

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Рязанский государственный радиотехнический университет  
имени В.Ф. Уткина

# **МАТЕРИАЛЫ**

VI научно-технической конференции магистрантов  
Рязанского государственного радиотехнического  
университета

Рязань 2020

УДК 004

Материалы VI научно-технической конференции магистрантов Рязанского государственного радиотехнического университета. – Рязань: РГРТУ, 2020 - 408 с.

Освещаются вопросы разработки телекоммуникационной аппаратуры и сетей, обработки радиолокационных сигналов, оптических каналов связи, разработки и моделирования радиоэлектронных устройств различного назначения, алгоритмического обеспечения систем обработки изображений и распознавания образов, математического моделирования систем управления, организации работы информационно-вычислительных сетей, разработки информационных и биомедицинских систем и приборов, систем менеджмента качества, управления технологическими процессами, систем автоматизированного проектирования, микро- и наноэлектроники, разработки алгоритмического и программного обеспечения информационно-вычислительных систем, комплекс вопросов, касающихся информационных систем для экономики, финансов, менеджмента, государственного, муниципального и коммунального управления.

Авторская позиция и стилистические особенности публикаций полностью сохранены.

Ответственный редактор:

канд. техн. наук, доц. Миловзоров О.В.

© Рязанский государственный  
радиотехнический университет, 2020

## **СЕКЦИЯ РАДИОУПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗИ**

### **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЫДЕЛЕНИЯ СЛИТНОЙ РЕЧИ ИЗ ЗАШУМЛЕННОГО АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА**

А.Н. Евтенко

Научный руководитель – Лукьянов Д.И., канд. техн. наук, доцент

Цифровая обработка сигналов (ЦОС) в сфере обработки и передачи речевых сигналов (РС) получила широчайшее распространение и продолжает интенсивно развиваться. Это обусловлено прогрессом в области сотовой и мобильной связи, других видов цифровой связи, IP-телефонии. Все более значимыми становятся результаты работ по распознаванию и выделению речи из зашумленных акустических сигналов[1].

Первостепенным в разработке алгоритмов выделения слитной речи из зашумленного акустического сигнала является процесс фильтрации или частичной фильтрации шума в акустическом сигнале, содержащем речь.

Для фильтрации предлагается использование метода спектрального вычитания, совместно с фильтрами Хэмпеля и медианным фильтром. При их совместном использовании влиянием шумов снижается на 1-4 дБ, повышается быкастость.

Математический аппарат ЦОС стал частью практически любого научного исследования, связанного с измерительным процессом. Под обработкой сигнала для выделения из него речи понимают решение следующих основных задач:

- создание модели сигнала;
- определение параметров модели сигнала;
- обнаружение сигнала на фоне помех;
- выделение полезного сигнала из его смеси с шумом;
- преобразование сигнала из одного представления в другое.

Обработка речевого сигнала подразумевает формирование описания физических параметров восприятия речи на основе некоторой модели с последующим преобразованием полученного представления в требуемую форму [3].

Алгоритмы очистки РС от акустических шумов и последующего выделения из него слитной речи реализуются в программной среде MATLAB.

#### *Библиографический список*

1. Х. М. Ахмад, В. Ф. Жирков; Введение в цифровую обработку речевых сигналов: учеб. пособие / Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. – 192 с.

2. Аграновский А.В., Леднов Д.А. Теоретические аспекты алгоритмов обработки и классификации речевых сигналов. -Москва: Радио и связь, 2004. -164 с.

# ОБОСНОВАНИЕ РЕШАЮЩИХ ПРАВИЛ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ЧАСТИЦ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ДЛЯ АЛГОРИТМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ

А.А. Бауков

Научный руководитель – Кириллов С.Н., д-р техн. наук, профессор

Многие алгоритмы уменьшения видимости частиц атмосферных осадков на этапе их детектирования применяют пороговое сравнение последовательных кадров, результатом которого является карта всех движущихся объектов на видеоизображении. Из данной совокупности объектов с помощью решающих правил выделяются только те пиксели, которые принадлежат частицам осадков. Решающие правила большинства известных алгоритмов построены без учёта геометрических параметров данных частиц, то есть на основе только яркостной информации, или без проведения статистического анализа таких характеристик, что снижает вероятность их правильного распознавания. Это объясняет актуальность задачи выполнения статистического анализа геометрических параметров частиц осадков и обоснования решающих правил их детектирования.

Для каждой частицы на кадрах видеоизображений, на которых движущимися объектами являются только данные частицы, с помощью метода геометрических моментов [1] рассчитаны параметры: площадь  $S$  (количество пикселей), коэффициент формы  $\Phi$  (отношение большой и малой осей аппроксимирующей частицу эллипса) и отклонение  $\theta$  её ориентации от среднего по кадру значения. Построены решающие правила детектирования отдельно для частиц дождя и снега за счёт ограничения по уровням значимости распределений значений геометрических характеристик соответствующих частиц. Выражение решающего правила для капель дождя:

$$or[S \geq 727, and(6 \leq S < 76, \Phi < 1,29), and(76 \leq S < 727, \Phi < 1,45), and(76 \leq S < 727, or(\theta < -28,94^\circ, \theta \geq 31,71^\circ))]$$

Аналогичное решающее правило для снежинок:

$$or[S \geq 484, and(7 \leq S < 69, \Phi < 1,23), and(69 \leq S < 484, \Phi < 1,24), and(69 \leq S < 484, or(\theta < -67,83^\circ, \theta \geq 70,76^\circ))]$$

Если совокупность пикселей удовлетворяет выражению соответствующего правила, то принимается решение о том, что эта совокупность не является частицей осадков (каплей или снежинкой в зависимости от правила), и данные пиксели не подлежат дальнейшей обработке. Если совокупность не удовлетворяет выражению, то пиксели обрабатываются с целью уменьшения видимости частицы осадков. Уровень ошибки первого рода [2] для решающего правила детектирования частиц дождя составляет 0,63%, второго рода – 6,35%. Для решающего правила детектирования частиц снега эти величины составляют 1,4% и 10,14% соответственно.

## Библиографический список

1. Bossu J., Hautiere N., Tarel J. Rain or Snow Detection in Image Sequences through use of a Histogram of Orientation of Streaks // International Journal of Computer Vision. 2011.
2. Савинов А.Н., Иванов В.И. Анализ решения проблем возникновения ошибок первого и второго рода в системах распознавания клавиатурного почерка// Вестник ВУиТ. 2011. №18.

# СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖСИСТЕМНЫХ ПОМЕХ

А.В. Карпухина

Научный руководитель – Корнеев В.А., канд. техн. наук, доцент

При проектировании системы радиосвязи (СРС) важно учесть ряд исходных условий, влияющих на ее построение, а также электромагнитную обстановку. Для этого часто разрабатывают модели ЭМО с использованием вероятностно-статистического аппарата.

Электромагнитная обстановка (ЭМО) - совокупность электромагнитных явлений и процессов в данной области пространства в частотном и временном диапазонах. Учитывают влияние мешающих сигналов (МС) от систем радиосвязи (СРС) и полезных сигналов (ПС) на качество функционирования СРС. Среди МС выделяют внутрисистемные и межсистемные помехи. Под межсистемными помехами понимают МС между различными СРС, приемопередатчики которых работают на одинаковых частотах [1].

Всё разнообразие исходных условий, возникающих при функционировании СРС, может быть учтено при использовании двухкомпонентной и многокомпонентной моделей ЭМО.

Для наиболее простых ситуаций, соответствующих случаям отсутствия помех при функционировании СРС, следует использовать двухкомпонентную модель ЭМО, которая описывается следующим соотношением [2]:  $y_n(t) = S(t) + n(t)$ , где  $S(t)$  - связной сигнал;  $n(t)$  - внутренний шум линейного тракта приемника СРС;  $y_n(t)$  - аддитивная смесь  $S(t)$  и  $n(t)$ .

Для ситуаций, когда на входе линейного тракта приемника СРС присутствует межсистемные помехи, следует использовать многокомпонентную модель ЭМО [2]:  $y_n(t) = S(t) + \sum_{i=1}^m P_i(t) + n(t)$ , где  $P_i(t)$  -  $i$ -я межсистемная помеха;  $m$  - их количество;  $y_n(t)$  - процесс, описывающий ЭМО.

На основе вышеизложенного материала в среде программирования MatLab была построена многокомпонентная модель ЭМО для МС, близких по частоте к ПС. При этом предполагалось, что модуляция, энергетические характеристики и другие параметры межсистемных помех и ПС совпадают. Были найдены статистические характеристики сигнала без учета МС и при их наличии. Это позволило наглядно продемонстрировать искажение ПС и его спектра. При увеличении числа межсистемных помех и их мощности закон распределения аддитивной суммы  $y_n(t)$  стремился к нормальному.

Таким образом, при проектировании СРС важно учитывать потенциальные межсистемные помехи и разработать необходимые меры защиты.

## *Библиографический список*

1. Основы проектирования цифровых радиорелейных линий связи. Учебное пособие для вузов / М.А. Быховский, Ю.М. Кирик, В.И. Носов и др.; Под ред. профессора М.А. Быховского. – М.: Горячая линия–Телеком, 2014. – 332 с.

2. Дятлов А.П., Дятлов П.А. Анализ и моделирование обнаружителей и демодуляторов связных сигналов: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 176 с.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ СМЕСИ РЕЧИ И АКУСТИЧЕСКОГО ШУМА НА ВХОДЕ ПЕРВИЧНОГО КОДЕРА**

С.И. Косицына

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., канд. техн. наук, доцент

В телекоммуникационных системах существует необходимость в оценке акустического шума (АШ). АШ оказывает влияние на качество речевого сообщения (РС), а также влияет на работу алгоритмов VAD (voice activity detector –VAD). Под VAD понимают алгоритм позволяющий классифицировать участки речевого сигнала на речь и паузы.

В настоящий момент разработан ряд подобных алгоритмов. Область их применения достаточно широка, начиная от сжатия сигналов, заканчивая верификацией диктора по голосу. В основе таких алгоритмов лежат различные критерии, такие как энергия поддиапазонов, анализ спектральной формы сигнала, комбинированные подходы [1].

В данной работе рассмотрен комплексный подход к определению паузы РС. Алгоритм состоит из двух основных этапов:

- 1) Определение неточной (черновой) границы паузы
- 2) Применение уточняющего алгоритма

В целях чернового определения границ пауз был использован алгоритм VADG.729 (Рекомендация МСЭ-Т G. 729). Анализируются участки речи длительностью 10 мс, в качестве критериев выступают: 1. Энергия низких частот 2. Общая энергия сигнала 3. Спектральные искажения сигнала 4. Переходы сигнала через ноль.

Для уточнения границ на стыке речь-пауза используется метод дихотомии, метод деления пополам участка анализа до 1 отсчета. В качестве критериев принятия решения выступают: 1. Общая энергия сигнала 2. Мера плоскостности спектра 3. Мощность преобладающей частоты. По средним данным данного подхода вычисляются пороговые значения данных параметров в паузе РС с дальнейшим их сравнением с текущими значениями анализируемых диапазонов. Граничные кадры для расчета пороговых значений не учитываются. В случае если хотя бы один параметр превышает пороговый уровень, данный участок принимается за речь и корректируется граница паузы.

Также как и в [2] в данном примере игнорируется пауза, идущая менее чем 10 фреймов и речь, идущая менее 5 фреймов.

Необходимость уточняющего алгоритма обоснована тем, что известные методы VAD дают оценку кадру в целом. Речь, в свою очередь, может начаться с любого отсчета кадра, в результате чего существует вероятность потерять отсчеты речи.

Предложенный подход предполагает улучшение качества РС в случае применения алгоритма VAD для целей сжатия, а также улучшение параметра точности самого алгоритма.

### *Библиографический список*

1. Е.Г. Жиликов, С.П. Белов. Об одном способе обнаружения пауз в речевых данных // Вестник НПИ 2006.
2. Сообщество IT-специалистов [ХАБР]. - Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/192954/>

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИКТОРА В УСЛОВИЯХ АКУСТИЧЕСКИХ ШУМОВ**

Е.В. Мещеряков

Научный руководитель – Лукьянов Д.И., канд. техн. наук, доцент

За последние годы было предложено множество различных способов и измерений для систем биометрического распознавания личности [1]. К самым распространенным из них можно отнести: распознавание по отпечатку пальца, по сетчатке глаза, по голосу.

Процесс идентификации голоса диктора можно разделить на три этапа:

- предобработка речевого сигнала (РС);
- выделение параметров РС;
- идентификация диктора.

Предобработка сигнала проводится для того, чтобы снизить уровень акустических шумов (АШ), действующих на речевой сигнал. В данном алгоритме в качестве средств предобработки были использованы программные средства среды MATLAB, которые позволили снизить уровень АШ в среднем на 3 дБ.

В качестве характерных параметров РС взяты мел-частотные кепстральные коэффициенты (МЧКК, MFCC – Mel Frequency Cepstra Coefficients), которые используются в большинстве систем идентификации голоса [2]. Для того, чтобы получить МЧКК, необходимо на интервале времени 10-20 мс разбить сигнал на  $k$  кадров по потсчетам, вычислить спектральную плотность мощности (СПМ), применить обратное преобразование Фурье от логарифма этого спектра (кепстр), и найти коэффициенты кепстра. Для систем идентификации число МЧКК, необходимых для корректной работы системы, лежит в интервале от 10 до 30.

После того, как из РС выделены характерные параметры, ставится вопрос о выборе решающего правила. В качестве решающего правила был выбран метод аппроксимации плотности вероятности в пространстве признаков взвешенной смесью гауссовых распределений (GMM – Gauss Mixture Models).

