении нагрузки до  $p_e = 0,65$  МПа величина активного тепловыделения при максимальной осредненной температуре цикла в цилиндре дизеля по сравнению с опытным дизелем увеличивается и составляет  $\chi_{i, Tz \max} = 0,50$  при работе дизеля на ДТ и  $\chi_{i, Tz \max} = 0,77$  при работе дизеля на метаноле с ДСТ. Увеличение составляет 35,1%. Величина активного выделения теплоты, соответствующая максимальному давлению сгорания в цилиндре дизеля, при малых нагрузках при работе дизеля на метаноле с ДСТ ниже, чем при работе дизеля на ДТ. Так, при  $p_e = 0,127$  МПа значение  $\chi_{i, Pz \max} = 0,78$  при работе дизеля на ДТ и  $\chi_{i, Pz \max} = 0,50$  при работе дизеля на метаноле с ДСТ. Снижение со-

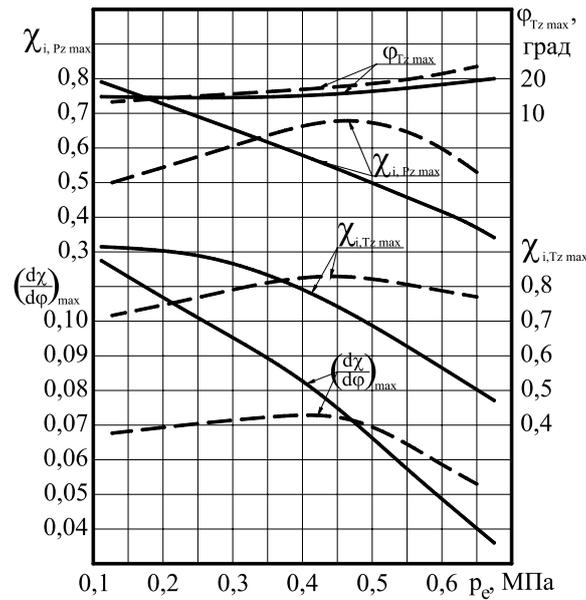


Рис. 1. Влияние применения метанола с ДСТ на характеристики теплового процесса в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 в зависимости от изменения нагрузки при  $n = 1800 \text{ мин}^{-1}$ : — — дизельный процесс; - - - метанол с запальным ДТ

ставляет 34,8%. При увеличении нагрузки до  $p_e = 0,65$  МПа величина активного тепловыделения при максимальном давлении цикла в цилиндре дизеля по сравнению с опытным дизелем увеличивается и составляет  $\chi_{i, Tz \max} = 0,53$  при работе дизеля на ДТ и  $\chi_{i, Tz \max} = 0,37$  при работе дизеля на метаноле с ДСТ. Увеличение составляет 30,2%. Угол, соответствующий максимальной температуре цикла, при  $p_e = 0,127$  МПа равен  $15^\circ$  после в. м. т.

при работе дизеля на ДТ и  $13^\circ$  после в. м. т. при работе дизеля на метаноле с ДСТ. Увеличение составляет  $2^\circ$  п. к. в., или 13,3%. При увеличении нагрузки до  $p_e = 0,65$  МПа значения угла, соответствующего максимальной температуре цикла при работе дизеля на ДТ, составляет  $20^\circ$  п. к. в., а при работе дизеля на метаноле с ДСТ значение угла составляет  $23,5^\circ$  п. к. в. Увеличение составляет  $3,5^\circ$  п. к. в., или 14,9%.

#### Литература:

1. Лиханов, В. А., Чувашев А. Н. Исследование рабочего процесса дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи: Монография. — Киров: Вятская ГСХА, 2007. — 129 с.
2. Лиханов, В. А., Чувашев А. Н., Анфилатов А. А., Глухов А. А. Улучшение экологических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи: Монография/Под общ. ред. В. А. Лиханова. — Киров: Вятская ГСХА, 2009. — 334 с.
3. Лиханов, В. А., Чувашев А. Н., Полевщиков А. С., Долгих М. А., Верстаков С. А. Эффективные и экологические показатели дизеля с двойной системой топливоподачи. Тракторы и сельхозмашины, 2011. — № 10, с. 8–10.
4. Улучшение экологических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле/В. А. Лиханов, А. Н. Чувашев, А. А. Глухов, А. А. Анфилатов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. — 2007. — № 3. — с. 8–11.
5. Улучшение эффективных и экологических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле/В. А. Лиханов, А. Н. Чувашев, А. А. Глухов, А. А. Анфилатов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. — 2007. — № 4. — с. 10–13.
6. Чувашев, А. Н. Исследование рабочего процесса дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/Санкт-Петербург, 2007. — 18 с.
7. Чувашев, А. Н. Исследование рабочего процесса дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/Киров, 2007. — 167 с.

## Принципы формирования и развития терминальных систем в Узбекистане

Эрназарова Ление Мансуровна, старший преподаватель;  
Азизов Бекзод Дильшодович, студент;  
Кулмурадов Дилшод Истамович, ассистент  
Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

В настоящее время в Узбекистане и во многих странах логистику воспринимают — как некоторый набор функций, связанных только с транспортировкой грузов. Между тем, практика ведения бизнеса в развитых странах показывает, что логистике принадлежит стратегически важная роль в организации торговых потоков. Одним из наиболее распространенных в мировой практике принципов формирования региональных систем грузодвижения является создание терминальных комплексов вокруг крупных городских агломераций в пригородных зонах. [3].

Географическое расположение Республики Узбекистана является стратегически важным аспектом и стимулом развития сети современных складских комплексов и логистических центров торговой инфраструктуры, которые могли бы минимизировать логистические затраты производственных и торговых компаний по доставке грузов.

Сегодня, в Узбекистане только начинают появляться элементы логистического обеспечения торговли и транспортных перевозок грузов. Принимаются меры по налаживанию механизма для эффективного использования транспортных перевозок и транспортной инфраструктуры. Если ещё недавно для узбекских предпринимателей было достаточно организовать только доставку грузов от поставщика до получателя, то теперь сформировался устойчивый спрос на увеличение спектра услуг по организации перевозок товаров — это организация интермодальных перевозок, доставка по принципу «от двери до двери», таможенная очистка, расфасовка, упаковка, хранение, товаров и т.д. В связи с этим, возникла необходимость в институциональном развитии логистической отрасли Узбекистана, повышении качества предоставляемых услуг в области промышленной, торговой, информационной, транспортной, складской, управленческой и других видов логистики. В связи с этим, встаёт ещё один вопрос, который связан с наличием квалифицированных кадров в области логистики. Сегодня, развитие логистических услуг невозможно без обучения и повышения профессиональных знаний предпринимателей республики, а также преподавателей высших учебных заведений.

Правительство Узбекистана придаёт большое значение развитию международных коридоров, проходящих через территорию республики, обновлению транспортных магистралей, а также совершенствованию транспортной инфраструктуры Узбекистана. Для комплексного решения вопросов увеличения объёмов международных перевозок грузов, и привлечения транзитного грузопотока через тер-

риторию республики, уже сегодня необходимо начать активную работу над повышением качества услуг, предоставляемых транспортными и логистическими компаниями республики. В связи с этим, одним из приоритетов экономического развития республики стало внедрение на предприятиях Узбекистана систем управления качеством, соответствующих международным стандартам.

В настоящее время, национальные транспортные и логистические компании, не имеющие сертификации ISO 9001:2008 становятся неконкурентоспособными перед иностранными компаниями поставщиками транспортных и логистических услуг.

Учитывая возрастающую конкуренцию на международном рынке транспортных и логистических услуг, для транспортных компаний осуществляющих международные перевозки грузов необходимо в обязательном порядке провести сертификацию по ISO 9001:2008, так как соответствие этому стандарту определяет рациональность и эффективность системы и организации управления.

В целях достижения устойчивого развития системы управления качеством на автотранспорте необходимо организовать обучение и подготовку национальных кадров по Системе Управления Качеством (ISO9001:2008). Также необходимо организовать подготовку тренеров для обучения и повышения квалификации специалистов в области транспортной и складской логистики.

Анализ структуры экономического развития Узбекистана показывает, что в связи с улучшением и развитием транспортной инфраструктуры, увеличением объёмов транзита и региональной торговли, рынок логистических услуг в республике в ближайшие годы будет расти ускоренными темпами. Сегодня национальные транспортные и логистические компании хотят воспользоваться этой возможностью и развить свой бизнес, улучшить уровень предоставляемых логистических услуг до уровня международных стандартов.

Проведённые нами анализы показывают, что в настоящее время в транспортной отрасли Узбекистана насчитывается около 400 автотранспортных предприятий занятых грузовыми перевозками. С развитием рыночных отношений увеличилось количество малых и средних автотранспортных предприятий с небольшим количеством автомобилей. Средний возраст автотранспортных средств составляет 12 лет, в том числе 60% парка эксплуатируется свыше 15 лет, все они полностью изношены и подлежат списанию. Более того, большинство автотранспортных средств не отвечают международным стандартам

Евро-4, связанных с допустимой нагрузкой на ось и экологическими ограничениями, и, в результате этого, не допускаются к работе в Европе. В результате, большая часть узбекских автомобилей используются для перевозок товаров (например, хлопок, стройматериалы, товары народного потребления и сельхозпродукция) внутри страны.

Несмотря на указанные трудности, по официальной статистике происходит рост объема автоперевозок. Автомобильным транспортом в 2011 году перевезено 1149,4 млн. т. грузов, что на 8,8 процента больше, чем январь-декабрь 2010 года. Грузооборот в 2011 году увеличился на 7,0 процента и составил 26,1 млрд. т.-км.

Доля грузоперевозчиков входящих в категорию малого и среднего бизнеса в общем объеме грузооборота автомобильного транспорта в 2011 году составила 73,7 процента, против 72,6 процента в январе-декабрь 2010 года.

В январе-декабрь 2011 года всеми видами транспорта перевезено 1269,0 млн. т., грузов, что составляет 108,7 процента к уровню января-декабря 2010 года. Вместе с тем, грузооборот составил 80,9 млрд. т.-км и превысил уровень января-декабря 2010 года на 6,8 процента.

Роль автомобильных перевозок будет со временем увеличиваться, поскольку они являются более быстрыми и надежными, а так же связаны с более низким уровнем риска утраты или повреждения грузов. Вместе с этим, для ряда скоропортящихся продуктов и срочных товаров автоперевозки являются единственным реальным способом транспортировки. В силу этого, автомобильный транспорт является предпочтительным средством перевозки сельскохозяйственной продукции, текстильных изделий и других не сырьевых товаров, экспортируемых из Узбекистана.

За последние 5 лет темпы роста ВВП в Узбекистане составили в среднем 8,5%, что выше среднего показателя роста по Центральной Азии. Темп роста ВВП в 2011 году, фактически составил 8,5%, а за период 2000–2010 годы объемы ВВП увеличились в 2,1 раза, и поэтому показателю Узбекистан находится среди наиболее динамично развивающихся экономик мира. Устойчиво высокими темпами росли в истекшем году промышленное производство — 6,3%, производство продукции сельского хозяйства — 6,6%, объем розничного товарооборота — 16,4%. Объем потребительских товаров в 2011 году вырос на 11,2 процента. Объем экспортной продукции в 2011 году возрос против 2010 года почти на 15,4% и составил более 15 млрд. долларов США, или увеличился против 2000 года на 4,6 раза. Положительное сальдо внешнеторгового оборота превысило 4,5 млрд. долларов США.