На основе проведенных экспериментов с использованием вышеописанного алгоритма система идентификации принимает верное решение о принадлежности голоса пользователю в 75% случаев.

### *Библиографический список*

1. Тассов К.Л., Дятлов Р.А. Метод идентификации человека по голосу. Инженерный журнал: наука и инновации, 2013, вып. 6.
2. Сорокин В.Н., Вьюгин В.В., Тананыкин А.А. Распознавание личности по голосу: аналитический обзор // Информационные процессы. – 2012. – Т. 12. – № 1. – С. 1–30.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗНЕСЁННОГО ПРИЁМА В СИНХРОННОЙ СЕТИ ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ**

Д.Ю. Сазонов

Научный руководитель – Егоров А.В., канд. техн. наук, доцент

При необходимости обеспечения эфирным телевизионным вещанием даже относительно небольшого района (например, области или края) требуется создание сети передающих центров, расположенных друг относительно друга либо на расстоянии прямой видимости, либо с использованием ретрансляторов между ними. Таким образом, любая телевизионная сеть предусматривает наличие ретрансляционных станций.

В одночастотной сети при размещении ретрансляторов в отдельных зонах синхронной сети на границах смежных зон неизменно присутствуют сигналы от соседних передатчиков. Причём в некоторых точках сети расстояние от приёмников до соседних передатчиков одинаковые. Приём сигналов соседних передатчиков на ненаправленную антенну в этом случае приводит к появлению селективных по частоте замираний.

Однако система цифрового телевизионного вещания DVB-T2 позволяет эффективно бороться с селективными замираниями с одновременным возрастанием общей зоны обслуживания синхронной сетью (расширение зоны покрытия радиосигналами и сглаживание в ней мёртвых зон) за счёт реализации разнесённого приёма в режиме MISO 2x1с кодированием по модифицированной схеме Аламоути.

В этом случае каждая пара несущих (их всегда чётное количество), излучаемых передатчиками обеих групп, кодируется так, что все несущие первой группы передаются без внесения изменений, а несущая второй группы попарно подвергается операции комплексного сопряжения путём умножения на  $-1$  и перестановке (вторая несущая становится первой). Получается, в одночастотной сети передаются две различные версии полезного сигнала одновременно, при условии отсутствия интерференции между ними. При этом учитывается, что все телевизионные приёмники в системе DVB-T2 способны обрабатывать сигналы от двух передающих антенн модифицированным кодированием Аламоути.

Представленная технология покажет результат, эквивалентный классическому разнесённому приёму в том смысле, что соответствующие операции, выполняемые в декодере приёмника, приводят к оптимальному сочетанию сигналов от двух передатчиков, в результате чего ОСШ на входе решающего устройства приёмника соответствует случаю, будто бы мощности двух сигналов были объединены в эфире [1]. Это даст возможность расширить пограничную область между смежными зонами (отодвинуть друг от друга границы зон) и, соответственно, увеличить зону обслуживания всей синхронной сети.

Эта схема разнесённого приёма будет наиболее полезна в сетях со значительным перекрытием зон вещания передатчиков.

1. Мамчев Г. В. Цифровое телевизионное вещание. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 448 с.: ил.

# СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЗАМИРАНИЙ ПРИ МНОГОЛУЧЕВОМ РАСПРОСТРАНЕНИИ

А.М. Соколов

Научный руководитель – Корнеев В.А., канд. техн. наук, доцент

В природе существуют помехи называемые мультипликативными, действующие на мощность сигнала — замирания. Замирания бывают быстрыми и медленными, быстрые замирания возникают по двум причинам: из-за многолучевого распространения и из-за Допплеровских сдвигов частоты.

Быстрые замирания бывают таких типов:

1. Избирательными;
2. Плоскими — подходят больше к типу медленных замираний.

В случае если ширина спектра сигнала больше когерентной полосы пропускания канала, то имеем дело с частотно-селективными помехами [1].

Способ проектирования плоского канала с замираниями программной среде Матлаб:

$$h = (1/\sqrt{2}) * (\text{randn}(\text{size}(\text{msg})) + 1j * \text{randn}(\text{size}(\text{msg})))$$

Существует ряд вероятностных распределений, которые необходимо проанализировать при построении модели статистических характеристик канала с замираниями. При наличии в канале большого числа диффузоров, формирующих сигнал при приеме, как в случае ионосферного или тропосферного распространения сигнала, применение центральной предельной теоремы вероятности приводит к Гауссовой модели.

В аналоговых системах возможен ряд вариантов разнесенного приема, отличающихся способами объединения ветвей и формирования результирующего колебания.

В системах связи применяются линейные методы додетекторного объединения ветвей [2].

Моделирование системы авто выбора лучшей ветви в канале с различными замираниями и отношениями сигнал-шум может помочь нам в разработке программной среды для улучшения качества связи в будущем. Система визуально оценивает мощность канала с приходящими на вход сигналами. Так же использование системы автоматического выбора помогает визуализировать состояние линии и наглядно показывает состояние канала, что можно использовать в учебных пособиях или теоретических сведениях на занятиях.

## *Библиографический список*

1. Основы проектирования цифровых радиорелейных линий связи. Учебное пособие для вузов / М.А. Быховский, Ю.М. Кирик, В.И. Носов и др.; под ред. профессора М.А. Быховского. – М.: Горячая линия–Телеком, 2014. – 332 с.
2. Дятлов А.П., Дятлов П.А. Анализ и моделирование обнаружителей и демодуляторов связных сигналов: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 176 с.

# РАЗРАБОТКА КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВИДОВ ОРУЖИЯ

Д.С. Степанов

Научный руководитель – Корнеев В.А., канд. техн. наук, доцент

Разрабатываемое устройство предназначено для мультиплексирования видеоинформации с ее прореживанием в 2 раза. Функциональная схема разрабатываемого устройства представлена на рисунке 1.

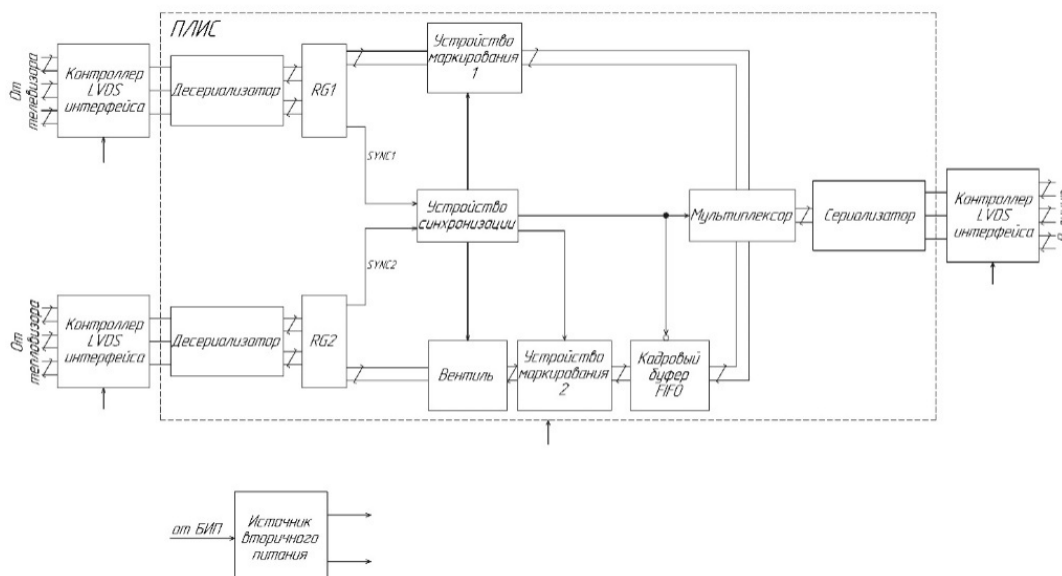


Рисунок 1 – Функциональная схема канала передачи видео

Видеоинформация от телевизора и тепловизора поступают на контроллеры LVDS интерфейса, которые преобразуют LVDS сигналы в 3В КМОП сигналы, которые поступают на ПЛИС. В ПЛИС происходит преобразование параллельного сигнала в последовательный с помощью десериализаторов. Далее эти сигналы поступают на регистры RG1 и RG2, где происходит выделение из каждого слова каждый отдельный бит данных. Биты данных с выхода регистра поступают на вход маркирующего устройства, в котором происходит замена данных первой строки кадра. Сигнал управления поступает от устройства синхронизации, на вход которого поступают импульсы пиксельной, строчной и кадровой синхронизации.

Сигнал с регистра RG2 поступает на вентиль, который пропускает каждый второй кадр. Далее они поступают на устройство маркирования. С выхода устройства маркирования сигнал поступает на кадровый буфер FIFO, где происходит запись сигнала в буфер. По пришествии сигнала управления, который поступает с устройства синхронизации, происходит чтение информации.

Сигналы с двух каналов поступает на мультиплексор, который управляется сигналом, поступающим от устройства синхронизации. При поступлении 1 на выходе сигнал с первого канала, при поступлении 0 – со второго.

С выхода мультиплексора сигнал поступает на сериализатор, который преобразует сигналы из последовательной формы в параллельную. Далее эти сигналы поступают на контроллер LVDS интерфейса, который преобразует LVTTTL/LVCMOS сигналы в LVDS сигналы.

## **АНАЛИЗ АЛГОРИТМА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН В МИНИСОТОВЫХ СЕТЯХ**

А.А. Шуварилов

Научный руководитель – Корнеев В.А., канд. техн. наук, доцент

Применяемые в радиосвязи дециметровые радиоволны плохо огибают препятствия, т.е. распространяются в основном по прямой, но испытывают множественные отражения от находящихся вокруг объектов и подстилающей поверхности. Первым следствием этого многолучевого распространения является более быстрое, чем в свободном пространстве, убывание интенсивности принимаемого сигнала с расстоянием. Второе следствие – замирания и искажения результирующего сигнала. Область существенных отражений ограничивается, как правило, относительно небольшим участком в окрестности подвижной станции – порядка нескольких сотен длин волн, т.е. порядка нескольких десятков или сотен метров. Непосредственно, при передвижении подвижной станции эта область передвигается вместе с ней именно так, что подвижная станция постоянно остается вблизи центра области. Путь распространения меняется как при передвижениях подвижной станции, так и при движении окружающей среды или перемещениях окружающих объектов. Даже самое малейшее, очень медленное перемещение приводит к изменению во времени условий многолучевого распространения и, как следствие, к изменению характеристик принимаемого сигнала.

Для оценки распространения радиоволн в мини-сотовых сетях были проанализированы две модели. Первая модель – модель распространения при размещении базовой станции вне здания. Она включает в себя длинный участок прямой видимости и высокоподнятую антенну базовой станции. Вторая модель – при размещении базовой станции внутри здания. В этом случае абонентские радиоблоки вне здания будут принимать ослабленные радиоволны за счет стен здания. При анализе установлено, что волны, приходящие на абонентские радиоблоки, имеют примерно одинаковую мощность и незначительную разницу во времени задержки, распространяясь внутри здания. Для модели вне здания, максимальную мощность имеет прямая волна, по сравнению с отраженными волнами. Таким образом, анализ показал, что при наличии на пути распространения многочисленных препятствий, границы ячеек систем сотовой связи имеют вид неправильных кривых и зависят от растительности, рельефа местности, застройки и других факторов.

## **ОБОСНОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ БОРЬБЫ С ПОМЕХАМИ В РАДИОРЕЛЕЙНОЙ СВЯЗИ**

М.В. Корунов

Научный руководитель – Корнеев В.А., канд. техн. наук, доцент

На сигналы, которые передаются по РРЛ, действуют внешние и внутренние помехи. Внешними помехами обычно являются атмосферные или космические помехи, индустриальные шумы и другие РРЛ. [1] Эти помехи можно свести к минимуму с помощью некоторых хитростей, например, (фильтрация ненужных радиосигналов, подходящий выбор частот, правильное направление станций и т.д.). При излучении РРЛ в диапазоне сантиметровых или дециметровых волн, индустриальные помехи можно исключить.

Внутрисистемные помехи имеют особый приоритет при организации РРЛ. Они бывают флуктуационные (дробовые и тепловые) шумы, аппаратные помехи (шумы коммутации, пульсации питающих напряжений и т.д.) и специфические помехи, связанные с искажениями широкополосных сигналов при передаче через тракт с небезупречными характеристиками. При передаче многоканальным способом, такие помехи называются переходными. Для снижения влияния флуктуационных шумов (часто их уменьшают к тепловым шумам) требуется увеличить "энергетический потенциал" системы, то есть увеличивать мощность передатчиков (при кое-какой заданной средней длине пролетов), снижать шумовую температуру приемников (например, использование параметрических усилителей на входе приемников), повышать коэффициент усиления антенн и т.д.

Борьба с аппаратными помехами ведется путем совершенствования различных алгоритмов.[2]

### *Библиографический список*

1. Основы проектирования цифровых радиорелейных линий связи. Учебное пособие для вузов / М.А. Быховский, Ю.М. Кирик, В.И. Носов и др.; под ред. профессора М.А. Быховского. – М.: Горячая линия–Телеком, 2014. – 332 с.

2. Проектирование радиорелейных систем передачи. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию / РГРТУ; сост. Корнеев В.А. и др. – Рязань, 2013.

## **АНАЛИЗ СПОСОБОВ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ SEFDM СИГНАЛОВ**

Е.В. Бусурина

Научный руководитель – Егоров А.В., канд. техн. наук, доцент

Технология спектрально-эффективного частотного мультиплексирования (SEFDM) является одним из направлений развития систем связи с ортогональным частотным мультиплексированием (OFDM). Занимаемая полоса частот сокращается пропорционально коэффициенту частотного уплотнения  $\alpha$ , который для SEFDM сигналов меньше 1, для OFDM сигналов равен 1 [1]. Отличительным элементом алгоритмов обработки SEFDM сигналов является наличие этапа детектирования, на котором происходит компенсация интерференции между поднесущими [1]. Данный этап определяет характеристики SEFDM систем связи в связи, с чем произведен анализ трех видов детекторов ML (оптимальный), TSVD (линейный) и IC (итеративный) для обработки SEFDM сигнала с QPSK модуляцией на выходе канал с аддитивным белым гауссовским шумом.

Произведенный анализ показал, что наилучшими характеристиками отличается ML детектор. При  $\alpha$  больше 0,8 его характеристики незначительно отличаются от теоретических без частотного уплотнения. Применение TSVD и IC приводит к увеличению вероятности битовой ошибки до 66,75 и 416 раз (при  $\alpha=0,88$ ,  $E_b/N_0=10$  дБ). При этом IC-детектор целесообразно использовать при  $\alpha$  меньше 0,8, TSVD – при больше 0,8.

1. Wei X., Kan Z., Xuemin S. 5G Mobile Communications URL: <https://www.smarthing.tn/works/5G/files/5G%20Mobile%20Communications.pdf> Net-

## **РАССМОТРЕНИЕ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ЭМС РЭС**

Д.Д. Иваненко

Научный руководитель - Егоров А.В., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время число радиоэлектронных средств (РЭС) стремительно возрастает. Их одновременное функционирование в ограниченном объеме радиочастотного ресурса приводит к возникновению взаимных помех, снижающих показатели качества функционирования РЭС. Это доказывает, что при проектировании РЭС следует учитывать условия их эксплуатации, в том числе и электромагнитную обстановку.

Анализируя различные РЭС и их взаимное влияние, используют несколько видов оценок ЭМС РЭС – парная, групповая и комплексная [1]. Наиболее простым подходом является парная методика оценки ЭМС РЭС, на которой могут базироваться групповая и комплексная, не являясь, в то же время, простой совокупностью парных оценок.

Общая методология парных оценок ЭМС доступна для всех и активно используется [2]. В то же время, специфические свойства РЭС различных радиослужб подтверждают необходимость внесения в общую методологию некоторых дополнений и изменений. Они могут влиять на список исходных

данных взаимодействующих между собой РЭС, критерии обеспечения ЭМС, модели распространения радиосигналов и некоторые особенности учета методов снижения воздействия помех.

Методики оценки ЭМС РЭС используются радиочастотной службой РФ при проведении экспертизы о возможности использования заявленных РЭС при совместном функционировании с действующими или планируемыми для использования РЭС, или же при разработке планов частотно-территориального размещения РЭС. Данные расчеты должны выполняться по методикам, утвержденным Государственной комиссией по радиочастотам (ГКРЧ) [3]. В настоящий момент в Российской Федерации существует несколько методик оценки ЭМС РЭС, которые определены на сайте ГКРЧ.

Методики содержат ряд рекомендаций по выбору исходных данных и определенных значений технических характеристик (описание диаграммы направленности (ДН) антенн, АЧХ радиотрактов и т. д.), по которым может отсутствовать информация в заявочных или разрешительных документах.

Сегодня актуальным является выбор и подробный анализ каждой из рекомендованных методик оценки ЭМС РЭС, так как повышается востребованность ряда диапазонов одновременно несколькими радиослужбами, что требует их совмещения в допустимом качестве функционирования. Получив результат и, на его основании, скорректировав частотные планы, в дальнейшем будет возможно использование большего числа РЭС без влияния их друг на друга. Основная проблема реализации – это недостаток априорной информации о параметрах РЭС, в частности, статистический разброс характеристик антенных систем и их пространственной ориентации, избирательностей трактов приема и передачи, зависимость условий распространения радиоволн от климатических условий. Эти факторы являются причиной вероятностного подхода к построению методики оценки ЭМС. В этом случае при оценке вероятности нарушения ЭМС следует учитывать различные ситуации по пространственному, частотному и временному соотношению между рецептором и источником помехи, имеющие различные вероятности возникновения.

#### *Библиографический список*

1. В.И. Ефанов, А.А. Тихомиров Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем- М.: Экотрендз, 2006. - 376 с.
2. Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем Под редакцией д.т.н., проф. М.А. Быховского- М.: Техносфера, 2000. - 458 с.
3. Электронный ресурс [<http://www.grfc.ru/grfc/>], сайт ГКРЧ

## **МЕТОДЫ ПОДАВЛЕНИЯ И СДВИГА ПАРАЗИТНЫХ ПОЛОС МИКРОПОЛОСКОВЫХ ПОЛОСОВЫХ ФИЛЬТРОВ**

Д.С. Артемьев

Научный руководитель – Львова И. А., канд. техн. наук

Рассматривается ряд проблемных вопросов проектирования полосовых фильтров, выполненных по микрополосковой технологии, особенностями которой являются малые размеры, высокие требования к точности оборудования на производстве, наличие паразитных полос вблизи основной полосы пропускания, что негативно влияет на его фильтрующие свойства. Существует множество методов подавления или сдвига паразитных полос пропускания, каждый из которых имеет как достоинства, так и недостатки. Применение каждого из них индивидуально и зависит от структуры фильтра и его технических характеристик. Самыми эффективными методами ППП являются: Полосозаграждающие фильтры, Емкостная компенсация, Введение электромагнитных запрещенных зон, Фильтры с плавным или скачкообразным изменением волнового сопротивления; среди методов сдвига паразитной полосы пропускания выделяют использование частично удаленного экрана и применение комбинации линий с положительной и отрицательной дисперсией. Первая группа методов непосредственно подавляет паразитную полосу пропускания, вторая же только сдвигает полосу за пределы диапазона рабочих частот устройства. Емкостная компенсация является одним из самых популярных методов. Данный метод основан на свойстве связанных микрополосковых линий передачи, а именно на разнице в фазовых скоростях чётных и нечетных мод. Компенсация делает фазовые скорости равными при помощи введения дополнительных емкостей между связанными резонаторами. ПЗФ - самый простой в реализации. Заключается в том, что на подложке с полосовым фильтром, дополнительно устанавливается полосозаграждающий фильтр, полоса подавления которого совпадает с паразитной. Применение электромагнитных запрещённых зон (PBG) сложнее в реализации, но дает существенный выигрыш в размерах устройства, однако усложняется изготовление экрана, так как в него заложены периодические структуры, которые за счёт брегговского отражения не дают распространению волн на определенных частотах. Линии с положительной и отрицательной дисперсией получили достаточно широкое применение. Это специальные линии с отрицательной электрической длиной, или с противоположно направленными фазовой и групповой скоростями. Из-за разных дисперсионных характеристик, происходит сдвиг паразитных полос вверх по частоте. Частичное удаление экрана является самым простым и удобным методом сдвига ППП. Его использование приводит к уменьшению емкости на землю и увеличению взаимной индукции резонаторов. Хотя наличие множества методов устранения описанного выше недостатка фильтров, проблема создания данных устройств без паразитных полос пропускания и при этом без снижения характеристик пропускающей и подавляющей способностей, является актуальной задачей. Разрабатываются новые способы расположения резонаторов и их формы, для уменьшения размеров фильтра, что усложняет применение методов.

# **АЛГОРИТМ ВЫБОРА ВИДА МОДУЛЯЦИИ В ИНТЕРЕСАХ АДАПТАЦИИ РАДИОСИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ**

А.П. Кирпиченко

Научный руководитель – Лисничук А.А., канд. техн. наук, доцент

Одной из главных проблем радиосистем передачи информации (РСПИ), является обеспечение высокого уровня помехозащищённости, а также высокой скорости передачи информации. Качество информации, которая поступает от передатчика (источника информации) к приемнику (потребителю) определяется и зависит от ряда факторов, влияющих на прием, передачу и распространение сигнала в канале. Канал это путь распространения электрического сигнала. Беспроводные каналы сложнее, чем проводные. Среда распространения является общей для всех пользователей. Вследствие этого в канале появляются различные мешающие достоверному и качественному приему факторы: замирания, межсимвольная интерференция, шумы и помехи.

Энергетическая эффективность обработки сигналов в РСПИ увеличивается с помощью накопления импульсов. Важными характеристиками данных импульсов являются тип модуляции и конфигурация используемой кодовой последовательности. Вследствие этого актуальность данной задачи состоит в том, чтобы произвести наиболее подходящий выбор и обоснование типа модуляции, её параметров, а также кодовой последовательности.

Возмущение извне, которое действует в РСПИ и мешает качественному приему сигналов, называется помехой [1].

Импульсные помехи - это последовательность импульсов с различной формой, амплитудой, длительностью и временем появления [3]. Длительность импульсов существенно меньше интервалов между ними, а длительность импульсов намного меньше длительности сигнала, что является главным отличием импульсных помех от флуктуационных [4]. Импульсные помехи образуются в результате работы коммутационного оборудования. Это в частности характерно для каналов современных многоканальных систем дальней связи, в которых импульсные помехи, так же как и кратковременные прерывания являются причинами ошибок при передаче дискретной информации [2].

## *Библиографический список*

1. Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем. Учебное пособие. / Под ред. д.т.н., проф. М.А. Быховского. – М.: Эко-тренд, 2006. – 376 с.: илл.
2. Макаров С.Б., Цикин И.А. Передача дискретных сообщений по радиоканалам с ограниченной полосой пропускания. М.: Радио и связь, 1988.
3. Буга Н.Н., Фалько А.И., Чистяков Н.И. Радиоприемные устройства. – М.: Связь, 1974. – 408 с.
4. Голд Б., Рейдер Ч. Цифровая обработка сигналов // Пер. с англ.; Под ред. А. М. Трахтмана. – М.: Сов. Радио. – 1973. – 368 с.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЫДЕЛЕНИЯ СЛИТНОЙ РЕЧИ ИЗ ЗАШУМЛЁННОГО СИГНАЛА НА ВЫХОДЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ**

И.Г. Крысин

Научный руководитель - Лукьянов Д.И., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается ряд проблемных вопросов, связанных с выделением понятной для восприятия на слух и слитной речи из зашумленного сигнала, особенностями которой являются преобразование цифрового сигнала в аналоговый (ЦОС) [1].

Так же в настоящее время большая часть трафика остается за речевыми сообщениями, так как речь является неотъемлемой частью общения между людьми. Вследствие увеличения числа абонентов, расширения числа услуг, предоставляемых провайдерами, повышению требований к качеству этих услуг, сильно возрастает уровень требований, предъявляемых к качеству обработки цифрового сигнала и его преобразования в готовый для принятия потребителем [2].

Существует множество алгоритмов преобразования речевых сигналов, так как с повышением количества пользователей сети, возникают две проблемы. Первая проблема связана с тем, что замена существующих сетей с ограниченной пропускной способностью на более совершенные является очень дорогостоящим предприятием. Вторая проблема является следствием повышения зашумленности среды передачи информации из-за повышения количества излучателей, которые негативно влияют на передаваемые сигналы, и даже влияют на содержание сообщения, так как в непрерывной речи пропущенное слово или словосочетание может исказить смысл всего сказанного, вплоть до инверсной степени. Таким образом, для разработки алгоритма выделения речи из сигнала в условиях помех были сформулированы следующие задачи: Динамичное самообучение алгоритмов, так как условия зашумленности и помеховая обстановка постоянно меняются и требуется сохранить качество речевых сообщений на постоянном уровне [3].

Распознавание отдельных слов в речи - для лучшего восприятия на слух. Обработка сигнала состоит из спектрального выравнивания, нарезки сигнала перекрывающимися сегментами. Данные задачи требуются для недопущения потерь информации о сигнале, извлечение векторов свойств на входе приёмного устройства, введение оценивающих алгоритмов для проверки обработанного сигнала и ускорения самообучения, для недопущения уменьшения качества звука [2].

### *Библиографический список*

1. Чучупал, В. Я. Цифровая фильтрация зашумленных речевых сигналов / В. Я. Чучупал // М.: Вычислительный центр РАН, 1998. – 52 с.
2. Фланаган, Д. Анализ, синтез и восприятие речи / Д. Фланаган // – Москва: Связь, 1968. – 396 с.
3. Современные речевые технологии. Сборник трудов IX сессии Российского акустического общества. – М. : ГЕОС, 1999. – 166 с.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИКТОРА НА БАЗЕ ОЦЕНКИ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА НА ВЫХОДЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ**

А.О. Михайлин

Научный руководитель – Лукьянов Д.И., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время очень широкое распространение получили системы связи, которые используются в повседневной жизни, то есть в различных сферах деятельности человека (начиная от радиовещания и заканчивая криминалистикой, экономикой, безопасностью и др.). Нередко информация, которая передается должна быть защищена от несанкционированного доступа и по этой причине принимаются различные решения, чтобы предотвратить утечку данных [1].

Одним из способов защиты информации служит биометрическая система, основанная на идентификации диктора, на базе оценки речевого сигнала. Так главной задачей этого подхода служит то, что система идентификации должна автоматически определить, принадлежит ли речевой сигнал определенной личности или нет.

Работа таких систем основывается на следующем: из речи человека происходит выделение фонограмм с дальнейшим попарным сравнением отличительных качеств (интонация, лексический уровень, семантический уровень и др.).

Биометрическая система, основанная на идентификации диктора, в свою очередь подразделяется на две группы языко- и текстонезависимые (не имеет сведений о том, что именно человек будет говорить). На сегодняшний момент широко используются текстонезависимые системы, основанные на гауссовых моделях и нейронных сетях [2].