В настоящее время из существующих на территории Узбекистана складских терминалов, только небольшое количество отвечает современным требованиям, предъявляемым к подобным комплексам и они, как правило являются специализированными и ориентированными на экспортную продукцию (например, хлопковые терминалы) или созданные для обеспечения грузовых перевозок и обслуживания специализированных свободных эконо-

мических и промышленных зон (СИЭЗ «Навои» и СИЗ «Ангрен»).

Проведенные исследования по стратегии развития транспортного сектора Узбекистана показали необходимость развития логистических центров и складских терминалов, как основных компонентов транспортной инфраструктуры.

Например, Узбекистан производит значительное количество сельскохозяйственной продукции (овощей, фруктов) однако из-за отсутствия соответствующих логистических центров по обработке, упаковке и их хранению, более 50% продукции становятся неконкурентными на внешних рынках.

В середине 2009 года было создано ЗАО «Центр логистики Ангрен» которое, является одним из самых крупных логистических центров по обслуживанию автомобильных и железнодорожных перевозок в Узбекистане. В настоящий момент международный центр логистики «Ангрен» располагает складами, комбинированным терминалом, подъездными путями и маневровыми площадками, гостиницей и охранными структурами. Площадь транзитно-грузового терминала занимает территорию площадью 8,6 гектара на которой имеются железнодорожные путевые линии для осуществления погрузочно-разгрузочных работ с железнодорожных вагонов. Мощности терминала могут перегружать до 22 контейнеров со складированием 60 контейнеров и обработкой до 1500 тонн на складских площадях. Объем перевозок через перевал «Камчик» компанией ЗАО «Центр логистики Ангрен» в 2011 году составил 4,2 млн. тонн грузов, что в 1,3 раза больше чем в 2010 году.

Для представления данных о международных транспортных коридорах, их протяженности, техническому состоянию, придорожной инфраструктуре, пунктах и правилах пересечения автотранспортных средств, перечне и размерах действующих платежей за въезд и транзит, запретах и ограничениях при въезде на конкретную территорию и т.д., ООО «Ассоциация по развитию бизнес логистики» создан Транспортный Информационно-Логистический Портал [www.logistika.uz](http://www.logistika.uz).

Наличие своевременной информации о складских терминалах позволило бы более эффективно спланировать производственный и перевозочный процесс, повысить рентабельность и снизить себестоимость товаров. Логистический Портал создал единую доступную для всех транспортных компаний и предпринимателей Центрально-азиатского региона информационную базу данных о наличии складских терминалов, их специализации, свободных площадях и тарифах, о наличии подвижного состава и грузов, а также статистическую базу грузового потока. [4]

Расширение сферы деятельности терминальных систем является закономерным с технологической точки зрения явлением. Оно соответствует аналогичным тенденциям и в мировой практике. Терминальные системы в зоне крупных городских агломераций имеют многоцелевое назначение и содержат как собственно терминалы для груп-

пировки грузовых отправок, так и снабженческо-сбытовые и оптово-розничные склады. Примером может служить терминальный комплекс под Парижем, GАРОНОР, концентрирующий более 30 складов различного назначения, арендуемых различными частными и государственными компаниями. Принципы конструирования и размещения подобных терминальных комплексов формировались в рамках более широких идей коммерческой логистики. Последние охватывают весь комплекс вопросов, связанных с движением материальных потоков хозяйственных систем. Таким образом, отличительной чертой логистической системы является акцент на согласование действий при приобретении, перемещении, складировании, реализации, а иногда и производстве сырья, полуфабрикатов, готовых изделий. В сферу действий логистической системы попадают и сфера производства, и сфера обмена. При этом критерием эффективности функционирования логистической системы является величина общих затрат на транспортно-распределительные операции.

Если последовательно рассмотреть все стадии движения сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, то можно выделить ряд основных логистических подсистем:

- во-первых, сферу снабжения. В этой подсистеме осуществляется движение от пунктов приобретения материальных предметов к производственным предприятиям по их переработке;
- во-вторых, сферу производства, осуществляющую переработку поступающих материальных потоков;
- в-третьих, сферу сбыта полуфабрикатов и готовой продукции;
- отдельно следует выделить также сферу транспорта, обеспечивающую физическое перемещение продукции.

В рамках традиционных подходов управление движением материальных потоков и состоянием материальных запасов в этих сферах осуществлялось изолированно. Логистический подход требует согласованности процессов перемещения и хранения продукции, при этом особое внимание уделяется вопросу «стыковки» между сферами сбыта, производства, снабжения, хранения и транспортировки. [2]

При определении общих принципов и основных перспектив развития терминальной системы необходимо предусмотреть ее расширение в свете описанного выше логистического подхода. Возможность такого расширения вытекает из следующих обстоятельств.

Группа проблем, поддающихся решению по мере развития терминальной сети, также связана во многом с узлом. Это дефицит складских площадей в городе, вынуждающий грузовладельцев хранить грузы в местах прибытия. Дефицит земельных ресурсов в городе обусла-

вливает необходимость вывода складов, не связанных с обслуживанием города, за черту города. Кардинальное решение проблемы складского хозяйства связано с созданием вокруг городов пояса транспортно-складских терминальных комплексов большой мощности. Это сняло бы остроту функционирования транспортного узла города и рационализировало бы работу хозяйственного комплекса.

«Как уже отмечалось выше, одним из основных препятствий развития логистического подхода является проблема согласования интересов контрагентов системы товародвижения и создания необходимых организационных предпосылок для интеграции управления транспортно-распределительными процессами. Благоприятные условия для преодоления этих трудностей созданы в настоящее время становлением рыночных отношений. Основы организационно-экономического механизма, с одной стороны, должны обеспечивать самостоятельность всех участников процесса движения материальных потоков и создание конкурентной среды, а с другой — экономическими регуляторами подталкивать их к решениям, согласующимся с интересами города и области. К числу таких регуляторов относятся налоги, тарифы, штрафные санкции, кредиты, инвестиции, лицензии.

В основу механизма экономического регулирования должны быть заложены следующие экономические принципы:

- полное удовлетворение объективной потребности населения и хозяйственного комплекса региона в грузовых перевозках;
- равная экономическая выгода владельцев транспортных средств и обслуживаемой клиентуры;
- взаимная материальная ответственность за конечные результаты товародвижения;
- прямая зависимость экономического положения участников процесса перемещения материальных потоков от конечных результатов работы;
- равноправное сотрудничество владельцев транспортных средств с обслуживаемой клиентурой на основе договорных отношений;
- максимальное удобство пользования транспортом, предоставление широкого круга услуг, освобождение клиентуры от несвойственных ей функций.

Особенно перспективным является создание на базе рассмотренных логистических концепций комплексных систем, охватывающих транспортное, складское и экспедиционное обслуживание. Основой таких систем должны стать современные, отвечающие международным стандартам, высокомеханизированные грузонакопительные и грузоперерабатывающие терминальные комплексы многоцелевого назначения с широким комплексом услуг.

#### *Литература:*

1. Каримов, И. А. Все наши устремления и программы — во имя дальнейшего развития Родины и повышения благосостояния народа // Народное слово — 2011 — 22 января.

2. В. А. Топалиди, К. М. Сидикназаров, И. С. Садыков, Н. М. Чубенко и др. «Международные автомобильные грузовые перевозки», том 1, том 2. Учебное пособие — Ташкент, 2005 г.
3. Межох, З. П. Маркетинг в бизнес-планировании // железнодорожный транспорт, 2001, № 8, с. 72–75.
4. [www.logistika.uz](http://www.logistika.uz).

## 12. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

### Совершенствование методики отбора проб для определения качества столового винограда

Тарабрина Ирина Викторовна, аспирант  
Киевский национальный торгово-экономический университет (Украина)

*Актуальностью совершенствования методики отбора проб для определения качества столового винограда является определение представительной пробы для определения товарного качества и средней пробы для определения химического состава столового винограда. Лежкость ягод столовых сортов винограда рассматривается как свойство гроздей в течение длительного периода времени сохраняться в свежем виде без явных потерь и ухудшения качества, которая связана с биологическими особенностями сортов (ранних, средних и поздней степени созревания), экологическими условиями их выращивания и особенностями применяемой агротехники.*

**Ключевые слова:** столовый виноград, отбор проб, химический состав, качество

Сортамент современных сортов столового винограда позволяет обеспечить население виноградом в свежем виде на протяжении приблизительно 3-х месяцев, например, специальные промышленные хранилища с регулированием газовой среды позволяют хранить виноград до нового урожая без заметного снижения его товарного качества, а в домашних условиях некоторые сорта столового винограда можно хранить до конца февраля — начала марта. [1]

Для проведения экспериментальных исследований для изучения методики отбора проб была изучена средняя энергетическая ценность 100 г сырого веса ягод свежего

винограда, которая в среднем содержит: 1 г сахара равен 5,1 ккал, 1 г белка — 4,8 ккал. Коэффициент пересчета в кДж равен 4,18. [4] Энергетическая ценность исследуемых сортов представлена в таблице 1

Наиболее подходящие для длительного хранения сорта столового винограда преимущественно среднепозднего и позднего сроков созревания, которые имеют большие мясистые ягоды и толстую, относительно крепкую кожицу и сахаристость не менее 15%—16%, благодаря увеличению содержания сахара в ягодах сортов столового винограда увеличивается лежкость ягод. [5,6]

Таблица 1

Пересчет энергетической ценности 100 г сырого веса ягоды исследуемых сортов винограда

№	Сорт винограда	Энергетическая ценность	
		кДж	ккал
1	Агадаи	317,3	1326,3
2	Гузаль Кара	333,6	1394,5
3	Карабурну	345,3	1443,4
4	Карабурну (Молдавия)	328,1	1371,5
5	Кардинал	318,5	1331,3
6	Кишмиш	390,0	1630,2
7	Кишмиш (Турция)	365,3	1527,0
8	Молдова	359,1	1501,0
9	Молдова (Молдавия)	390,0	1630,2
10	Мускат Гамбургский	390,0	1630,2
11	Мускат Итальянский	315,2	1317,5
12	Нимранг	319,8	1336,8
13	Траминер Розовый	321,7	1344,7
14	Траминер Розовый (Италия)	346,1	1446,7

Наибольшую лежкость до полугода (в среднем 4–6 месяцев) имеют такие сорта, как Молдова, Асма, Тайфи розовый, Нимранг, Ришбаба, средняя лежкость у таких сортов столового винограда — Мускат гамбургский, Агадаи, Ташлы, Коарна нягрэ и др.; низкая — Жемчуг Саба, Кардинал, Королева виноградников и др.

Согласно существующему стандарту ДСТУ 2438–94 (ГОСТ 25896–94) «Виноград свежий столовый. Технические условия» для контроля качества свежего столового винограда от каждой партии для составления объединенной пробы отбирают не менее трех ящиков до 100 ящиков в партии, более 100 ящиков — дополнительно по одному ящику от каждого последующих полных или неполных 100 ящиков. Количество выборочной пробы для разных случаев представлена в таблицах 2 и 3, представленных ниже.