В качестве речевых характеристик в большом числе биометрических систем распознавания применяют мэл-частотные кепстральные коэффициенты (MFCC). Одним из примеров использования MFCC является модель голоса человека, которая представляет собой аппроксимацию распределения используемых речевых характеристик гауссовой смесью распределений (GMM). Так данные равновероятной ошибки принятия чужого и отбрасывания своего диктора для метода на основе MFCC-GMM зависят от длительности сравниваемых речевых фрагментов и могут достигать величины 4...5 % [3].

Достоинства этого биометрического подхода идентификации личности состоит в том что, при определении личности диктора не требуется, чтобы он был рядом с системой идентификации, а также условия видимости, при которых можно получить визуальное представление человека. [3].

### *Библиографический список*

1. Сорокин, В.Н. Распознавание личности по голосу: аналитический обзор / В.Н.Сорокин, В.В.Вьюгин, А.А.Тананыкин // Информационные процессы. – Том 12. – №1. – С. 1–30. –
2. Белых, И.Н. Система идентификации дикторов по голосу для конкурса NIST SRE 2010 / И.Н. Белых, А.И. Капустин, А. В. Козлов, А.И. Лоханова, Ю.Н. Матвеев, Т.С. Пеховский, К.К. Симончик, А.К. Шулипа // Информатика и ее применения. – 2012. – №6. – С 91–98.

З. Тассов, К.Л. Метод идентификации человека по голосу / К.Л. Тассов, Р.А. Дятлов // Наука и инновации – 2013. – №6. – С. 35–45.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ РАДИОРЕЛЕЙНОЙ ЛИНИИ С ПОВЫШЕННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ**

А.В. Баранова

Научный руководитель – Корнеев В.А., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время вопросы о приоритетах различных видов телекоммуникационных систем (ТКС) все еще являются актуальными. ТКС представлены оптоволоконными, оптическими, радиорелейными, фидерными, спутниковыми и другими линии связи. Многообразие видов телекоммуникационных систем позволяет обеспечить индивидуальный подход к решению задач по обеспечению передачи информации в тех или иных условиях.

Поговорим о преимуществах использования радиорелейных линий связи (РРЛС). Основным «конкурентом» РРЛС является волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС). Оборудование для радиорелейной линии обойдется дороже, чем для волоконно-оптической, однако расходы на содержание и эксплуатацию РРЛ будут значительно меньше. Кроме того, особенно актуально применение РРЛ становится в местах, где прокладка ВОЛС невозможна. Также, благодаря возможности расширения используемого частотного ресурса при использовании РРЛ можно увеличить поток данных при минимальных расходах. При этом использование диапазонов от 2 до 90 ГГц является еще одним плюсом.

Использование цифровых технологий в проектировании позволит снизить вероятность появления ошибок при передаче данных и обеспечит быстроедействие линии.

Главная задача данной работы – обеспечение эффективности использования частотного ресурса, который является самой дорогостоящей и неотъемлемой частью при построении ЦРРЛ. Под эффективностью будем понимать применение технологий, обеспечивающих повышенную производительность системы, или, другими словами увеличение скорости передачи данных.

Первый из очевидных способов увеличения скорости передачи – повышение позиционности модуляции. Применение различных видов модуляции позволит передать большее количество бит информации за одинаковое время и в одинаковой полосе.

Еще один способ – применение поляризационного мультиплексирования. Данная технология позволит увеличить вдвое скорость передачи данных при неизменной ширине используемой полосы. Это достигается за счет создания двух потоков на ортогональных поляризациях, работающих в одной полосе.

Третий метод увеличения скорости передачи – использование пространственного мультиплексирования (технология ММО). ММО – технология, позволяющая повысить спектральную эффективность системы. Данный метод предполагает использование нескольких передающих и прием-

ных антенн. Сигналы с разных антенн имеют различные пути распространения от передатчика к приемнику из-за многолучевости канала, что позволяет разделить сигналы в приемнике.

Еще один метод – использование полнодуплексной связи. Он предполагает дуплексное разделение информации (временное или частотное), при этом передача и прием данных происходит одновременно, в одной полосе частот.

Таким образом, рассмотренные технологии позволяют говорить об эффективности использования и проектирования цифровой радиорелейной линии с повышенной производительностью.

## **РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО АЛГОРИТМА МАСКИРОВАНИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА-ЯКОВЛЕВА**

Д.В. Антонов

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., канд. техн. наук, доцент

В системах связи при предоставлении услуг огромное значение имеет ряд факторов: качество связи пользователю, скорость передачи данных, конфиденциальность связи и др.

Для улучшения качества предоставляемой пользователю услуги необходимо разрабатывать новые алгоритмы обработки речевых сигналов. Маскирование речевых сигналов необходимо для обеспечения конфиденциальности передаваемых пользователем данных.

Согласно принятой в России классификации в маскираторах используются относительно простые операции преобразования речевого сигнала в частотной и временной областях, причем ключевое слово в ходе сеанса связи не изменяется.

При обработке речевого сигнала в реальных системах на основе алгоритма Хургина-Яковлева рассматривается его представление в виде прореженных отсчетов сигнала и его производной. При таком представлении появляется два потока: поток прореженных отсчетов сигнала и поток прореженных отсчетов производной. При этом появляется возможность комбинировать данные потоки в различном виде – перемешивая между собой как прореженные отсчеты сигнала и его производной во временной области, а также их спектральные отсчеты в частотной области.

Одним из возможных методов дальнейшего увеличения скрытности речевого сигнала – применение в данном алгоритме маскирования нормировки отсчетов прореженной производной не в среднем, по всей реализации, а по каждому блоку отсчетов, длительностью 16 мс. При использовании такой нормировки субъективная оценка маскирования увеличивается на 0,5 балла. К недостаткам такой системы следует отнести необходимость передачи коэффициента нормировки совместно с каждым блоком, т.е. внесение в сигнал определенной избыточности

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА БАЗЕ СТАНДАРТА NB-IOT Г. КОЛОМНА

А.Д. Головачев

Научный руководитель – Шустиков О.Е., канд. техн. наук, доцент

Рассматриваются вопросы проектирования автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ), особенностями которой являются:

- высокая актуальность, в связи с постоянно возрастающей необходимостью повышения эффективности использования энергоресурсов в мире;
- обширный круг технических сфер. Решение задач связанных с проектированием таких систем в наше время связано с выбором оборудования учета, технологии передачи данных, вычислительных мощностей, а также выбором готового или разработкой собственного программного обеспечения.

Одной из наиболее серьезных задач в процессе проектирования АСКУЭ является выбор программного обеспечения для обработки и анализа полученных данных и их хранения, формирования отчетов и запросов, организации интерфейса пользователя или полноценного автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора (при необходимости).

Еще одной не менее важной задачей является выбор способа передачи данных от приборов учета до центра сбора и обработки данных. Тут в рамках одного не крупного предприятия часто целесообразно применить проводные сети. Однако, когда речь идет о целом населенном пункте или их группе, охват всех абонентов проводной сетью становится практически невозможным. В этом случае на первый план выходят беспроводные сети.

Технология NB-IoT (Narrow Band Internet of Things), в данном случае, находится в выгодной позиции относительно проводных сетей, так как сравнительно легко разворачивается на базе существующей инфраструктуры операторов сотовой связи и, несомненно, удобнее в применении для устройств в труднодоступных местах. При дальнейшем развитии Интернета вещей может стать одной из главных технологий в межмашинных коммуникациях. Уже сейчас прогнозируется высокий спрос на приложения NB-IoT в сфере ЖКХ и электроэнергетики, производства и торговли, транспорта, логистики, а также для управления объектами в системах «умный» дом и «умный» город.[1]

## *Библиографический список*

1. Дягилев, А. А. Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) / А. А. Дягилев, П. П. Новиков, В. В. Бутушин. — Текст : непосредственный, электронный // Молодой ученый. — 2018. — № 7 (193). — С. 33-36. — URL: <https://moluch.ru/archive/193/48370/>(дата обращения: 11.04.2020).

2. TELEOFIS[Электронный ресурс]: «TELEOFIS и Мегафон протестировали NB-IoT»-07.04.2017 - режим доступа:<https://teleofis.ru/news/teleofis-i-megafon-protestirovali-reshenie-na-baze-nb-iot/>.(дата обращения 05.04.2020)[1]

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА БАЗЕ СТАНДАРТА NB-IoT г. ДОМОДЕДОВО**

Н.Р. Миняев

Научный руководитель - Шустиков О.Е., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается одна из ключевых задач для промышленной структуры и структуры ЖКХ - эффективное электропотребление, которое позволило бы поддерживать максимальный уровень конкурентоспособности при постоянном росте цен на энергоносители. Так как необходимо правильно реализовать мероприятия, связанные с эффективным электропотреблением, организациям необходимо обеспечивать точный учет количества потребляемой электроэнергии. В связи с этим проектирование автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) является необходимым шагом на этом пути. Формирование системы АСКУЭ позволяет реализовать автоматизацию коммерческого учета, а также достигнуть максимальной точности и эффективности. К тому же, АСКУЭ предоставляет определенному кругу лиц возможность периодически получать важную аналитическую информацию, необходимую для создания рабочих решений, связанных с энергосбережением.

Основное преимущество АСКУЭ заключается в том, что она позволяет собирать информацию о потреблении электроэнергии от объекта или конкретного абонента с высокой степенью достоверности. Это сводит к минимуму возможные ошибки и намеренное искажение информации, которое как правило встречается при сборе данных вручную (исключается человеческий фактор). Это позволяет исключить несанкционированное подключение к электросети.

Оборудование АСКУЭ, необходимое для получения исходных данных, состоит из однофазных и трехфазных электросчетчиков (оснащенных выходом для подключения интерфейса RS-485) смонтированных непосредственно на объектах энергопотребления, также при необходимости устанавливается дополнительное оборудование в виде (преобразователя интерфейса RS-485 или модема).

Передача данных от счетчиков электроэнергии до центра обработки данных (ЦОД), осуществляется на базе стандарта NB-IoT [1] (Narrow Band Internet of Things) – беспроводная технология сотовой связи на базе LTE, рассчитанная на устройства с малым объемом передаваемых данных. Технология NB-IoT использует существующую инфраструктуру мобильных операторов. У технологии NB-IoT ширина частотного канала по сравнению с «классическими» LTE (3, 5, 10, 15, 20 МГц) составляет 200 кГц, поэтому этот вид беспроводной технологии назвали узкополосным (Narrow Band). Устройства NB-IoT являются более дешевыми и могут работать от обычных батарей до 10 лет.

1. NB-IoT, Narrow Band Internet of Things. Общая информация, особенности технологии. Режим доступа: [https://habr.com/ru/post/435646/].

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕНН ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ СВЯЗИ С НАЗЕМНЫМ ПУНКТОМ

А.С. Савельев

Научный руководитель – Львова И.А., канд. техн. наук, доцент

Объектом исследования является антенна типа «клевер», которая стала популярной у авиамodelистов и в аэросъемке благодаря своей круговой поляризации и, соответственно, меньшему влиянию помех на канал связи.

В рамках данной работы проведен расчет и моделирование трёхлепестковой антенны типа «клевер» с заданными исходными параметрами в компьютерной программе «MMANA-GAL» с целью получения основных её характеристик – диаграммы направленности (ДН), коэффициента усиления (Ку), коэффициента стоячей волны напряжения (КСВН).

Для проведения натурного эксперимента была использована антенна бренда «Торасс» с исходными параметрами, как и в расчетной модели. Наземные измерения ДН и Ку антенны проводились по специальной методике на девиационной площадке, которая представляет собой ровную однородную поверхность размером 80\*90 м, выполненную из бетона, не имеющую металлических конструкций для минимизации переотражений. Для оценки характеристик был использован современный портативный панорамный измеритель параметров радиолиний «Site Master» модель S332D. В качестве эталонной была взята антенна HyperLOG 30100.

Сравнение характеристик антенны, полученных в результате проведения эксперимента и моделирования, с заявленными производителем, осуществлялось по таблице 1:

Таблица 1 – Сравнение параметров

Исследуемый параметр	Заявленный производителем	Результат моделирования	Результат эксперимента
КСВН	1,2 на 2550 МГц	1 на 2550 МГц	1,38 на 2550 МГц 1,05 на 2558 МГц
Ку	1,3 дБ max	1.33 дБ max	1.23 дБ max
ДН	-	Неравномерность до 0,3 дБ	Неравномерность до 3 дБ.

Реальные характеристики отличаются от заявленных. Диаграмма направленности имеет большую неравномерность, из-за наличия помех и переотражений, что, в свою очередь, влияет на качество связи и дальность полета. По коэффициенту усиления значения отличаются незначительно. Было установлено, что на качество антенны и ее характеристики влияет достаточно большое количество параметров, таких как: наклон лепестков относительно горизонта; угол между концами одного лепестка; количество лепестков; расположение точки питания; толщина провода; расстояние между полюсами питания.

Дальнейшее исследование будет посвящено влиянию этих параметров на характеристики антенны, в результате которого предполагается разработка методики проектирования антенны типа «клевер» с оптимальным значением параметров.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА МОНТАЖА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕРВИЧНОГО МУЛЬТИПЛЕКСОРА**

Л.В. Трафимова

Научный руководитель – Кириллов С.Н., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию многофункционального каналообразующего оборудования для объединения мультисервисных информационных потоков, особенностями которого являются многофункциональные возможности данного оборудования и обеспечение решения разнообразных задач по организации связи с применением большинства телекоммуникационных интерфейсов. В качестве объекта, многофункционального каналообразующего оборудования, с учетом его широкого применения, рассмотрим мультиплексор первичный, его разработку алгоритма монтажа и эксплуатации. Мультиплексор является гибким и универсальным устройством, выполняющим мультиплексирование и задачи коммутации, концентрации и регенерации, обеспечивает стопроцентную схему резервирования трактов и каналов, схем управления и синхронизации, а также аппаратное резервирование интерфейсных плат. Их используют в качестве универсального логического элемента при реализации любых функций, число которых равных количеству адресных входов, эксплуатируют в делителях частоты, при создании схем сравнения, счетчиков, генераторов кодов, для трансформации параллельного двоичного кода, коммутации отдельных шин, отходящих линий или их групп в энергетике. Производители оборудования ищут новые технологические решения, позволяющие существенно улучшить характеристики оборудования наряду с улучшением оптоэлектронной элементной базы, позволяющей совершенствовать отдельные модули оборудования.