С каждого ящика, взятого из разных мест партии отбирают не менее трех точечных проб, примерно равных по массе, сверху, изнутри, снизу, вручную без повреждения продукции. С точечных проб составляют объединенную пробу.

Обычно виноград фасуют в ящики по 6–7 кг, а иногда емкостью более 7 кг в специализированные ящики в зависимости от предприятия, также встречаются фасовки от 5–10 кг, а когда свежий виноград сразу отправляют для потребления и продажи на местных рынках — то фасуют в ящики или специальные контейнеры массой от 12–15 кг.

Хранят грозди столовых сортов винограда в ящиках, в которых виноградные гроздья распределяются одним слоем гребненожками вверх, при этом на дно ящика расстилают чистую бумагу или насыпают опилки лиственных

пород, иногда используют рисовую мякину. Если от трех ящиков в выборке общим весом надо взять в объединенную пробу из расчета 3% до 18 кг, а от ящиков весом 7 кг в объединенную пробу отбирается 21 кг, от ящиков весом 8 кг — 24 кг винограда и т.п., то в соответствии с нормативными данными стандарта этого количества хватает для определения качества всей партии (табл. 3).

В партии винограда было 680 кг, в каждом ящике по 7 кг, следовательно согласно требованиям ГОСТ, надо взять в объединенную пробу из расчета 3% — 21 кг. Поэтому качество, определенное через все объединенные пробы сравнивается с качеством целой партии.

Однако наши исследования говорят о том, что этого количества явно не хватает для точного определения качества партии свежего винограда сортов Кардинал, Мускат Гамбургский, Мускат Итальянский, Траминер Розовый. [5]

Сходство результатов было только при анализе объединенной пробы 42 и 49 кг, стоит упомянуть, что сравнительная оценка качества, определенная через объединенные пробы, свидетельствует о том, что если отбирать пробы согласно стандарту, то есть 3% веса выборки, в нашем случае это 21 кг, то эти объединенные пробы не гарантируют правильного определения. Объединенная проба должна быть не менее 42–49 кг.

В заключении, результаты опытов показали, что представительной объединенной пробой из партии до 100 мест тары является проба весом 42–49 кг. Из этого следует и выходить, добавляя следующие 7–8 ящиков сверх 100 по одному ящику в выборку или примерно 17,5–18,5 кг до объединенной пробы в 49 кг.

Таблица 2

Количество винограда для определения объединенной пробы от каждой партии

№	Количество ящиков, шт.	По 6 кг каждый, количество, кг	По 7 кг каждый, количество, кг	Количество ящиков, отобранных для выборки, шт.	Количество кг в отобранных ящиках, по 6 кг каждый	Количество кг в отобранных ящиках, по 7 кг каждый	% от всей партии
1.	100	600	700	3	18	21	3.00
2.	200	1200	1400	4	24	28	2.00
3.	300	1800	2100	5	30	35	1.67
4.	400	2400	2800	6	36	42	1.50
5.	500	3000	3500	7	42	49	1.40
6.	600	3600	4200	8	48	56	1.33
7.	700	4200	4900	9	54	63	1.29
8.	800	4800	5600	10	60	70	1.25
9.	900	5400	6300	11	66	77	1.22
10.	1000	6000	7000	12	72	84	1.20

Таблица 3

Количество винограда для определения объединенной пробы от каждой партии

№	Количество ящиков, шт.	По 5 кг каждый, количество, кг	По 8 кг каждый, количество, кг	По 9 кг каждый, количество, кг	По 10 кг каждый, количество, кг	По 11 кг каждый, количество, кг	По 12 кг каждый, количество, кг	По 13 кг каждый, количество, кг	По 14 кг каждый, количество, кг	По 15 кг каждый, количество, кг
1.	100	15	24	27	30	33	36	39	42	45
2.	200	20	32	36	40	44	48	53	56	60
3.	300	25	40	45	50	55	60	65	70	75
4.	400	30	48	54	60	66	72	78	84	90
5.	500	35	56	63	70	77	84	91	98	105
6.	600	40	64	72	80	88	96	104	112	120
7.	700	45	72	81	90	99	108	117	126	135
8.	800	50	80	90	100	110	120	130	140	150
9.	900	55	88	99	110	121	132	143	154	165
10.	1000	60	96	108	120	132	144	156	168	180

*Литература:*

1. Конвісер, І. О., Болілий О. С. Наукові основи зберігання харчових продуктів. — К.: КДТЕУ, 2001. — 236 с.
2. Малых, Г. П. Ресурсный почвенно-климатический потенциал винограда, ГНУ Всероссийский НИИ виноградарства и виноделия им. Я. И. Потапенко. — Новочеркасск: Изд-во ГНУ ВНИИВиВ, 2014—254 с.
3. Пелях, М. А. Справочник виноградаря. М.: Колос, 1971, 344 с. с ил.
4. Проблемы устойчивого ведения виноградарства: Материалы междунар. научно-проект. конф, Новочеркасск, 8–9 августа, 2002 г. — Новочеркасск: ГНУ ВНИИВиВ им. Я. И. Потапенко, 2004. — 200 с.
5. Тарабріна, І. В. Конкурентоспроможність сортів столового винограду // Товари і ринки. Міжнародний науково-практичний журнал. 2/2009. — с. 96–101
6. Тарабріна, І. В. Порівняльна господарсько-товарознавча оцінка сортів столового винограду в Україні // Обладнання та технології харчових виробництв [Текст]: темат. зб. наук. пр./Голов. ред. О. О. Шубін; Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. — 2010. — Вип. 25. — 384 с., — с. 241–246

## 13. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

### Системный концептуальный анализ промышленного процесса получения бутилового ксантогената калия на уровнях «цех» и «химическая реакция»

Долгачев Александр Сергеевич, магистрант;  
Бутенко Людмила Николаевна, доктор химических наук, профессор;  
Шишкин Евгений Вениаминович, доктор химических наук, доцент  
Волгоградский государственный технический университет

*С помощью системного концептуального анализа выявлены основные недостатки промышленного процесса получения бутилового ксантогената калия на уровнях «цех» и «химическая реакция». Определены основные направления совершенствования рассматриваемого производства.*

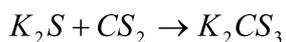
**Ключевые слова:** бутиловый ксантогенат калия; системный концептуальный анализ; химическая технология.

Алкилксантогенаты щелочных металлов используются при обогащении руд тяжелых цветных, благородных и редких металлов в качестве флотореагентов-собираателей. В настоящее время в России производится только бутиловый ксантогенат калия. Он эффективен для флотации всех сульфидных руд, а также окисленных минералов свинца и меди после их сульфидизации в гидрометаллургической промышленности. Кроме флотации данное вещество находит применение в качестве ультраускорителя для самовулканизирующихся клеев и при низкотемпературной вулканизации [1].

В промышленных условиях бутиловый ксантогенат калия получают взаимодействием бутанола и сероуглерода в присутствии гидроксида калия при мольном соотношении  $KOH : CS_2 : C_4H_9OH : H_2O = 1 : 1 : 2,87 : 4,88$  [2].



Процесс ксантогенирования является периодическим, характеризуется высокой скоростью и интенсивным тепловыделением. При этом возможно протекание побочных реакций за счет взаимодействия сероуглерода со щелочью [3]:



Системный анализ является универсальной научной методологией. Это наиболее последовательная реализация системного подхода к решению проблем в различных сферах человеческой деятельности. Сущность системного подхода сводится к тому, что деятельность любой части системы оказывает некоторое влияние на деятельность всех других ее частей. Этот принцип есть следствие известного положения диалектики, требующего рассмотрения всех явлений в их причинной зависимости. Системный подход широко используется в процессах анализа действующих и создания новых высокоэффективных химико-технологических систем. Спрос на бутиловый ксантогенат калия постоянно увеличивается за счет развития цветной металлургии и роста потребления цветных металлов. Вследствие этого применение системного анализа для выявления недостатков существующего производства и их дальнейшего устранения является актуальной задачей.

Для выявления недостатков рассматриваемого процесса было решено провести системный анализ на уровнях «цех» и «химическая реакция». Производство бутилового ксантогената калия состоит из стадий подготовки сырья, синтеза, сушки раствора ксантогената и регенерации спирта. Результаты анализа на уровне «цех» представлены в таблице 1.

Таким образом, из таблицы 1 видно, что основные проблемы возникают на стадиях синтеза и регенерации спирта. Следует отметить, что многие возможные недостатки стадии сушки решены на действующем производстве при помощи использования распылительной сушилки специальной конструкции, что позволяет избегать местных перегревов раствора и возможности окисления ксантогената при сушке. Вследствие этого, на стадии сушки не было найдено недостатков.

При помощи системного анализа на уровне «цех» были выявлены следующие направления совершенствования процесса получения бутилового ксантогената калия:

- 1) Переход от периодического процесса к непрерывному;

Таблица 1

## Концептуальный системный анализ на уровне «цех»

Наименование элемента	Функция элемента	Недостатки элемента	Причины возникновения недостатков
Стадия подготовки сырья	Приготовление раствора КОН из концентрированного раствора или из чешуированного гидроксида калия	-	-
Стадия синтеза	Смешение исходных реагентов	Периодичность процесса	Высокая скорость реакции, интенсивное тепловыделение Побочные реакции, локальные перегревы
	Обеспечение оптимальных условий реакции ксантогенирования	Искусственное замедление скорости реакции	
	Получение раствора бутилового ксантогената калия	Образование побочных продуктов	
Стадия сушки	Упаривание жидкой среды раствора	-	-
	Сушка гранул ксантогената		
	Поддержание определенного размера гранул ксантогената		
	Получение водно-спиртового конденсата		
Стадия регенерации спирта	Разделение водно-спиртового конденсата на бутанол и воду	Высокая энергоемкость разделения	Выделение бутанола ректификацией на двух колоннах.

2) Предотвращение образования побочных продуктов;

3) Использование менее энергетически затратного по сравнению с ректификацией способа разделения смеси бутанол-вода.

Значительного внимания заслуживает и анализ самой химической реакции получения бутилового ксантогената калия. Большинство недостатков, найденных на этом уровне, обусловлены только природой веществ и их химическим строением, поэтому ответственный за данный аспект столбец таблицы был исключен. Результаты на уровне «химическая реакция» представлены в таблице 2.

Таблица 2

## Концептуальный системный анализ на уровне «химическая реакция»

Наименование элемента	Функция элемента	Недостатки элемента
Сероуглерод $CS_2$	Реагент	1) Образует взрывоопасные смеси с воздухом. 2) Низкая температура кипения ( $46^{\circ}C$ ) 3) Не смешивается с водой
Бутанол $C_4H_9OH$	Среда, реагент	1) Имеет высокое $pK_a$ 2) Ограниченно растворим в воде 3) Используется в значительном избытке
Гидроксид калия КОН	Реагент	-
Бутиловый ксантогенат калия $C_4H_9OC(S)K$	Целевой продукт	1) Ограниченно растворим в спирте, воде 2) Склонен к гидролитическому разложению при высоких температур
Вода $H_2O$	Среда, продукт	1) Смещает равновесие в сторону обратной реакции при образовании алкоколят-аниона 2) Обуславливает побочные реакции 3) Используется значительный избыток
Карбонат калия $K_2CO_3$	Побочный продукт	Загрязняет целевой продукт
Сульфид калия $K_2S$		
Тритиокарбонат калия $K_2CS_3$		

Результаты анализа на уровне «химическая реакция» позволяют выявить следующие направления совершенствования процесса:

- 1) Предотвращение образования побочных продуктов;
- 2) Максимально полное проведение реакции получения бутилата калия, смещение равновесия в сторону образования алкоголята;
- 3) Снижение расходных коэффициентов по бутанолу и воде.

Таким образом, на примере промышленного производства бутилового ксантогената калия подтверждена высокая эффективность системного подхода к совершенствованию действующих и разработке новых ХТС. С помощью системного концептуального анализа на уровнях «цех» и «химическая реакция» были выявлены основные направления совершенствования рассмотренного химико-технологического процесса.

#### Литература:

1. Абрамов, А. А. Флотационные методы обогащения / А. А. Абрамов. — М.: Издательство Московского государственного горного университета, издательство «Горная книга», «Мир горной книги», 2008. — 710 с.
2. Регламент производства бутилового и изобутилового ксантогената калия на ОАО «Волжский Оргсинтез» в цехе № 3. — Введен 28.10.2011. — Волжский: 2011. — 113 с.
3. Ксантогенирование спиртов. Сообщение 1. Исследование кинетики реакции ксантогенирования алифатических спиртов C1-C7 нормального строения в водном растворе гидроксида калия / А. И. Вальдман [и др]; ВолгПИ. — Волгоград, 1984. — 30 с. — Рукопись деп. в ОНИИТЭхим (г. Черкассы) 19.04.1984, № 476хп-Д84.

## Современное использование альтернативных топлив для автотранспорта

Кольцова Елена Сергеевна, магистрант;

Иванникова Елена Михайловна, кандидат технических наук, доцент;

Систер Владимир Григорьевич, доктор технических наук, профессор;

Ямчук Анастасия Игоревна, старший преподаватель;

Цедилин Андрей Николаевич, кандидат технических наук, доцент

Московский государственный машиностроительный университет

Нестабильность мировых цен на минеральное топливо, сокращение его запасов, проблемы с транспортировкой заставляют искать альтернативные источники топлива, которые максимально приближены к его потребителям. Топливо можно получать не только из нефти. Например, альтернативой минеральному топливу выступает биотопливо, для производства которого активно вовлекается сельское хозяйство и которое используется на автотранспорте и сельхозтехнике. К 2020 году прогнозируется увеличение потребления биотоплив до 80 млн. т, что будет соответствовать приблизительно 20% общего потребления транспортных топлив.

На сегодняшний день, самый распространённый вид биотоплива — биоэтанол. Его доля составляет 82% всего производимого в мире топлива из биологического сырья (Рис. 1). Ведущими его производителями являются США и Бразилия. Второе место среди производимых и потребляемых биотоплив занимает биодизель. В Европейском Союзе сосредоточено 49% производства биодизеля.

Биоэтанол — этиловый спирт, полученный в результате спиртового брожения с последующей ректификацией или гидролизным методом из возобновляемого растительного сырья. В качестве растительного сырья могут выступать сахарный тростник, пшеница, стебли пшеницы, ржи,

ячменя, сахарной свеклы, кукурузы, древесных опилок, то есть все то, что содержит крахмал или сахар. Топливный биоэтанол отличается от других спиртов нормируется ГОСТ Р 53200—2008 ТУ «Денатурированный топливный биоэтанол» предельно допустимым содержанием влаги.

Главным достоинством использования биоэтанола в качестве альтернативного топлива является экологичность. Использование биоэтанола в качестве топлива позволяет снизить выбросы диоксида углерода, являющегося парниковым газом. Максимальное снижение выбросов CO<sub>2</sub> может быть достигнуто при производстве этанола из целлюлозосодержащих отходов (например, отходов лесной промышленности, 52%); теоретический максимум снижения выбросов — 82% — может быть достигнут при производстве этанола из целлюлозной биомассы проса *Panicum virgatum*, однако такие производства в настоящее время отсутствуют.

Первое место по производству биоэтанола занимает США. Ведущей ассоциацией производителей этанола в США является ассоциация RFA (RenewableFuelAssociation). На территории США действует 194 завода по производству биоэтанола, 163 завода используют исключительно кукурузу, 14 заводов используют сборное сырьё из кукурузы и сорго, 3 завода

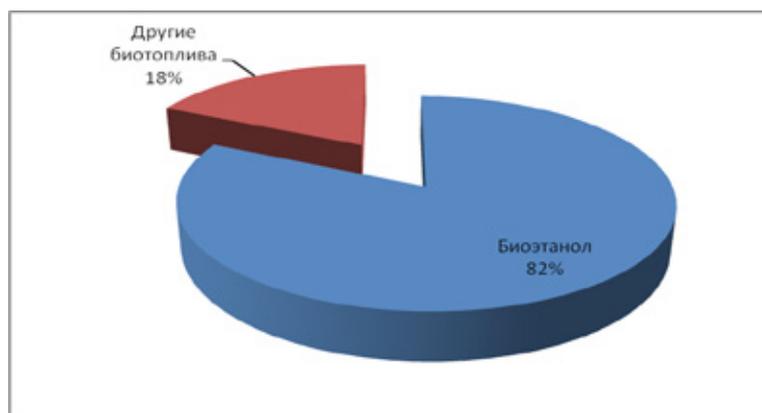


Рис. 1. Доля биоэтанола в мировом объеме производства биотоплива

работают на отходах пиво-алкогольного производства, 4 завода — на целлюлозе (древесные опилки, полевые отходы). Остальные 12 заводов используют преимущественно кукурузу, но мощности загружают и другим сырьём, типа ячмень, сахарная меласса, отходы переработки картофеля, крахмал, сырная сыворотка. Использование кукурузы в качестве сырья для получения биоэтанола в США объясняется благоприятными условиями для выращивания. После переработки кукурузного зерна остается побочный продукт — зерновой дистиллят, который используется в качестве корма для скота. Кукуруза не обладает максимальным выходом биотоплива, в отличие от сахарного тростника, но по технологическим и экономическим причинам в настоящее время остается лидером среди других видов сырья.

Бразилия является вторым по величине после США производителем этанола в мире с выпуском в 24,9 млрд. литров. Ведущей ассоциацией производителей биоэтанола в Бразилии является UNICA (Brazilian Sugarcane Industry Association). В 2009 г. в Бразилии функционировало 440 сахарных заводов. Сегодня Бразилия обеспечивает 40% своих потребностей в автомобильном топливе за счет использования биоэтанола — это рекордно высокий результат. Отличительной чертой Бразильского рынка является то, что в стране производится и продается потребителям 2 вида этанола: обезвоженный (с 0,5% содержанием воды — является в США стандартом) и гидратный (с 5% содержанием воды) этанол.

Европейский союз (ЕС) — третий по величине производитель топливного этанола в мире. Объем производства топливного этанола в ЕС в 2009 г. составил 3,7 млрд. литров, что на 30% выше по сравнению с 2,8 млрд. литров в 2008 г. Ведущей ассоциацией биотопливных производителей в Европе является ассоциация eBio. Производством этанола в ЕС занимается 18 стран-членов содружества. Самым крупным производителем этанола по-прежнему остаётся Франция (1,25 млрд. литров в 2009 г. — 33,3% общеевропейского производства). Также увеличили своё производство Германия (750 млн. литров) и Испания (465 млн. литров).

В России источником получения растительной биомассы для получения этанола на сегодняшний день является зерно злаковых, причем могут быть использованы низкосортные высокопродуктивные технические сорта зерна, непродовольственное фуражное зерно, а также морозобойное или поврежденное болезнями зерно, рапс. В 2012 году во Владивказе был пущен в эксплуатацию первый завод по производству биоэтанола в России. Суточная производительность завода 200 т. Биоэтанол, произведенный в России, имеет хорошие перспективы для продвижения на рынках Европейского Содружества и Японии. Потенциальный размер рынка российского биоэтанола оценен экспертами в 850 млн. литров.

Существенным недостатком биоэтанола является его повышенная гигроскопичность, вследствие которой в бензобаке может накапливаться влага. Применение специальных емкостей для хранения биоэтанола поможет избавиться от этого недостатка, но при этом, существенно усложняется конструкция автомобиля и требуются дополнительные капитальные вложения.

Однако, на сегодняшний день в России производство и использование биоэтанола не распространено и прежде всего это связано с тем, что Российская Федерация обладает большими запасами углеводородного сырья. Кроме этого, как указано выше, спирт и его смеси с бензином не замерзают, но еще больше склонны к поглощению влаги. На определенном этапе это может привести к расслоению топливной смеси, что недопустимо. Ситуация усугубляется тем, что даже если сразу расслоения не произойдет, резкие перепады температуры могут привести к появлению в топливной системе водяного конденсата. При низких температурах он замерзает и приводит к забивке топливопроводов, фильтров и др. Влага также способствует появлению коррозии. Таким образом, для районов с резко континентальным климатом, а это практически вся территория Российской Федерации, спирто-бензиновые смеси могут оказаться непригодными.

Именно поэтому целесообразно производить и использовать в качестве альтернативного топлива в России биодизель. Биодизельное топливо является экологически

менее вредной альтернативой дизельному топливу минерального происхождения.

Для получения биодизельного топлива используют растительные или животные жиры. Сырьём могут быть рапсовое, соевое, пальмовое, кокосовое масло, или любого другого масла, а также отходы пищевой промышленности. Разрабатываются технологии производства биодизеля из водорослей. Биодизель можно получить тремя способами: с использованием гомогенного катализатора, гетерогенного катализатора и безкаталитическим методом при сверхкритических параметрах. Последний способ получения более удобный, так как не требует реге-

нерации и замены катализатора. В России постоянно ведутся научные исследования по всем трем направлениям, кроме этого, Россия обладает большими сельхозплощадями и вполне могла бы выйти на лидирующие позиции в мире по производству биодизельного топлива. Однако, в настоящее время Россия только экспортирует исходное сырье, а именно рапс, в страны ЕС для последующей переработки в биодизель. Но имеющийся научно-технический и ресурсный потенциал в совокупности с поддержкой государства может вывести Россию в ближайшее десятилетие на лидирующие позиции в производстве альтернативного биодизельного топлива.

#### Литература:

1. Иванникова, Е. М., Систер В. Г., Нагорнов С. А. Альтернативные топлива для дизельных двигателей: учебное пособие. М.: Машиностроительный университет, 2014. 187 с.
2. Википедия [электронный ресурс]: свободная энциклопедия. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>
3. В. В. Соколов, В. А. Лукшо, А. С. Теренченко, Д. В. Извеков, В. Г. Систер, Е. М. Иванникова Анализ физико-химических и химмотологических свойств образцов биодизельных топлив // Химическое и нефтегазовое машиностроение. — 2008. — № 11. — с. 42–44.
4. Систер, В. Г. Технология получения биодизельного топлива и грин-дизеля/Систер В. Г.// Труды МАМИ. — 2010. — № 243. — с. 53–55.
5. ГОСТ Р 52368–2005 (ЕН 590:2004). Топливо дизельное евро.
6. Ачегу, З. А., Короткова Т. Г., Константинов Е. Н. Производство спирта для моторного биотоплива. Матер. Всерос. научно-практ. конф. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. — 2007. — с. 14–16.
7. Иванникова, Е. М., Систер В. Г., Чирков В. Г. Альтернативные топлива для двигателей внутреннего сгорания // Альтернативная энергетика и экология. — 2014. — № 13. — с. 35–43.
8. Заварухин, С. Г., Яковлев В. А., Пармон В. Н., Систер В. Г., Иванникова Е. М., Елисеева О. А. Разработка процесса переработки рапсового масла в биодизель и высокоцетановые компоненты дизельного топлива // Химия и технология топлив и масел. — 2010. — № 1. — с. 3–7.
9. Систер, В. Г., Иванникова Е. М., Ямчук А. И., Чирков В. Г., Трохин И. С., Кожевников Ю. А. Промышленная экология
10. // Химическое и нефтегазовое машиностроение. — 2013. — № 3. — с. 41–43.