### *Библиографический список*

1. Гаврилов Р.В. Основы эксплуатации мультиплексоров: Учебное пособие для самостоятельной подготовки обучающихся по программе военной подготовки ИГЭУ. – Ив.: ИГЭУ, 2018г-167 с.
2. Макаренко С.И., Федосеев В.Е. Системы многоканальной связи: Учебное пособие – СПб.:ВКА имени Можайского, 2014г.-56 с.

# **МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ВЫБОР ЭЛЕМЕНТА СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ НА УЗЛЕ СВЯЗИ ОТ УТЕЧКИ ПО АКУСТОЭЛЕКТРИЧЕСКОМУ КАНАЛУ**

Л.Р. Полякова

Научный руководитель- Корнеев В.А., канд. техн. наук, доцент

В истории есть много случаев хищения информации, приводившие к пагубным последствиям для ее владельцев. В связи с этим информацию нужно основательно защищать.

Информация распространяется по разным каналам связи, которые необходимо защитить необходимым образом. Если слабая защита каналов, информация становится более доступной для чужих лиц. Для недопущения возможных ситуаций применяются разные технические средства, не позволяющие информации передаваться дальше определенной зоны. Каналы утечки информации - это распространение информации по каналам за пределы контролируемой зоны. Акустоэлектрический канал утечки информации возникает в результате преобразования акустических сигналов в электрические, которые являются объектом перехвата.

Высокочастотное облучение является методом несанкционированного доступа к информации, который основывается на зондировании какой-либо области высокочастотным сигналом. Сам способ заключается в модуляции электромагнитного сигнала речевым и в итоге их одновременном воздействии на элементы среды.

Способы защиты информации следует разделить на 2 группы: технические и организационные. При таком разделении к техническим относятся меры, осуществляющиеся путем установления новых, или усовершенствования используемых технических или инженерных средств защиты информации. Основные принципы организационных мер инженерной и технической защиты информации являются меры, определяющие способы использования этих средств.

Организационные меры инженерной и технической защиты информации включают в себя, первоочередные мероприятия по наилучшему использованию технических средств регламентации и управления доступности к защищаемой информации, а также по режимам порядку работы технических средств защиты информации. Организационные меры защиты инженерно-технической информации представляются частью ее организационной защиты, основополагающие которой, составляют управление и регламентация доступности.

Защита позволяет сократить вероятность утечки информации по всем каналам. Эта система является экономически эффективной и значительно повысит защищенность узла связи.

1. Защита информации. Основные термины и определения, ГОСТ Р.50922, 2006г.

## **РАЗРАБОТКА СПИРАЛЬНО-ВИНТОВЫХ АНТЕНН ДЛЯ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ**

В.А. Свиридов

Научный руководитель – Львова И.А., канд. техн. наук, доцент

Сегодня системы связи радиодиапазона невозможно представить без спирально-винтовых антенн. Они широко используются из-за своих особенностей: широкополосность и поляризация. Спиральная антенна (СА) отличается от обладающих направленным излучением антенн своей поляризацией, близкой к круговой. Для того, чтобы получить круговую поляризацию, у антенны должно быть, как минимум, три витка, ведь чем больше антенна имеет витков, тем поляризация ближе к круговой. Простая СА излучает в обе стороны от своей оси. Одностороннее излучение можно получить, применив дисковый рефлектор, вместе с этим и повысится коэффициент усиления. Входное сопротивление антенны, КНД и диаграмма направленности в заданных пределах изменяются в очень широкой полосе частот [1]. Конические, цилиндрические и плоские СА с постоянным шагом не являются частотно-независимыми. Вследствие чего их диаграммы направленности в рабочем диапазоне частот изменяются почти монотонно. У цилиндрических СА при увеличении частоты диаграмма направленности сужается, а у конических и плоских немного расширяется [2].

Спиральные антенны используются и как элементы антенной решётки, а также в качестве облучателя, что прибавляет к преимуществам этих антенн и направленность. Из-за своих особенностей СА находят применение в технике космической связи, так как иногда поляризация принимаемого сигнала бывает случайной (от объектов, изменяющих своё положение в пространстве).

Применение антенн с вращающейся поляризацией в радиолокации позволяет снизить помехи от осадков и поверхности Земли, так как вектор напряжённости электрического поля изменяет своё направление на обратное. Использование поля с вращающейся поляризацией повышает развязку между каналами при работе одной антенны на приём и передачу.

На данный момент задача, которую мне предстоит решить, состоит в следующем. Необходимо исследовать основные параметры антенны: коэффициент усиления, диаграмму направленности, КСВ. Проанализировать их зависимость от частоты, зафиксировать изменение направленности при изменении указанных выше параметров. Сравнить полученные результаты с характеристиками спиральной антенны.

### *Библиографический список*

1. Артёмова Т.К., Фомичёв Н.И., Антенны: Учеб. Пособие – ЯрГУ, 2007.128 с.
2. Юрцев О.А., Рунов А.В., Казарин А.Н. Спиральные антенны, М., «Сов.радио», 1974, 224 с.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КАДРОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ СЛОЖНЫХ СИГНАЛОВ**

М.Ю. Шмакова

Научный руководитель - Корнеев В.А., канд. техн. наук, доцент

Целью данной работы является исследование возможностей системы кадровой синхронизации на основе сложных сигналов, изучение необходимости использования цифровой системы передачи, обозначение и обоснование основных узлов цифровой линии передачи, обоснование выбора кадровой синхронизации и в связи с этим описание системы с точки зрения теоремы Котельникова, квантования и дискретизации, исследование возможности применения кодов Баркера и согласованных фильтров.

По окончании необходимо будет описать представление о корреляционном анализе и построить модель системы связи на основе кадровой синхронизации

Методологической базой работы являются работы таких авторов как: Айфичер, Э., Баскакова, С.И., Винокурова В.М., Глинченко А.С., Иванова В.И., Каганова, В.И., Крухмалева В.В., Гордиенко В.Н., Моченова А.Д., Лайонс, Р., Сергиенко А.Б. и др.

На настоящий момент можно сказать, что цифровые системы связи имеют ряд достоинств, основные из которых:

1. цифровые системы обладают достаточно высокой помехоустойчивостью,
2. возможность построения для цифровой мультисервисной сети связи.
3. цифровые системы передачи информации характеризуются стабильностью характеристик ЦСП. Оборудование линейного тракта требует наименьшие затраты на профилактическое обслуживание, при этом выдает высокую надежность;
4. системы имеют достаточно высокую защищенность информации.

Кадровая синхронизация занимает ключевую позицию в отношении восстановления информации, которая передается по каналу связи с шумами, и в значительной степени влияет на эффективность процедуры восстановления

Система, которая использует синхронизирующее слово, описывается с помощью двух вероятностей: пропущенного детективного пакета сообщения и ложной тревоги. Для обеспечения значений обоих упомянутых вероятностей приходится увеличивать количество элементов, чем в коде Баркера.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ РАДИОРЕЛЕЙНОЙ ЛИНИИ НА БАЗЕ ЦРРС «МИК РЛ-8»**

Н.С. Коваленко

Научный руководитель- Корнеев В.А., канд. техн. наук, доцент

Радиорелейная связь – вид радиосвязи, основанный на ретрансляции сигналов между станциями.

В России широкое распространение получила технология построения транспортной инфраструктуры оператора связи на основе систем радиосвязи.

Системы радиосвязи позволяют оперативно и гибко охватывать большие территории.

Наземная радиорелейная связь осуществляется в основном на сантиметровых и дециметровых волнах.

Благодаря своей функциональности радиорелейные линии связи способны обеспечивать доступ к цифровой телефонии и широкополосному выходу в Интернет, поддерживать электронный документооборот, объединять собеседников в видеоконференции.

Сегодня РРЛ стали важной составной частью сетей электросвязи: корпоративных, ведомственных, национальных, региональных, международных, так как у них есть целый ряд немаловажных достоинств:

- экономически выгодный вид связи, особенно если передача сигнала идет на большие расстояния;

- высокое качество передачи информации;

- простота эксплуатации и легкое развертывание;

- не требуется организовывать работу дополнительную по прокладке кабельных магистралей;

- оперативное обнаружение и устранение неисправностей в работе оборудования;

- возможность быстрой установки оборудования при небольших затратах.

## **ВОПРОСЫ И ПРИНЦИПЫ ЧАСТОТНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ СЕТЕЙ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ**

Д.В. Антонов

Научный руководитель – Егоров А.В, канд. техн. наук, доцент

Частотно-территориальное планирование является одним из основных вопросов, возникающих при построении систем связи.

Одним из основополагающих вопросов при частотно-территориальном планировании является определение потенциальной нагрузки сети на том или ином участке местности. В дополнение к данному вопросу возникает вопрос об уровне приема сигнала, особенно на краях кластера. Совокупность решения данных проблем позволит определить необходимое количество оборудования и бюджет системы связи.

Далее возникает вопрос выбора структура кластеров сети, и в соответствии с ней зон хендовера.

Оптимально решение описанных выше вопросов позволит создать оптимальную с точки зрения предоставления услуг связи систему – пользователь будет иметь оптимальный уровень приема сигнала и достаточное количество вышек, чтобы не получать снижения качества связи из-за перегрузки оборудования.

Так же оптимально решение вопросов частотно-территориального планирования позволит поставщику услуг построить систему максимально выгодно с точки зрения экономики.

## **ЧАСТОТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ СЕТЕЙ СОТОВОЙ ПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ**

А.В. Васильченко

Научный руководитель – Егоров А.В., канд. техн. наук, доцент

Рассматриваются основные этапы проектирования сетей сотовой связи, в частности, особенности частотно-территориального планирования, решающего следующие задачи [1]:

1. Определение зоны покрытия проектируемой сети, предварительный анализ распределения потенциальных клиентов.

2. Проведение расчетов с целью выбора мест установки базовых станций.

3. Вычисление коэффициента повторного использования частот с целью разработки частотного плана.

4. Контрольное измерение параметров зоны покрытия.

5. Обратная связь с целью оптимизации сети в процессе эксплуатации.

В процессе планирования формируется окончательная структура сети, выбираются места развертывания базовых станций, рассчитывается возможность обеспечения радиосвязи с требуемым качеством, разрабатывается частотный план распределения каналов для базовых станций, выполняется адаптация плана к условиям территориальных и частотных ограничений проектируемой зоны обслуживания, формируются зоны обслуживания для каждой базовой станции и сети в целом, оцениваются и минимизируются внутрисистемные помехи.

Основные этапы частотно-территориального планирования сетей подвижной радиосвязи включают в себя:

- разработку исходных требований к данным;
- бюджетирования каналов связи;
- определение структуры кластера сети связи;
- выполнение расчета зоны покрытия по уровню сигнала;
- расчет внутрисистемных интерференций;
- планирование зон хэндовера;
- расчет показателей качества покрытия сетей подвижной радиосвязи.

Отдельное внимание уделено особенностям частотного планирования сетей LTE [2]. Отмечается, что развертывание сетей в области спектра с более низкой частотой более привлекательно с экономической точки зрения. Частота 800-900 МГц оптимально подходит для покрытия не плотно заселенных районов. В сравнении с высокими, низкие частоты обеспечивают лучшую связь внутри помещений и большую площадь покрытия. В то же

время, низкие частоты существенно ограничивают плотность базовых станций и обостряют проблему внутрисистемной интерференции.

#### *Библиографический список*

1. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование Бабков В.Ю., Вознюк М.А., Михайлов П.А. – учебное пособие. 3-е изд., Москва – Горячая линия-Телеком, 2013 – 220 с.

2. Подходы к планированию и оптимизации сетей LTE, Бабков В.Ю., Санкт-Петербург, СПбГУТ им. проф. Бонч-Бруевича, 2012 г.

## **ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ РЧР И ЕГО ФИНАНСИРОВАНИЕ**

А.Д. Головачев

Научный руководитель – Егоров А.В., канд. техн. наук, доцент

Рассматриваются экономические аспекты обеспечения управления радиочастотным ресурсом (РЧР), особенностями которых являются:

- необходимость распределения РЧР, как на международном уровне, так и в границах государств, с целью исключения конфликтов интересов и обеспечения равноправного доступа к нему.

- механизмы повышения эффективности использования РЧР, как одного из наиболее дефицитных природных ресурсов.

- необходимость обеспечения достаточной прибыли для содержания системы управления использованием спектра [1].

Эти вопросы решаются на международном уровне Международным Союзом Электросвязи (МСЭ), а на национальном уровне - Администрацией радиосвязи. В Российской Федерации эти функции выполняет Министерство информационных технологий и связи РФ (Мининформсвязи).

Существует три основных подхода к финансированию управления РЧР: традиционное финансирование из бюджета, платежи за использование спектра (лицензии), аукционы. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, поэтому часто применяют комбинированные подходы.

В Российской Федерации устанавливается разовая и ежегодная плата за использование радиочастот. При этом при расчете стоимости этой платы учитываются коэффициенты инвестиционной привлекательности и коэффициенты, учитывающие перспективность технологий и частот. Такой подход позволяет решить вопросы финансирования задействованных государственных органов, а также отрегулировать спрос на местности и создать предпосылки для эффективного перераспределения РЧР.

1. Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем. Учебн. пособие / Под ред. д.т.н., проф. М.А. Быховского. — М.: Эко-Трендз, 2006 — 376 с.: илл.

## **ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ РАДИОСЛУЖБА**

А.С. Савельев

Научный руководитель – Егоров А.В. канд. техн. наук, доцент

В данной работе рассматривается связь между радиолюбителями на коротких волнах и службы, без которой данная связь была бы невозможна.

Любительская радиосвязь представляет собой увлечение радиолюбителей в проведении сеансов связи в заранее выбранном диапазоне частот.

Для контроля выхода излучения, приема и передачи радиоволн радиолюбителей существует служба радиосвязи.

Условия использования и распределения частотных диапазонов регламентирует ГРЧК для каждой службы радиосвязи. Например, для любительской радиослужбы выделены диапазоны частот: 3.5-3.65 МГц; 7-7.2 МГц; 14-14.35 МГц; 21-21.45 МГц; 28-29.7 МГц; 144-146 МГц;

а также часть гигагерцового диапазона: 24-24,05; 47-47,2; 77,5-78; 134-136; 248-250; [1].

Для каждого из представленных диапазонов предусмотрены допустимые мощности и виды радиосвязи, разрешенные любительским радиостанциям в Российской Федерации.

Для того, чтобы непосредственно использовать приведенные выше диапазоны частот, каждому радиолюбителю необходимо зарегистрироваться и иметь свой позывной. Данный позывной является своего рода уникальным идентификатором радиолюбителя [2].

В целом, любительская радиослужба приобщает людей разных профессий к технике и радиоэлектронике, а также способствует в приобретении навыков в проектировании приемников и других радиоэлектронных устройств.

### *Библиографический список*

1. Решение ГРЧК от 15 июля 2010 г. № 10-07-01 «О выделении полос радиочастот для радиоэлектронных средств любительской и любительской спутниковой служб» (в редакции, принятой на заседании ГРЧК 16 апреля 2018 года (протокол №18-45).

2. Приказ Минкомсвязи России от 13.01.2015 г. № 2 «Об утверждении перечня технических характеристик и параметров излучения радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств, сведения о которых прилагаются к заявлению о регистрации этих средств и устройств, форм свидетельств о регистрации радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств и форм свидетельств об образовании позывных сигналов опознавания»

## **МЕСТО И ЗАДАЧИ РОСКОМНАДЗОРА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ РЧР В РФ**

М.Ю. Шмакова

Научный руководитель – Егоров А.В, канд. техн. наук, доцент

Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) является федеральным органом исполнительной власти, в задачи которого входит реализация контроля и надзора в области СМИ, контроль и надзор за выполнением требований законодательства РФ в части обработки персональных данных, а также Роскомнадзор регулирует деятельность РЧС. [1]

Данная федеральная служба имеет большое количество полномочий, наибольший интерес из которых представляет лицензирование теле- и радиовещания, а также лицензирование услуг связи, ведение реестров операторов и радиоэлектронных средств, регистрация радиоэлектронного оборудования, а также проведение работ по разработке частотного спектра и изысканию новых частотных каналов.

На официальном сайте Роскомнадзор публикует огромное количество статистики в области связи в РФ. Так же там предоставляется подробный отчет по количеству зарегистрированных устройств, или статистика по правонарушениям в области связи.

Таким образом можно сказать, что Роскомнадзор занимается изучением радиочастотных спектров и регистрацией, и регулированием работы организаций в области услуг связи.

1. <https://rkn.gov.ru/>

## **МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВНУТРИОБЪЕКТОВОЙ ЭМС**

М.Ю. Шмакова

Научный руководитель – Егоров А.В, канд. техн. наук, доцент

В данной работе рассматриваются особенности и способы обеспечения внутриобъектовой ЭМС, а также методики снижения помех в комплексе РЭС объекта.

Проблема внутриобъектовой ЭМС заключается в возникновении различного рода помех при размещении комплекса радио оборудования внутри компактного объекта – к примеру, внутри судна или летательного аппарата. В связи с этим можно сказать, что при расчете ЭМС важно рассмотреть частоты интермодуляционных помех, а также подобрать оптимальные энергетических характеристик.

Особенно остро специфика внутриобъектовой ЭМС ощущается на этапе расчета энергетических характеристик, так как высокая плотность размещения антенн накладывает определенные ограничения и сложности проектирования.

Не менее важным фактором является место размещение антенн – поскольку антенны устанавливаются на объект, то возникает проблема возникновения дополнительных помех, имеющих резонансный характер.

Одним из способов решения описанных выше проблем являются различные виды разделения сигналов. К примеру, частотное разделение благодаря исключению работы на одинаковых частотах позволяет значительно снизить уровень внеполосных излучений, и излучений по побочным каналам.

## РАДИОАСТРОНОМИЧЕСКАЯ СЛУЖБА

А.Д. Семин

Научный руководитель – А.В. Егоров, канд. техн. наук, доцент

Рассматриваются основные аспекты радиоастрономической службы и защитные действия ее от нежелательных излучений.

Радиоастрономическая служба - служба, осуществляющая применение радиоастрономии.

Радиоастрономия – раздел астрономии, изучающий космические объекты с помощью исследования их электромагнитного излучения в диапазоне радиоволн [1].

С помощью радиоастрономии открыли пульсары, квазары, радиогалактики, а также фоновые сверхвысокочастотные излучения.

В радиоастрономии используются телескопы теплового, видимого, ультрафиолетового, рентгеновского, гамма-излучения, радиотелескопы.

Радиотелескопы - приборы для приёма радиоизлучения от различных космических объектов и исследования их угловых координат, пространственной структуры, интенсивности излучения, спектра и поляризации [2].

ALMA — современный прибор для изучения самых холодных объектов во Вселенной. Они излучают сигнал длиной волны около миллиметра, между инфракрасным светом и радиоволнами, поэтому такое излучение называется миллиметровым и субмиллиметровым [1].

Большой частью помех, которые наносят вред радиоастрономии, являются нежелательные излучения (нелинейные эффекты, расширенные боковые полосы).

Внеполосные излучения образуются после процесса модуляции. Они определяются как излучение за пределами необходимой ширины полосы.

Для уменьшения помех радиоастрономии можно уменьшить чувствительность боковых лепестков. Однако это возможно, если указаны пределы в показателях эффективной изотропно излучаемой мощности в направлении обсерватории.

Помехи станциям радиоастрономической службы могут не различаться в зависимости от местоположения и изменяться в зависимости от времени и местоположения на небе.

Если несущая частота расширенного спектра вблизи от полосы радиоастрономии, то устранение нежелательных излучений расширенного спектра с помощью фильтрации на несущей частоте может быть недостижимо. Изменение процесса модуляции – иной способ уменьшения уровня паразитных боковых полос. С помощью цифровой обработки, работая на частоте основной полосы сигналов, можно добиться точной формы спектра.

### *Библиографический список*

1. Ин-Спейс [Электронный ресурс] / Радиоастрономия – Режим доступа: <https://in-space.ru/radioastronomiya/>, свободный. - Загл. с экрана. – Яз. рус.

2. Международный союз электросвязи [Электронный ресурс] / Рекомендация МСЭ-R RA.1237-2 – Режим доступа: <https://www.itu.int>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.

# КОНВЕРСИЯ РАДИОЧАСТОТНОГО СПЕКТРА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СЕТЕЙ ПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ

А.И. Галеева

Приоритетной задачей системой управления радиочастотным спектром (РЧС) является его эффективное, рациональное и экономное использование, так как РЧС – это ограниченный природный ресурс[1].

Для адаптации перспективных радиотехнологий необходимо перераспределение полос частот, то есть конверсия. Доступные участки радиочастотного спектра достаточно освоены и используются несколькими радиослужбами, в число которых входят и радиослужбы военного назначения, что, в свою очередь, привело к введению ограничений на применение параметров РЭС.

Конверсия радиочастот проводится с целью выделения полос частот для систем РЭС гражданского назначения (ГР) за счет категорий использования полос радиочастот совместного использования (СИ) или правительственного использования (ПР). Для осуществления конверсии радиочастот ежегодно составляются планы, утвержденные ГКРЧ.

Конверсия РЧС – это система мер по высвобождению радиочастотного спектра в полосах занятых частот в интересах развития рынка телекоммуникаций. При этом обязательно учитываются приоритеты национальной обороны и безопасности государства. Основная цель – достижение баланса в использовании РЧС и удовлетворение требованиям в РЧС служб радиосвязи[2].

В настоящее время остро стоит вопрос о строительстве сетей подвижной связи 5G в России. Данные 2019 года в России свидетельствуют о дефиците РЧС, что приводит к задержке внедрения сетей 5G (IMT-2020) в нашей стране. Необходимый диапазон 3,4–3,8 ГГц занят РЭС правительственного назначения, что накладывает ограничение на работу сетей нового поколения. Данная проблема дефицита спектра решается путем конверсии[3].

Одним из решений является прекращение разработки спутников для данного диапазона частот и демонтаж действующих аппаратов, что приводит к дополнительным затратам на вывод из эксплуатации данной техники связи, разработки новой техники спутниковой связи для работы в другом диапазоне частот, поиска оптимального частотного ресурса, отвечающим требованиям ЭМС. Данное решение должно рассматривать ГКРЧ.

За изъятие частот государство и операторы должны выплачивать компенсацию. По подсчетам «Союза LTE» расчистка частот может обойтись в несколько десятков миллиардов рублей.

## *Библиографический список*

1. Конверсия радиочастотного спектра и обороноспособность страны. URL: <http://www.vko.ru/konceptcii/konversiya-radiochastotnogo-spektra-i-oboronosposobnost-strany> [Электронный ресурс] (дата обращения 12.04.2020г).

2. «Положение о порядке назначения (присвоения) радиочастот в Российской Федерации для радиоэлектронных средств всех назначений» Приложение к решению ГКРЧ от 29.06.98г. (протокол №7/2). URL:

<https://www.qrz.ru/law/detail/138.html> [Электронный ресурс] (дата обращения 13.04.2020).

3. План конверсии радиочастотного спектра – основа успешного внедрения технологии 5G (IMT-2020). URL: <https://niir.ru> [Электронный ресурс] (дата обращения 14.04.2020г).

## **РАЗРАБОТКА БЛОКА БОРЬБЫ С ДОЛГОВРЕМЕННЫМИ ПОМЕХАМИ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ**

К.Г. Воробьев

Научный руководитель – Корнеев В.А., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается ряд проблемных вопросов по декодированию сигналов цифровых систем связи. Особое внимание уделяется процедуре перемежения, являющейся методом борьбы с замираниями и возникновением связанных с ними ошибок. В докладе представлены: принцип работы многошагового перемежителя, применение моделирования для борьбы с долговременными помехами и особенности проверяемых моделей [1], зависимость качества работы от характеристик [2], использование перемежения совместно с кодами [3]. Перемежитель – устройство с одним входом и выходом, с конечным числом состояний. Реализует процедуру перемежения, принимая последовательности элементов в фиксированном алфавите. Выходная последовательность принимает вид того же алфавита, что и последовательность на входе. Детерминированный (блочный) перемежитель L-типа – использует в своей работе процедуру записей – чтения элементов из матриц накопителей. В работе исследован пример, когда детерминированный перемежитель (L-типа) используется в коротких LDPC кодах. Вывод: перемежение совместно с использованием LDPCкодов  $(n,k,d)$  позволяет добиться высоких параметров помехозащищенности, что находит уместным их применение в сфере высокоточных систем связи [4].

### *Библиографический список*

1. Зубарев Ю.Б., Кривошеев М.И., Красносельский И.Н., Цифровое телевизионное вещание. Основы, методы, системы. М.: Научно-исследовательский институт радио, 2001. С. 127-129.

2. Скляр Б., Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: учебник. Санкт-Петербург: Вильямс, 2003. 1106 с.

3. Новиков Р.С, Астраханцев А.А., Исследование помехоустойчивых кодов // Системы обработки информации, 2013. № 9(116). С. 22-24.

4. <http://jre.cplire.ru/jre/jan19/13/text.pdf>

## СЕКЦИЯ «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

### ВЫБОРКА С ОТКЛОНЕНИЕМ (REJECTION SAMPLING)

И.А. Демидов

Научный руководитель – Белокуров В.А., канд. техн. наук, доцент

Выборка с отклонением является одним из самых простых алгоритмов выборки. Как и в методах МСМС, в таких как Метрополиса-Гастингса и Семплирование по Гиббсу, выборка с отклонением используется для получения результатов из сложного целевого распределения, где получение прямой выборки затруднительно. Это можно сделать с помощью распределения  $Q(x)$ , из которого легко сделать выборку. Это  $Q(x)$  должно иметь важное свойство, а именно огибать целевое распределение  $P(x)$ . Это означает, что при заданном коэффициенте масштабирования  $k$  должен быть  $kQ(x) > P(x)$  для всех  $x$ .