## 14. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

### Сбалансированная система показателей для управления энергоэффективностью на нефтеперерабатывающем предприятии

Лахов Юрий Александрович, соискатель

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

*Энергоэффективность на нефтеперерабатывающем предприятии является наиболее приоритетной задачей в течение последних лет. Благодаря прямой связи между эффективностью и снижением потерь, были предложены несколько концепций с акцентом на определение энергопотерь. Один из подходов исследования основывается на теории факторов производства, где используются существующие входные факторы и новые определенные факторы. Методика дает возможность уменьшить потери при помощи сбалансированной системы показателей. В статье рассмотрена определенная производственная система, на примере одной из технологических установок в составе нефтеперерабатывающего предприятия, ее границы и составляющие систему элементы, для определения воздействия факторов на систему, которые в свою очередь генерируют неучтенные потери.*

**Ключевые слова:** организация производства, методы и средства мониторинга, исследование и анализ организации процессов, нефтепереработка, энергопотери, сбалансированная система показателей, факторы производства.

В настоящее время нефтеперерабатывающие предприятия сталкиваются с большим ростом цен на сырье и энергию, что создает необходимость избегать любых потерь в производственном процессе с применением систем управления энергоэффективностью. Отсутствие на предприятии системы управления энергоэффективностью может привести к увеличению расходов на энергопотребление, невозможности достижения установленных федеральным и региональным законодательством требований по энергосбережению, понижению результативности и энергоэффективности процессов предприятия, снижению конкурентоспособности.

Рассматриваемая методика основана на адаптированной сбалансированной системе показателей и представляет собой изменение процесса потребления энергоресурсов для создания эффективного производства. Подход с использованием расчета потерь является основным условием для создания системы показателей. Полученные результаты будут использоваться для определения учета потерь сбалансированной системы показателей.

Промышленное производство в современных производственных структурах предприятий в настоящее время представляет собой довольно сложный процесс. Система определяется как целостная модель, взаимодействующая с различными внешними и внутренними факторами (входы, выходы, состояния). Она взаимодействует с человеческой, технологической, политической, правовой, экономиче-

ской и социально — культурной средами. Наименьшая часть производственной системы является независимой работающей системой. Можно определить эту действующую мини систему как систему, которая выполняет рабочие задание вместе с рабочей силой и ресурсами (оборудование, материалы) [5].

Определим дополнительные наиболее важные факторы производства и выделим связи между ними. К ним относятся персонал, ресурсы, процессы, а также факторы окружающей среды. Взаимодействие этих факторов должно быть как можно более эффективным. Разница между входом и выходом действующей системы рассматривается как потери. Более подробно определим потери существующие во всех факторах производства.

Факторы производства — это основные компоненты, используемые в процессе производства продукции, работ, услуг. С позиций системного подхода организация — это совокупность структуры предприятия как системы и способов функционирования ее элементов. Основным элементом производства является наименьшая единица производственной системы. Управляющая система тесно взаимосвязана с существующими объектами производства. Эти объекты производства могут быть разделены на группы, например, как элементарные факторы. Элементарные факторы включают в себя персонал или рабочую силу, технику и объекты производства. Эта группа является лишь одной из частей большинства факторов производства. Можно разделить эти факторы на две ос-

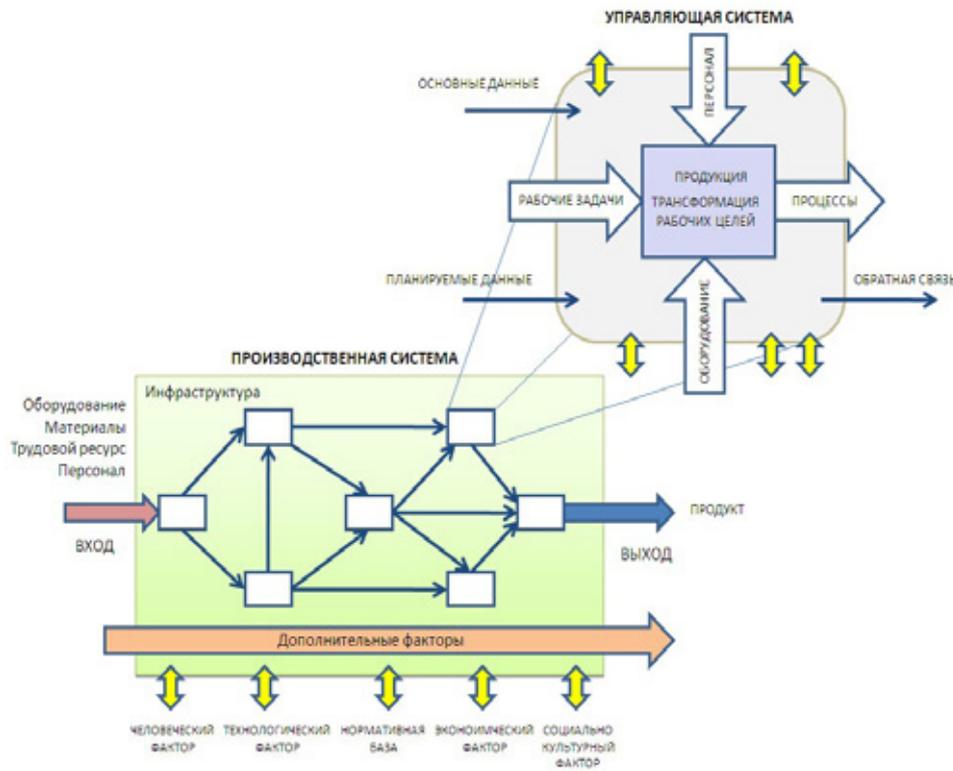


Рис. 1. Производственная система и управляющая система

новые группы и определить структуру входных факторов в зависимости от принадлежности и зависимости [8].

В первую группу входят простые производственные факторы. Они делятся на существующие факторы и расходные ресурсы, в основном это сырье и материалы, которые используются для получения выпускаемой продукции. В то время такие факторы, как рабочая сила и оборудование влияют на техническую производственную энергоёмкость, они не являются частью выходного продукта.

Другой возможной классификацией является разделение на первичные и производные факторы. Производные факторы включают в себя планирование, организацию и контроль деятельности системы производства и определяют состав элементарных факторов в производственном процессе. Применяемая методика позволяет уменьшить потери в производстве с применением сбалансированной системы показателей, включающей в себя дополнительные факторы, а именно касательно нематериальной сферы: управления, услуги, и информация [6].

Определим четыре основных фактора для управляющей системы. Это трудовые ресурсы, машины, материалы, и процессы. Также к основным факторам нужно добавить управление, окружающую среду и измерения. Энергия в качестве дополнительного фактора принадлежит к первичным факторам и классифицируется как поставляемая (покупаемая).

Для разработки модели системы показателей необходимо найти связь между факторами производства и по-

терями. Здесь можно принять классификацию потерь по персоналу, оборудованию, энергии и сырью, а также добавить показатели потерь и факторы производства, которые упоминались выше. Зависимости между этими факторами определяются возможными взаимосвязями. Исходя из этого, можно составить систему измерения и снизить потери в производстве. Для решения этой задачи используется адаптируемая сбалансированная система показателей.

Разработанная сбалансированная система показателей Капланом и Нортонем является основным инструментом для измерения и контроля эффективности предприятия. Метод дает видение миссий и общую стратегию предприятия, конкретных целей и показателей. Основная идея этого подхода — увидеть предприятие в четырех различных плоскостях

Одним из важных преимуществ метода является сочетание финансовых и не финансовых показателей. Четыре перспективы сбалансированной системы показателей являются независимыми друг с другом, но стоят в причинно-следственной связи. Это взаимодействие определяет ключевой рычаг для контроля управления [7].

Каждый индикатор может влиять на другую цель положительно или отрицательно. Для этой зависимости необходимо построить метрическую систему и увидеть, как показатели влияют друг на друга. Можно изменить предлагаемые показатели, чтобы определить специальные производственные потери. При этом можно решать двуединичную задачу оптимизации: либо максимизировать

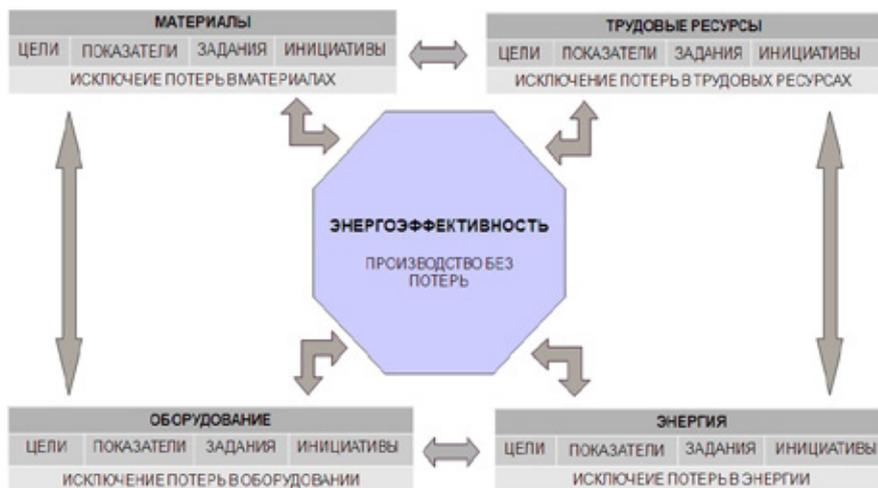


Рис. 2. Общая структура потерь сбалансированной системы показателей

значения выходных характеристик, либо сохраняя выходные значения на заданном уровне, минимизировать ресурсы [1].

Сбалансированная система показателей помогает реализовать достижение стратегических целей предприятия. В данной решаемой задаче — предотвращение потерь, где главная цель эффективное производство. Первоначально необходимо определить показатели, цели и действия для их достижения. Основными четырьмя перспективами в данном случае будут определены материалы, оборудование, энергия и трудовой ресурс. На следующем этапе необходимо выявление и определение потерь. Новые источники потерь могут быть установлены путем исследования рассматриваемой системы. Для измерения потерь, необходимо определить показатели. Для этого могут быть ис-

пользованы уже установленные производственные показатели. Чтобы выявить взаимодействие потерь в системе, необходимо составить стратегическую карту (рисунок 6). Это помогает выявить потери и выбрать правильные показатели. Кроме того, сбалансированная система показателей явно указывает на зависимости, происходящие между потерями и внутри системы [2].

Ниже показана систематическая методология уменьшения потерь в производстве с использованием сбалансированной системой показателей.

К первичным методам переработки относят процессы разделения нефти на фракции, используя ее потенциальные возможности по ассортименту, количеству и качеству получаемых нефтепродуктов. Рассмотрим второй вариант процесса перегонки нефти с двукратным ис-

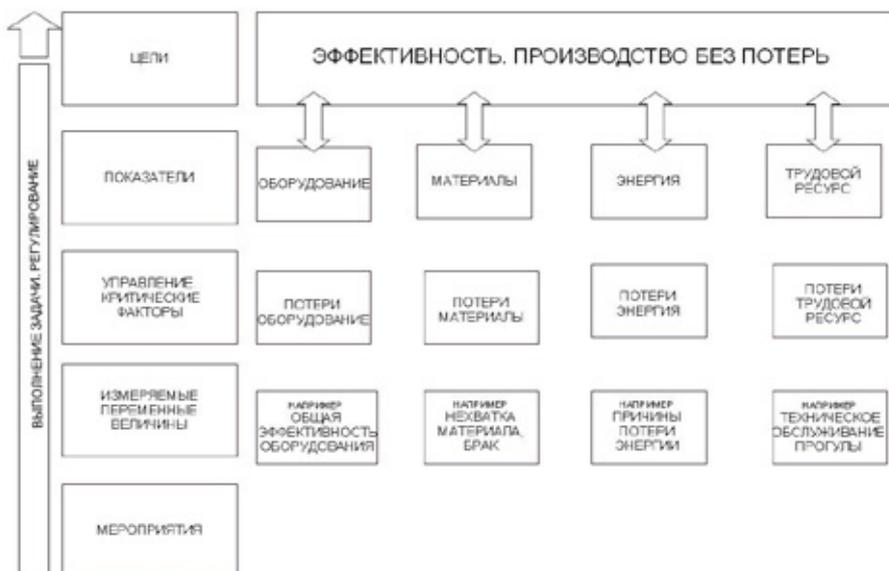


Рис. 3. Показатели потерь в производстве

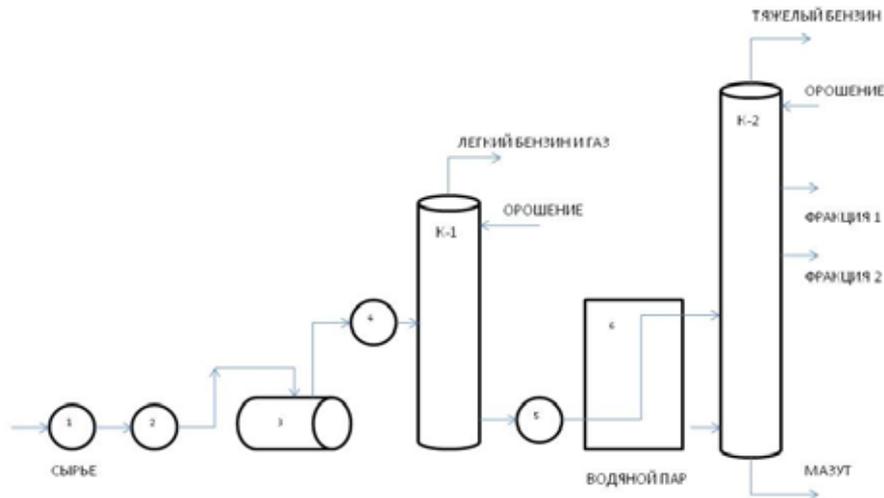


Рис. 4. Схема перегонки нефти с двукратным испарением

парением и разделением в двух ректификационных колоннах — в колонне предварительного испарения с отделением легких бензиновых фракций и в основной колонне. Схема с двукратным испарением представлена ниже.

В первой колонне отбирают легкий бензин и газ. При этом понижается общее давление в системе и давление в основной ректификационной колонне, в результате чего происходит более четкое разделение их в колонне. Сырая нефть забирается насосом 1 и через теплообменник 2 подается на обезвоживание в электродегидраторы 3. Обезвоженная и обессоленная нефть проходит вторую группу теплообменников 4, нагревается до температуры 210–220 С° и поступает в первую ректификационную колонну К-1, где отбирается легкая фракция бензина и газ. Остаток из колонны К-1, где отбирается горячим насосом 5, нагревается в трубчатой печи до 340–360 С° и поступает во вторую ректификационную колонну К-2, где отбираются все остальные фракции. В случае недостаточного нагрева нефти перед входом в колонну К-1 имеется возможность подать вниз колонны К-1 часть отбензиненной нефти, нагретой в печи 6, в виде горячей струи [4].

Для выявления потерь используем сбалансированную систему показателей и выделим границу производственной системы, где и будут определены на основные и дополнительные потери. Чтобы объединить потери, стратегическая карта показывает связи между потерями в определенных перспективах (оборудование, трудовые ресурсы, материалы, энергия). Далее показатели определяются в каждой перспективе, чтобы потом объединить все определенные потери.

Рассматриваемая схема перегонки нефти с двукратным испарением на рисунке 5 показывает основные части этого производственного процесса и потока сырья по всей системе. Кроме того, на рисунке показаны потоки распределения энергии, водоподготовки и подачи сжатого воздуха. Процесс перегонки нефти с двукратным испарением —

непрерывный производственный процесс. Технологическое оборудование внутри этой системы тесно связано друг с другом таким образом, что если одна из этих частей выходит из строя, то вся технологическая цепочка разрывается, в результате чего невозможно производить качественный конечный продукт.

Первый шаг создания системы показателей заключается в определении потерь в системе. Каждый вид потерь указывается на блок-схеме общего процесса получения бензина. Для добавления показателей, необходимо найти следствия и связи этих потерь. После объединения дополнительных потерь в одну основную, необходимо провести их измерения и оценку. Стратегическая карта помогает решить эту задачу.

По классической схеме целесообразно установить четыре перспективы. В данном примере это оборудование, рабочая сила, материалы и энергия. Определение потерь в обозначенных перспективах — это следующий шаг алгоритма действий. Важно знать, какие потери вызваны факторами производства. На рисунке 6 показана стратегическая карта с выявленными потерями. Для каждого определенного фактора линии показывают связи между происходящими потерями, которые существуют в системе и которые происходят с течением времени при настройке и наладке процесса. Для оценки производственных систем достаточно использовать основные и дополнительные потери. Для сравнительного анализа различных процессов необходимо определить ключевые показатели. Наиболее значимым показателем будет являться эффективность оборудования.

Нефтеперерабатывающие предприятия одни из самых энергоемких производств, для которых наиболее важно максимально эффективно использовать потребляемые ресурсы. Рассматриваемая сбалансированная система показателей реализует возможность определить потери в производственной системе и установить причины их возникновения. Данный метод может быть расширен другими

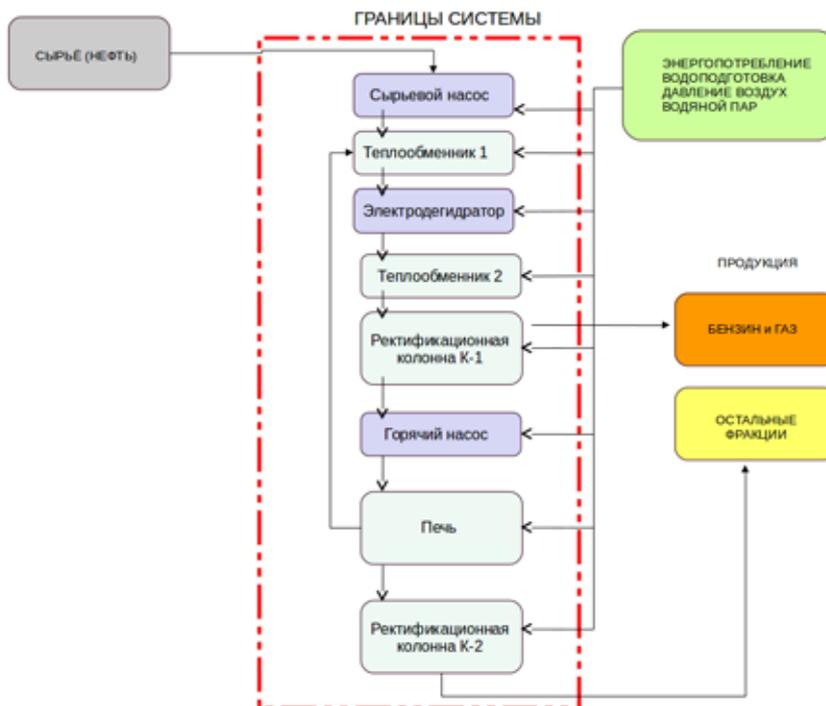


Рис. 5. «Граница системы» процесса перегонки нефти с двукратным испарением

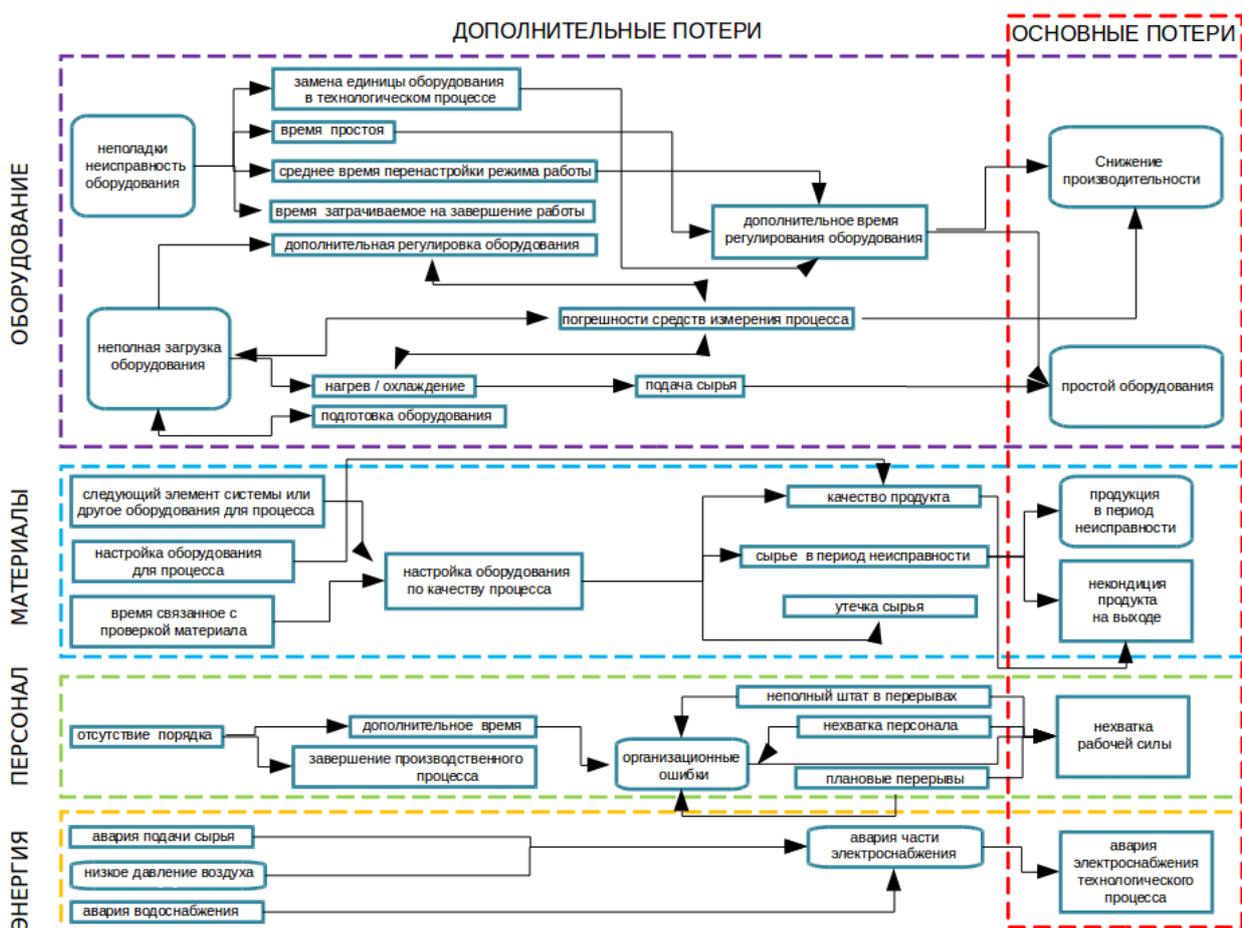


Рис. 6. Стратегическая карта потерь в системе

факторами производства для каждого уровня иерархии предприятия и в каждом кластере уровня предприятия (определенной границы). Необходимы дальнейшие исследования, чтобы определить показатели для измерения потерь в производственной системе нефтеперерабатыва-

ющего предприятия и правильного определения границ системы, так как изменение границ определенной системы включает в себя уже другой набор факторов производства и, соответственно, другие новые определяемые потери.

#### Литература:

1. Варжапетян, А. Г. Квалиметрия: Учеб. пособие/СПбГУАП. СПб., 2005. 176 с.
2. Рамперсад, К. Хьюберт. Универсальная система показателей деятельности: Как достигать результатов, сохраняя целостность. Перевод с англ. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. — 352 с. ISBN 5-9614-0068-9 Перевод А. Логинова, А. Лисицина, А. Лисовский. Научный редактор С. Турко
3. Банов, П. Г. Процессы переработки нефти. — М.: ЦНИИТЭ нефтехим, 2000. — 224 с. (т. 1)
4. Э. Квейд. Анализ сложных систем. Пер. с англ. Под ред. И. И. Ануреева, И. М. Верещагина. М., изд-во «Советское радио», 1969, 520 стр.
5. Markus Gram Manufacturing Science and Technology 1 (1): 12–22, 2013 A Systematic Methodology to Reduce Losses in Production with the Balanced Scorecard Approach.
6. Каплан Роберт С. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию/Каплан Роберт С, Нортон Дейвид П. Пер. с англ. — М. Павлова.: ЗАО Олимп-Бизнес, 2003. 304 с..
7. Кане, М. М. Системы, методы и инструменты менеджмента качества:/Кане М. М., Иванов Б. В., Корешков В. Н., Схиртладзе А. Г. Учебное пособие. — СПб.: Питер, 2008. — 560 с: ил. — (Серия «Учебное пособие»).

## Вопросы безопасности в Microsoft Office 365

Михеева Анастасия Игоревна, студент

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

### Microsoft Office 365

Microsoft Office 365 — это программный продукт, объединяющий набор веб-сервисов. Распространение происходит на основе подписки по схеме «программное обеспечение + услуги». Набор предоставляет доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами. [1]

Office 365 в первую очередь разрабатывался для обеспечения почтового хостинга, доступа к корпоративным социальным сетям и облачному хранилищу данных для бизнеса.

Для того, чтобы предоставлять услуги для разных типов бизнеса, а также для отдельных пользователей, которые хотят использовать пакет ПО Office на основе подписки,

с выходом Microsoft Office 2013 было осуществлено расширение Office 365. [2]

Таким образом Microsoft Office 365 является гибким, мобильным и экономичным инструментом, но при работе с «облаком» остро встает вопрос безопасности данных.

Рассмотрим, какие встроенные функции помогут сделать работу с данным программным продуктом более безопасной для данных.

### Политика безопасности

В Microsoft Office 365 имеется возможность использовать политику безопасности и ограничение времени действия пароля, чтобы обезопасить данные и ограничить доступ к приложениям. Также имеются различные настройки сроков обновления паролей в зависимости от профилей пользователей. Для пользователей облачных сервисов



Рис. 1. Логотип Microsoft Office 365



Рис. 2. Логотип Microsoft Office 365

по умолчанию пароли теряют актуальность спустя 90. Для пользователей облачных сервисов имеется возможность сброса пароля в режиме самообслуживания.

Предлагается несколько способов аутентификации при сбросе пароля — через офисный телефон, мобильный телефон, e-mail и секретные вопросы.

#### **Предупреждение потерь данных (DLP)**

Стратегия предупреждения потерь данных гарантирует сохранность и конфиденциальности персональных данных от несанкционированной загрузки, распространения или отправки по электронной почте. DLP доступна в SharePoint Online и Exchange, и может быть интегрирована с Enterprise Search. Вместе с этим можно создавать политики для ограничения сохранения контента в различных местах, таких как One Drive for Business и SharePoint Online.

При включении DLP для работы в режиме тестовой проверки он предоставит отчет о фактах несогласованной загрузки и хранения данных, нарушающих политику безопасности.

#### **Управление правами**

Управление правами позволяет защищать документы и электронную почту при помощи использования шифрования и связанной политики доступа.

Документы могут быть использованы только определенными пользователями для определенных целей. Можно установить правила соответствия содержания и создать настройки оффлайн-доступа, также как и уста-

новить политики на уровне документа, которые, например, не позволят неавторизованному пользователю открыть документ в формате Word, сохраненный на диск. Эта опция требует лицензии E3 или лицензии на управление правами в Azure.

#### **Шифрование сообщений в Office 365**

Шифрование сообщений в Office 365 требует ввода пароля и логина для чтения и ответа на письма. Оно осуществляется при помощи пароля однократного доступа для доступа к электронному письму. Шифрование сообщений доступно в E3 Office 365.

#### **Управление мобильными устройствами (MDM)**

Управление мобильными устройствами позволяет защищать данные на устройствах пользователей. MDM позволяет установить условия доступа, разграничить политики для различных пользователей, управлять мобильными устройствами и удалять с них данные при необходимости, частично или полностью. MDM свободно предлагается в пакетах коммерческой подписки на Office 365 с мая 2015 года.

#### **Многофакторная аутентификация**

Многофакторная аутентификация требует не только имя пользователя и пароль для доступа в Office 365. Она может быть устанавливаться для каждого пользователя индивидуально. Пользователи, помимо привычных логина и пароля, получают звонок на телефон или текстовое сообщение. Ответ на звонок или ввод полученного кода доступа в браузере обеспечивает аутентификацию с повышенным уровнем безопасности. Система может включаться в за-



Рис. 3. Логотип One Drive for Business



Рис. 4. Логотип Azure



Рис. 5. Логотип Exchange Online

висимости от IP-адреса, при этом запрашивая дополнительный код только при доступе из публичных сетей и деактивируясь при работе в офисе. Многофакторная аутентификация является бесплатной опцией в Office 365.

#### **Расширенная защита от угроз**

Exchange Online Protection защищает все почтовые ящики Exchange Online в составе подписки. Расширенная защита от угроз будет доступна в качестве дополнительной опции для борьбы с такими серьезными проблемами, как фишинг от лица доверенных источников и атаки вредоносного ПО через уязвимости приложений.

#### **Безопасность клиентских устройств**

Также решен вопрос безопасности клиентских устройств, которые имеют доступ в Office 365.

Обновления для решения проблем ИБ своевременно установлены.

Используя Active Directory Federation Services имеется возможность установить политики безопасности, которые ограничивают пользователей от входа в систему с определенных IP-адресов.

#### **Развертывание клиента Office**

Данный способ обеспечения безопасности обеспечивает актуальность клиентской версии Office через установку актуальных обновлений.

Пользователи имеют возможность гибкой настройки обновлений через определенные временные интервалы. Можно контролировать ситуацию через основанный на XML процесс Click2Run, доступный только в планах подписки Office 365 Pro Plus.

#### **Совместное использование контента**

Портал администратора предоставляет возможность включения или ограничения совместного использования контента. Имеется возможность контролировать использование контента в Office 365, включая сайты, календарь, Skype for Business и другие приложения. Присутствуют отчеты, демонстрирующие настройки совместного доступа к контенту. Администратор может изменить настройки непосредственно из консоли управления, без входа в настройки приложения.

#### *Литература:*

1. Работа с Office на любом устройстве // <https://products.office.com/ru-ru/?legRedir=default&CorrelationId=22c50f61-8ff6-4550-a2ff-c06aeabc309c> (дата обращения 10.06.2015).
2. Microsoft Office 2013 против Microsoft Office 365 // <http://www.pcworld.com/article/2026703/office-365-vs-office-2013-should-you-rent-or-own-.html> (дата обращения 14.06.2015).

## Анализ проблем обеспечения информационной безопасности электронной коммерции

Османов Азамат Ахматович, студент;

Юдин Демьян Евгеньевич, студент;

Тринкин Максим Григорьевич, студент;

Науменко Владимир Викторович, кандидат технических наук, ассистент  
Северо-Кавказский федеральный университет (г. Ставрополь)

Электронная коммерция включает в себя все формы деловых сделок, при которых взаимодействие сторон осуществляется электронным способом, в результате которого право собственности передается от одного лица к другому. Существует несколько видов электронной коммерции: бизнес-бизнес (торговля между предприятиями), бизнес-потребитель (торговля между потребителем и предприятием) и потребитель-потребитель (торговля между потребителями). Электронная коммерция реализуется при помощи электронных торговых площадок, которые имеют ряд проблем, связанных с обеспечением информационной безопасности. Рассмотрим угрозы безопасности электронной коммерции:

1. Замена страницы Web-сервера электронного магазина. Первостепенный способ реализации — переадресация запросов пользователя на другой сервер. Проводится путем замены записей в таблицах DNS-серверов или в таблицах маршрутизаторов. Особенно это опасно, когда заказчик вводит номер своей кредитной карты.

2. Создание ложных заказов и мошенничество со стороны сотрудников электронного магазина. Проникновение в базу данных и изменение процедур обработки заказов позволяет незаконно манипулировать с базой данных. По статистике больше половины всех компьютерных инцидентов связано с собственными сотрудниками.

3. Перехват данных, передаваемых в системе электронной коммерции. Особую опасность представляет собой перехват информации о кредитной карте заказчика. Проникновение во внутреннюю сеть компании и компрометация компонентов электронного магазина. Реализация атак типа «отказ в обслуживании» и нарушение функционирования или выведение из строя узла электронной коммерции.

Все это говорит о необходимости комплексной защиты. Реально защита часто ограничивается использованием криптографии (40-битной версии протокола SSL) для защиты информации между браузером клиента и сервером электронного магазина. Комплексная система защиты должна строиться с учетом четырех уровней любой информационной системы. Уровень прикладного программного обеспечения (ПО), отвечающий за взаимодействие с пользователем. Примером элементов этого уровня является браузер Opera, Steam сервис цифрового распространения компьютерных программ и игр, приложение интернет магазина AliExpress на смартфонах и др.

Уровень системы управления базами данных (СУБД), отвечающий за хранение и обработку данных информационной системы. Примером элементов этого уровня — СУБД Oracle, MS SQL Server, Sybase и MS Access. Уровень операционной системы (ОС), отвечающий за обслуживание СУБД и прикладного программного обеспечения. Примеры — ОС MS Windows NT, Sun Solaris, Novell Netware, Linux. Уровень сети, отвечающий за взаимодействие узлов информационной системы, примерами которого являются протоколы TCP/IP, IPS/SPX и SMB/NetBIOS [2].

Система защиты должна эффективно работать на всех уровнях. Иначе злоумышленник сможет реализовать атаку на ресурсы электронного магазина. Опасны и внешние и внутренние атаки. По статистике основная опасность исходит от внутренних пользователей электронного магазина (операторов системы). Для получения несанкционированного доступа к информации о заказах в базе данных есть следующие возможности: прочитать записи БД из MS Query, который позволяет получать доступ к записям многих СУБД при помощи механизма ODBC или SQL-запросов, прочитать нужные данные средствами самой СУБД (уровень СУБД), прочитать файлы базы данных непосредственно на уровне операционной системы. Затем отправить по сети пакеты со сформированными запросами на получение необходимых данных от СУБД или перехватить эти данные в процессе их передаче по каналам связи (уровень сети).

Обычно основное внимание уделяется нижним двум уровням — уровню сети и операционной системы. На уровне сети применяются маршрутизаторы и межсетевые экраны. На уровне ОС — встроенные средства разграничения доступа. Этого недостаточно. Предположим, что злоумышленник получил идентификатор и пароль пользователя базы данных магазина, либо перехватил их в процессе передачи по сети или подобрал при помощи специальных программ. И межсетевой экран, и операционная система пропускает злоумышленника ко всем ресурсам из-за предъявленных идентификатора и пароля авторизованного пользователя. Это является особенностью функционирования экрана и системы. Поэтому особое внимание следует уделить решения проблем, связанных с обеспечением защиты баз данных информационной системы торговой площадки.

Немаловажной проблемой является реализация злоумышленником атак типа «отказ в обслуживании», в связи

с этим разработке средств обнаружения атак в настоящий момент уделяется много внимания во всем мире. По прогнозам известных компаний объемы продаж этих средств до 900 миллионов долларов в 2003 году. Эти средства с одинаковой эффективностью функционируют внутри сети и снаружи, защищая от внешних несанкционированных воздействий [1].

Эти средства позволяют своевременно обнаруживать и блокировать сетевые атаки типа «отказ в обслуживании», направленные на нарушение работоспособности электронного магазина. Одним из примеров средств обнаружения атак — система Real Secure, разработанная компанией Internet Security Systems (Inc).

Любому программному обеспечению присущи определенные уязвимости, которые приводят к реализации атак. Необходимо своевременно обнаружить и устранить уязвимости информационной системы на всех уровнях. Помогут средства анализа защищенности и сканеры безопасности. Эти средства могут обнаружить и устранить много уязвимостей на сотнях узлов, в т. ч. и удаленных на значительные расстояния. В этой области также лидирует компания Internet Security Systems со своим семейством SAFESuite. Система включает функции поиска уязвимостей, работающих на всех четырех уровнях — Internet Scanner, System Scanner и Database Scanner. Совместное применение разных средств защиты на всех уровнях позволит построить надежную систему обеспечения информационной безопасности электронной коммерции. Такая система полезна и пользователям, и сотрудникам компании-провайдера услуг. Она позволит снизить возможный ущерб от атак на компоненты и ресурсы электронного магазина.

Рекомендуется использовать дополнительные средства защиты. Такие средства могут быть как свободно распространяемыми, так и коммерческими продуктами. Какие из этих средств лучше, решать в каждом конкретном случае по-своему. В случае нехватки денег на приобретение средств защиты приходится обращать внимание на бесплатные средства. Однако использование таких средств связано с некачественной защитой и отсутствием технической поддержки. Из коммерческих российских средств, реализующих большое число защитных функций можно назвать системы семейства Secret Net, разработанные предприятием «Информзащита». Вообще, исключительно техническими средствами решить задачу построения комплексной системы защиты нельзя. Необходим комплекс организационных, законодательных, физических и технических мер [3].

Часто организации используют частичные подходы для решения проблем с защитой. Эти подходы основаны на их восприятии рисков безопасности. Администраторы безопасности имеют тенденцию реагировать только на те риски, которые им понятны. На самом деле таких рисков может быть больше. Администраторы понимают возможное неправильное использование ресурсов системы и внешних атаки, но зачастую плохо знают об истинных уязвимостях в сетях. Постоянное развитие информаци-

онных технологий вызывает целый ряд новых проблем. Эффективная система обеспечения безопасности предполагает наличие хорошо тренированного персонала, который выполняет функции. Придерживается стандартизованного подхода к обеспечению безопасности, внедряет процедуры и технические средства защиты, проводит постоянный контроль подсистем аудита, обеспечивающих анализ потенциальных атак.

Непрерывное развитие сетевых технологий при отсутствии постоянного анализа безопасности приводит к тому, что с течением времени защищенность сети падает. Появляются новые неучтенные угрозы и уязвимости системы. Есть понятие — адаптивная безопасность сети. Она позволяет обеспечивать защиту в реальном режиме времени, адаптируясь к постоянным изменениям в информационной инфраструктуре. Состоит из трех основных элементов — технологии анализа защищенности, технологии обнаружения атак, технологии управления рисками. Технологии анализа защищенности являются действенным методом, позволяющим проанализировать и реализовать политику сетевой безопасности. Системы анализа защищенности проводят поиск уязвимостей, но наращивая число проверок и исследуя все ее уровни. Обнаружение атак — оценка подозрительных действий, которые происходят в корпоративной сети. Обнаружение атак реализуется посредством анализа журналов регистрации операционной системы и прикладного ПО и сетевого трафика в реальном времени. Компоненты обнаружения атак, размещенные на узлах или сегментах сети, оценивают различные действия.

Как частный и наиболее распространенный случай применения систем обнаружения можно привести ситуацию с неконтролируемым применением модемов. Системы анализа защищенности позволяют обнаружить такие модемы, а системы обнаружения атак — идентифицировать и предотвратить несанкционированные действия, осуществляемые через них. Аналогично средствам анализа защищенности средства обнаружения атак также функционируют на всех уровнях корпоративной сети. В качестве примера также можно привести разработки компании ISS, как лидера в области обнаружения атак и анализа защищенности [4].

Важнейшей частью в электронной коммерции, является система безналичных расчетов с помощью пластиковых карт, которая называется **электронной платежной системой**, и именно эта часть чаще всего, подвергается атакам и всякого рода посягательствам со стороны злоумышленников. Современную практику банковских операций, торговых сделок и взаимных платежей невозможно представить без расчетов с применением пластиковых карт. Поэтому для обеспечения нормальной работы электронная платежная система должна быть надежно защищена.

С точки зрения информационной безопасности в системах электронных платежей существуют следующие уязвимые места:

— пересылка платежных и других сообщений между банками, между банком и банкоматом, между банком и клиентом;

— обработка информации внутри организации отправителя и получателя сообщений;

— доступ клиентов к средствам, аккумулированным на счетах.

Пересылка платежных и других сообщений связана с такими особенностями:

— внутренние системы организаций отправителя и получателя должны обеспечивать необходимую защиту при обработке электронных документов (защита оконечных систем);

— взаимодействие отправителя и получателя электронного документа осуществляется опосредовано — через канал связи.

Эти особенности порождают следующие проблемы:

— взаимное опознание абонентов (проблема установления взаимной подлинности при установлении соединения);

— защита электронных документов, передаваемых по каналам связи (проблема обеспечения конфиденциальности и целостности документов);

— защита процесса обмена электронными документами (проблема доказательства отправления и доставки документа);

— обеспечение исполнения документа (проблема взаимного недоверия между отправителем и получателем из-за их принадлежности к разным организациям и взаимной независимости).

Для обеспечения функций защиты информации на отдельных узлах системы электронных платежей должны быть реализованы следующие механизмы защиты:

— управление доступом на оконечных системах;

— контроль целостности сообщения;

— обеспечение конфиденциальности сообщения;

— взаимная аутентификация абонентов;

— невозможность отказа от авторства сообщения;

— гарантии доставки сообщения;

— невозможность отказа от принятия мер по сообщению;

— регистрация последовательности сообщений;

— контроль целостности последовательности сообщений.

В целом очевидно, что электронная торговля как новая форма мирового рыночного хозяйства повышает эффективность экономики, а также формирует условия для ускорения промышленного роста. В процессе развития электронная торговля будет сталкиваться с новыми проблемами, в том числе проблемами информационной безопасности. Поэтому системы защиты электронной коммерции должны строиться с учетом четырех уровней любой информационной системы. Система защиты должна эффективно работать на всех уровнях, а поэтому проблеме обеспечения информационной безопасности следует уделить особое внимание, заключающееся в выборе необходимых средств защиты ещё на этапе проектирования информационных систем электронных торговых площадок.

#### Литература:

1. Энциклопедия интересных статей: сайт. — URL: <http://rusadvice.org/>
2. Интернет-издание, специализирующееся на бухгалтерской, юридической и налоговой тематике: сайт. — URL: <http://www.klerk.ru/>
3. Информационно-развлекательная сеть: сайт. — URL: <http://www.lghost.ru/>
4. Сайт, посвященный вопросам информационной безопасности: сайт. — URL: <http://protect.htmlweb.ru/>
5. Балабанов, И. Т. Интерактивный бизнес: Учебное пособие/И. Т. Балабанов. — СПб. и др.: Питер: Питер бук, 2007. — 123 с.
6. Брагин, Л. А. Электронная коммерция: учебное пособие/[Л. А. Брагин [и др.]; под общ. ред. Л. А. Брагина. — М. Экономика, 2006. — 286 с.
7. Гаврилов, Л. П. Мобильные телекоммуникации в электронной коммерции и бизнесе: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Коммерция (торговое дело)»/Л. П. Гаврилов, С. В. Соколов. — М.: Финансы и статистика, 2006. — 334 с.
8. Леонов, А. Тенденции российской электронной торговли/А. Леонов // Современная торговля. — 2009. — № 3. — с. 36–39.
9. Савинов, Ю. А. Проблемы использования сети Интернет для международной электронной торговли/Ю. А. Савинов // Внешнеэкономический бюллетень. — 2005. — № 3. — с. 3–12.
10. Филин, С. А. Информационная безопасность: учебное пособие/С. А. Филин. — М.: Альфа-Пресс, 2006. — 410 с.

*Научное издание*

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

III Международная научная конференция  
Санкт-Петербург, июль 2015 г.

*Материалы печатаются в авторской редакции*

Дизайн обложки: *Е.А. Шишков*

Верстка: *П.Я. Бурьянов*

Подписано в печать 24.07.2015. Формат 60x90 1/8.

Гарнитура «Литературная». Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 14,26. Уч.-изд. л. 9,65. Тираж 300 экз.

Отпечатано в типографии Издательства «Молодой ученый»  
420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 26