Нужно найти коэффициент масштабирования  $k$ , так что  $kQ(x)$  будет охватывать  $P(x)$  полностью. (Рис.1)

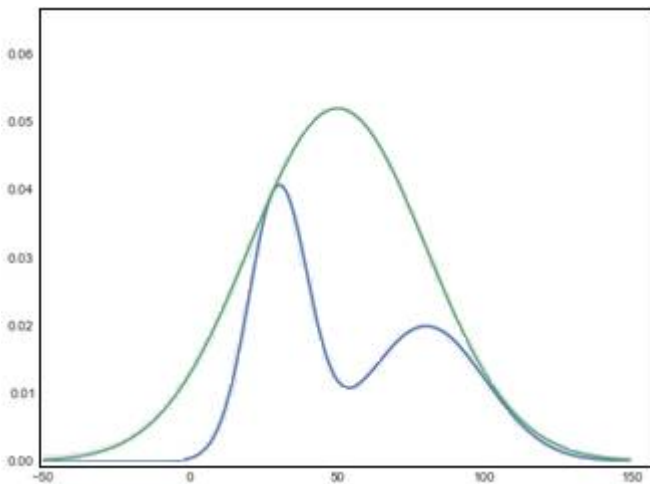


Рис. 1

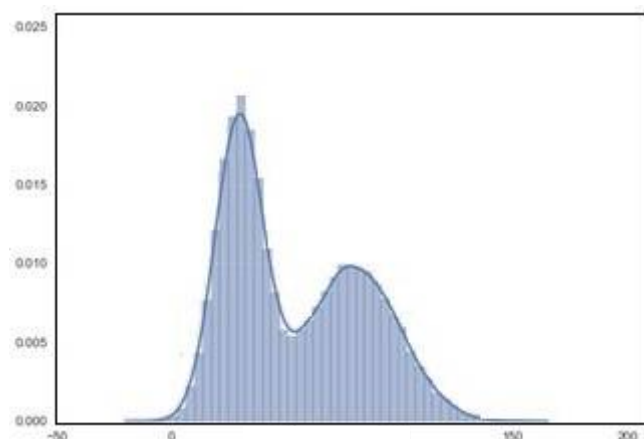


Рис. 2

Главным образом алгоритм должен произвести много выборок от распределения  $Q(x)z \sim Q(x)$ . Теперь эта выборка  $(z, u)$  будет однородной под  $kQ(x)$  кривой. Тогда нам просто нужно будет оценить высоту нашего целевого распределения  $P(x)$  в точке  $z$ . Посмотрим на результат (рис.2).

Напомним, что наше целевое распределение, которое мы использовали в выборке отбраковки, ненормировано. Однако, учитывая выборки, мы смогли восстановить правильное распределение. Так что нормализация на самом деле не имеет значения. Таким образом, требование целевого распределения ослаблено, нам просто нужна функция, пропорциональная нашему истинному целевому распределению.

Рассмотренный метод относительно прост. Но у него есть и некоторый недостаток. Мы должны иметь довольно хорошую эвристику при выборе распределения предложений  $Q(x)$ . Он должен огибать целевое распределение. Учитывая сложное целевое распределение, трудно узнать форму, и трудно выбрать распределение предложения.

Также при вычислении коэффициента масштабирования мы должны быть осторожны, так как скорость отбраковки будет пропорциональна соотношению  $P(x)$  и  $Q(x)$ . При большом значении  $Q(x)$  и полном охвате  $P(x)$ , но это также означает, что есть много впустую потраченного пространства, которое алгоритм будет отклонять, что означает потерянное вычислительное время.

## **УСТРОЙСТВО СИГНАЛИЗАЦИИ О НЕСАНКЦИОНИРОВАННОМ ВТОРЖЕНИИ НА ЧАСТНУЮ ТЕРРИТОРИЮ**

А.С. Масленников

Научный руководитель – Андреев В.Г., д-р техн. наук, профессор

Средства защиты человека и его имущества развивались длительное время, начиная от простейших средств физической защиты жилища человека и заканчивая современными системами безопасности. Из них наибольшее распространение получили системы сигнализации, которые достаточно эффективно обеспечивают безопасность. Этой теме в последние годы уделяется много внимания.

Целью работы является исследование возможности разработки устройства сигнализации о несанкционированном вторжении на частную территорию на основе датчиков емкостного типа с использованием отечественной элементной базы и влияние шумов на работу данного устройства. Устройство сигнализации предназначено для использования внутри помещения. На основании этого можно сделать вывод о том, что особых условий эксплуатации оно не требует, а применение при производстве отечественной элементной базы позволит удешевить выпускаемое устройство.

Для исследования было разработано устройство сигнализации о несанкционированном вторжении на частную территорию на основе датчиков емкостного типа с использованием отечественной элементной базы. Далее были проведены теоретические расчеты влияния шумов на работоспособность устройства и проведены экспериментальные проверки.

Экспериментальная проверка подтвердила расчеты и показала, что шумы полностью нарушают работу данного устройства.

В результате проведенной работы были сделаны выводы: 1) разработать устройство сигнализации о несанкционированном вторжении на частную собственность с использованием отечественной базы можно, но требует экономических расчетов; 2) для дальнейшего развития разработки можно увеличить число датчиков вторжения, либо использовать другой тип датчиков вторжения, либо использовать комбинацию из различных типов датчиков.

## **АЛГОРИТМЫ СЖАТИЯ ВИДЕОДАНЫХ**

М.А. Гаврилин

Научный руководитель – Косс В.П., канд. техн. наук, с.н.с.

Цифровое изображение при хранении занимает большие объемы памяти. Поэтому задача представления изображений в компактной форме (сжатие данных) является весьма актуальной. При этом должны быть разработаны алгоритмы как для кодирования, так и для декодирования (восстановления) изображений.

Основой для решения задачи сжатия изображения являются некоторые особенности зрительного восприятия человека. Учитывая свойства зрения можно сжимать данные без особой потери восприятия человеком, что увеличивает скорость передачи.

RLE (run-length encoding) - самый простой алгоритм архивации графики. Изображение в нем вытягивается в цепочку байт по строкам раstra. Само сжатие в RLE происходит за счет того, что в исходном изображении встречаются цепочки одинаковых байт. Применим алгоритм для изображений с небольшим количеством цветов.

Алгоритм Лемпеля - Зива - Велча (Lempel-Ziv-Welch, LZW). Идея алгоритма LZW в том, что с входного потока последовательно считываются символы, далее в созданной таблице проверяются строки. Если данная строка имеется, то следующий символ считывается, а если строки нет, тогда в поток записывается код для предыдущей найденной строки, строка вносится в таблицу.

Кодирование Хоффмана. В данном случае также применяется кодирование повторяющихся данных, где для кодирования часто повторяющихся последовательностей используют коды меньшей длины, в отличие от более редких последовательностей.

Алгоритм фрактального сжатия изображения основан на применение систем итерируемых функций. Изображение необходимо разбить на большинство неперекрывающихся ранговых подизображений и определить множество перекрывающихся доменных подизображений. Алгоритм кодирования для каждого рангового блока ищет подходящий доменный блок и аффинное преобразование, которое переводит этот доменный блок в данный ранговый блок. Структура изображения отображается в систему ранговых блоков, доменных блоков и преобразований. Идея заключается в следующем: пусть исходное изображение является неподвижной точкой некоего сжимающего отображения. Тогда достаточно лишь вместо изображения запомнить каким-либо образом это отображение, и для восстановления необходимо многократно использовать это отображение к любому стартовому изображению. Главной сложностью фрактального сжатия является то, что для поиска соответствующих доменных блоков, необходим полный перебор. Так как при данном переборе нужно каждый раз сравнивать два массива, то данная операция требует много времени и значительных вычислительных ресурсов.

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. - М.: Техносфера, 2006. - 1072 с.

# СРАВНЕНИЕ ДВУХ МЕТОДОВ НЕЛИНЕЙНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В ЗАДАЧЕ КАЛИБРОВКИ ТРЕХОСНОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА

И.А. Лютков

Научный руководитель – Холопов И.С., канд. техн. наук, доцент

Микроэлектромеханические акселерометры (МА), предназначенные для измерения проекций кажущегося ускорения (геометрической разности между истинным ускорением объекта и ускорением свободного падения), применяются для решения ряда задач определения угловой ориентации, в том числе – позиционирования, навигации и управления [1]. Погрешность определения по сигналам МА углового положения объекта зависит от точности определения поправочных коэффициентов, вычисляемых в ходе процедуры их калибровки. В связи с этим актуальна задача совершенствования алгоритмов оценки калибровочных параметров МА.

На практике для упрощенной модели сигналов МА [2], содержащей в качестве параметров только постоянные смещения и масштабные коэффициенты вдоль каждой оси (всего 6 параметров) получили распространение следующие методы калибровки (МК) [3, 4]:

1) шестипозиционный МК, в котором МА устанавливают в  $K = 6$  так называемых ортогональных положений; калибровка заключается в поиске псевдорешения системы линейных уравнений с вычислением псевдообратной матрицы Мура – Пенроуза; МК требует специализированного стендового оборудования для прецизионной установки угловых положений МА;

2) МК по эллипсоиду чувствительности (ЭЧ); система уравнений – нелинейная; калибровка заключается в поиске псевдорешения системы нелинейных уравнений; МК не требует специализированного стендового оборудования.

В работе проанализирована эффективность двух методов нелинейной оптимизации для решения задачи калибровки МА по ЭЧ. Показано, что при использовании метода Гаусса – Ньютона для калибровки требуется количество итераций примерно на 35 % меньше, чем при использовании метода Левенберга – Марквардта, но значение средней два-нормы погрешности оценивания вектора параметров оказывается на 20 % большим.

## *Библиографический список*

1. Распопов В.Я., Малютин Д.М. Измерительные приборы и системы для ориентации, стабилизации и управления // Известия ТулГУ. Технические науки. 2018. Вып. 4. С. 372-386.

2. Hung J.C., Thacher J.R., White H.V. Calibration of accelerometer triad of an IMU with drifting Z-accelerometer bias // Proc. of the IEEE Aerospace and Electronics Conference NAECON-1989. Vol. 1. P. 153-158.

3. Лукьянов А.Д., Горянина К.И., Фам Д.Т. Идентификация параметров преобразующей системы MEMS акселерометра ADXL-345 методом наименьших квадратов // Электроника и электротехника. 2016. № 2. С. 171-179.

4. Лютков И.А., Холопов И.С. Сравнительный анализ двух методов нелинейной оптимизации в задаче калибровки трехосного MEMS акселерометра // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2020. № 71. С. 15-22.

# **МЕТОД УСТРАНЕНИЯ АКТИВНЫХ ПОМЕХ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СПЕКТРА КОВАРИАЦИОННОЙ МАТРИЦЫ СИГНАЛОВ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЁТКИ**

Е.Ю. Щигорев

Научный руководитель – Кошелев В.И., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается метод устранения активных помех в аппаратуре потребителей систем спутниковой навигации, который основан на получении спектра ковариационной матрицы и последующим разделением собственных векторов на две группы: содержащие полезный сигнал и шумы приёмника и содержащие помехи и шумы приёмника.

Активные помехи могут быть структурными и шумовыми [1]. Структурные помехи в основном подавляют с помощью компенсаторов, формирующих оценку принятой помехи и вычитающих её из принятого сигнала. Недостатком является необходимость задержки сигнала, что приводит к использованию специальных быстрых блоков обработки. Шумовые помехи особенно опасны, когда приходят с направлений, откуда поступает полезный сигнал. Для их подавления чаще всего используют методы формирования нулей диаграммы направленности.

В данной работе рассмотрен метод формирования диаграммы направленности, основанный на вычислении спектра ковариационной матрицы выходного сигнала антенного элемента. Приведены основные формулы и показана возможность разделения матрицы наблюдаемого сигнала на подматрицы, содержащие полезный сигнал и помехи отдельно. Полученные результаты позволяют использовать широко известные алгоритмы поиска источников помех: MUSIC, ROOT-MUSIC и другие.

Также в работе предложены и разобраны некоторые методы вычисления матриц, позволяющие сократить время обработки. Они могут быть применены в такой параллельной структуре, как ПЛИС.

1. Монзинго Р.А., Миллер Т.У. Адаптивные антенные решетки: Введение в теорию: Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1986. - 448 с.: ил.

# **МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ УВОДЯЩИХ ПОМЕХ ПРИ ПОМОЩИ СРАВНЕНИЯ ДАННЫХ С КАНАЛОВ ДАЛЬНОСТИ, СКОРОСТИ И УСКОРЕНИЯ**

Д.А. Прытков

Научный руководитель – Кошелев В.И., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается воздействие уводящих помех на радиолокационные станции.

Уводящие помехи входят в разряд имитационных (сигналоподобных) помех. В задачу имитационных помех входит не сокрытие или маскировка полезной информации, а создание ложной информации. Уводящие помехи делятся на несколько типов. Уводящие помехи по дальности срывают селекцию цели и вводят погрешность в определения дальности. Аналогично действуют и уводящие помехи по скорости[1].

В данной работе рассмотрен один из способов определения действия уводящей помехи по дальности и по скорости. Этот метод заключается в сравнении данных о скорости цели, полученные с каналов по скорости с дифференцированными данными с каналов по дальности. Так же будут сравниваться данные об ускорении с каналов по скорости и интегрированные с каналов ускорения. Различие этих данных, пересекающее определенный порог, и будет свидетельствовать о наличии либо отсутствии уводящей помехи.

В разработанной модели используются параметры реальной цели. Сформирована матрица дальность скорость. Получены данные изменения дальности, скорости и ускорения цели. Произведена фильтрация данных при помощи фильтра Калмана. Произведено сравнение данных скорости, полученные из каналов дальности при помощи дифференцирования и данных о скорости полученных из каналов по скорости. Так же произведено сравнение данных ускорения с каналов по ускорению и дифференцированных данных с каналов по скорости. Рассмотрена возможность одновременного применения помех по дальности и скорости.

1. Перунов Ю.М., Фомичев К.И., Юдин Л.М. Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием/ Под ред. Ю.М. Перунова. – М.: "Радиотехника", 2003. – 416 с.:ил.

# ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧИЙ АЧХ, ИМПУЛЬСНЫХ И ПЕРЕХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КИХ-ФИЛЬТРОВ ПРИ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ В ФОРМАТАХ ЧИСЕЛ FIX18 И IEEE754

С.В. Сыроежкин

Научный руководитель – Холопов И.С., канд. техн. наук, доцент

Обработка сигналов длительное время используется для управления и преобразования аналоговых или цифровых сигналов. Цифровая обработка сигналов применяется во многих областях от передачи данных, речи, аудио или биомедицинской обработки сигналов до приборостроения и робототехники. Системы ЦОС заменили традиционные системы аналоговой обработки сигналов в связи с тем, что, например, первые не восприимчивы к изменениям температуры, допуску компонентов, не подвержены старению.

Преимуществом ПЛИС является возможность многоканальной обработки данных или многоступенчатой фильтрации при работе с целочисленными данными, они позволяют эффективно реализовать сложные параллельные алгоритмы даже на микросхемах относительно недорогих семейств, а также при реализации сложных алгоритмов, требующих вычисления с плавающей точкой [1].

В данной работе сформирован оптимальный фильтр четвертого порядка, коэффициенты фильтра получены в программе Стрела. Для микросхемы IEEE754 коэффициенты фильтра приведены в стандарт с плавающей точкой. В программе MathCad 15 произведено сравнение АЧХ, переходных и импульсных характеристик КИХ-фильтров.

Таким образом, реализация КИХ-фильтра в формате представления чисел Fix18 схожа с форматом представления чисел IEEE754 с плавающей точкой.

## *Биографический список*

1. Шидловский Д.Ю., Руфицкий М.В. Сравнение характеристик ПЛИС и ЦСП для определения целесообразности разработки устройств на их основе в области цифровой обработки сигналов // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». 2007. Том 1. С. 175-176.

# ВЫБОР ВЫЧИСЛИТЕЛЯ ДЛЯ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ОЦЕНКИ ПРЕДЕЛЬНОГО БЫСТРОДЕЙСТВИЯ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ, РЕАЛИЗУЕМЫХ НА ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЛОГИКЕ

Д.А. Аникеев

Научный руководитель – Холопов И.С., канд. техн. наук, доцент

Рассмотрена проблема несоответствия заявляемых некоторыми производителями ПЛИС характеристик и их фактических значений.

Разработана методика тестирования устройств и систем ЦОС на ПЛИС для определения максимальной тактовой частоты, при которой устройство ЦОС все еще успешно выполняет свои функции.

Актуальность рассмотренной проблемы подтверждается заинтересованностью некоторых отечественных разработчиков в разработке комплексов тестирования, а так же публикацией основных положений данного исследования в сборнике результатов проведения Московским авиационным институтом (МАИ) IV Международной недели авиакосмических технологий «Aerospace Science Week».

В результате проведения исследования и натурального эксперимента было установлено, что при заявленной максимальной тактовой частоте в 260 МГц, выполнение реальных задач стабильно происходит на частотах ниже. Тестирование проводилось на основе двух цифровых фильтров для кристалла семейства Altera Cyclone II. Полученные максимальные частоты выполнения, приведенных задач ЦОС, следующие:

- ЧПК-1 (режекторный фильтр череспериодной компенсации первого порядка) – 237,5 МГц;

- СИС-фильтр (находит широкое применение в задачах децимации и интерполяции) с параметром задержки  $D=4$  – 195 МГц, что составляет соответственно 91,3% и 75% от заявленной максимальной тактовой частоты.

В таблице 1 представлены некоторые кристаллы программируемой логики и их максимальные тактовые частоты.

Таблица 1 – Сравнительная таблица максимальных тактовых частот

Название кристалла	Virtex-II	Virtex-4	Virtex-5	Spartan-3	Cyclone II	Cyclone III	Stratix II	Stratix III
Максимальная тактовая частота, МГц	420	500	550	320	260	260	450	550

Данные таблицы 1 и проведенное исследование позволяет сделать вывод о применимости кристаллов в конкретной задаче. Так, если требуется обеспечить функционирования устройства на частотах не ниже 400 МГц, рекомендуется выбирать, с учетом 25%-го запаса по максимальной частоте, кристаллы Virtex-5 и Stratix III, среди тех, что представлены в таблице. Для частот не ниже 300 МГц, следует выбирать Virtex-II и Stratix II.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОПЛЕРОВСКОГО СПЕКТРА РАДИОЛОКАЦИОННОГО СИГНАЛА**

А.В. Белова

Научный руководитель – Кошелев В.И., д-р техн. наук, профессор

Одной из наиболее важных задач в радиолокации является обнаружение и опознавание движущихся объектов [1]. Для ее выполнения используются изменение частоты принимаемых электромагнитных колебаний, возникающее из-за движения цели. В основе этого явления лежит эффект Доплера.

Доплеровский спектр принимаемого сигнала состоит из непрерывного множества частотных составляющих. Диапазон радиальных скоростей элементарных отражателей влияет на ширину доплеровского спектра. Форма диаграммы направленности антенн и диаграммы обратного рассеяния поверхности оказывает воздействие на распределение энергии частотных компонент принимаемого сигнала.

Вследствие движения объекта, происходит трансформация временно-го масштаба отраженных от цели сигналов. Кроме этого, происходит уменьшение амплитуды отраженного сигнала [2].

Расположение и интенсивность «блестящих точек» отраженных сигналов варьируется и происходит изменение фазовых соотношений между сигналами, отраженных от различных элементов объекта. Это приводит к появлению амплитудных и фазовых флюктуаций принимаемого сигнала [3].

В эксперименте исследовались зависимости формы и ширины доплеровского спектра от таких параметров, как движение объектов, ширина диаграммы направленности и флюктуация сигнала. Итогом этих исследований служат выявленные зависимости ширины доплеровского спектра от этих параметров. Увеличение ширины диаграммы направленности антенны приводит к расширению доплеровского спектра. При отражении сигналов от движущейся цели происходит флюктуация амплитуды, и фазы, поэтому происходит расширение спектра сигнала.

## *Библиографический список*

1. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. - М.: Радиотехника, 2007. - 376 с.
2. Бердышев В.П. Радиолокационные системы. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 400 с.
3. Артюшенко В. М. Особенности отражения зондирующих сигналов радиотехнических устройств обнаружения от протяженных объектов сложной формы. - Школа университетской науки: парадигма развития. - № 2(6). - Т. 1. - 2012. - 42-46 с.

# ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ НЕЛИНЕЙНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВЫХ КООРДИНАТ ИСТОЧНИКОВ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ

Е.И. Васина

Научный руководитель – Сафонова А.В., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается применение алгоритма MUSIC[1] для оценки угловых координат источников радиоизлучения.

Обработка сигналов в антенных системах сосредоточена на разработке эффективных алгоритмов оценки угловых координат. Использование антенной решетки с инновационной обработкой сигналов вместо одной антенны позволит повысить разрешающую способность оценки угловых координат. Существует несколько алгоритмов сверхразрешения, одним из которых является алгоритм MUSIC. Преимуществами данного алгоритма являются высокая точность измерений, высокое разрешение и лучшая надежность по сравнению с другими алгоритмами. Однако при использовании алгоритма MUSIC требуется достаточно большое количество вычислений, что значительно снижает скорость реализации данного алгоритма.

При моделировании было проведено исследование работы алгоритма при различных значениях количества элементов антенной решетки, расстояния между элементами антенной решетки и отношения сигнал-шум. По результатам моделирования и анализа работы алгоритма были получены следующие результаты, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты моделирования

	Число элементов антенной решетки			Отношение сигнал-шум, дБ		
	10	50	100	-20	0	20
Ширина пика, град.	0,1	0,06	0,05	3	0,18	1

При прочих неизменных условиях и с увеличением числа элементов антенной решетки пики в спектре сужаются, т.е. повышается способность различать пространственные сигналы. Следовательно, чтобы получить более точные оценки угловых координат, можно увеличить число элементов решетки, но чем оно больше, тем больше данных нуждается в обработке, а чем больше объем вычислений, тем ниже скорость.

Разрешение алгоритма MUSIC улучшается с увеличением расстояния между элементами антенной решетки, но, только до тех пор, пока расстояние между элементами решетки не превышает  $1/2\lambda$ . Как только расстояние становится больше  $1/2\lambda$ , в спектре возникают ложные пики. Следовательно, точность оценки угловых координат снижается.

С увеличением отношения сигнал-шум, ширина пиков спектра сужается, направление сигнала становится более четким, а точность алгоритма MUSIC повышается. Значение отношения сигнал-шум может напрямую влиять на производительность алгоритма оценки угловых координат. При низком отношении сигнал-шум производительность алгоритма резко снижается, поэтому повышение производительности при низком отношении сигнал-

шум является основной темой исследования для алгоритмов сверхразрешения.

Анализируя, полученные результаты можно сделать вывод, что грамотно подобрав число элементов антенной решетки и установив расстояние между ними близкое к значению  $1/2\lambda$  можно уменьшить вычислительные затраты тем самым повысить эффективность работы алгоритма MUSIC.

1. Манохин Г.О., Гельцер А.А., Рогожников Е.В. Увеличение разрешающей способности радиолокационной системы за счет параметрических методов обработки сигналов // Вестник СибГУТИ. - 2015. - №1. - С.15.

## **СИСТЕМА ОБРАБОТКИ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ НА ФОНЕ КОМПЛЕКСОВ ПОМЕХ**

А.Д. Голубев

Научный руководитель — В.Г. Андреев, д-р техн. наук, профессор

В настоящее время в радиотехнике находят свое применение системы обработки радиотехнических сигналов на фоне помех. Актуальность данной темы определена тем, что одним из важнейших показателей радиотехнической системы является способность функционировать в условиях действия комплексов помех. Так как защита от активных помех далека от своего завершения в связи с непрерывным совершенствованием средств радиоэлектронного подавления

Целью данной работы является повышение эффективности пространственных алгоритмов защиты радиотехнических систем (РТС) в условиях действия априорной неопределенности помеховой обстановки в пространстве. Для решения данной проблемы необходимо синтезировать алгоритм защиты радиотехнических систем от комплекса помех на основе частично адаптивной фазированной антенной решетки (ФАР), в котором будет применяться выбор настраиваемых элементов, адаптивный к изменению относительной ширины углового спектра помехи и пространственного расположения помех относительно радиотехнических систем. В современном мире методы пространственной обработки сигналов в раскрывах фазированных антенных решеток рассчитаны на цифровую реализацию. Применение цифрового диаграммообразования увеличивает технические возможности РТС, такие, как адаптивное формирование нужного количества лучей диаграммы направленности, оценивание количества источников помех в пространстве, точность измерения угловых координат. К сожалению переход на цифровые ФАР обусловлен высокой стоимостью.

# ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ВНУТРИКАДРОВОГО КОДИРОВАНИЯ ТВ СИГНАЛОВ

И.А. Кузнецов

Научный руководитель – Косс В.П., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время важным направлением развития цифрового телевидения является усовершенствование и развитие новых методов кодирования телевизионных (ТВ) изображений. Целью данного направления является уменьшение объема передаваемых видеоданных за счёт увеличения коэффициента сжатия на основе стандартных процедур блочного кодирования.

На начальных этапах развития цифрового телевидения особое внимание уделялось поиску оптимальных пространственно-временных структур дополнительной дискретизации ТВ изображения в рамках обобщенной теории дискретизации. Критерием оптимальности являлась наиболее плотная укладка основного и модуляционных пространственно-временных спектров ТВ изображения с учетом характеристик изображения и свойств зрения. Предложенные в [1] «шахматные структуры» в ТВ кадре (или ТВ поле) позволили в два раза сократить количество передаваемых по каналу связи отчетов ТВ изображения без существенного ухудшения зрительного восприятия при последующем восстановлении ортогональной структуры отсчетов методами пространственно-временной фильтрации.

В 1982 г. телевизионной Исследовательской комиссией (ИК 11) Международного союза электросвязи (МСЭ/) была выпущена Рекомендация 601 на студийные (первичные) параметры кодирования цифрового телевидения. Согласно данной Рекомендации устанавливалась ортогональная структура отсчетов ТВ изображения в растре при первичном цифровом кодировании (аналого-цифровом преобразовании) видеосигнала. Вместе с тем Рекомендация 601 ни в коей мере не ограничивала поиск методов сжатия спектра ТВ сигнала и сокращения цифрового потока при передаче видеосигнала по каналу связи в цифровой форме.

В начале 80-х годов Вещательной Корпорации Японии, *Nippon Hōsō Kyōkai (NHK)* разработала аналоговую ТВ систему высокой четкости **MUSE** (*Multiple sub-Nyquist sampling encoding*). В основе системы MUSE лежит известный метод четырехкратного сжатия спектра ТВ изображения при использовании пространственно-временной субдискретизации ТВ раstra [2]. Исходные параметры развертки системы MUSE составляли: формат раstra 16:9 1125 строк в растре, чересстрочная развертка при частоте кадров 30 Гц. При исходной полосе спектра видеосигнала цветного телевидения высокой четкости (ТВЧ) 22 МГц четырехкратное пространственно-временное прореживание отсчетов изображения с треугольной структурой отсчетов в последовательности четырех полей позволило уменьшить полосу спектра видеосигнала до 8,1 МГц. Опыт эксплуатации системы MUSE в Японии на протяжении десятилетия (вплоть до 90-х годов прошлого столетия) показал высокие эксплуатационные и качественные характеристики этой системы.

Аналогичные разработки по созданию аналого-дискретной ТВЧ велись в США и Европе. Например, на кафедре РТС РГРТУ в рамках европейского

проекта «Эврика-95» была разработана перспективная система ТВЧ с форматом раstra 16:9 и кодированием цвета по стандарту SECAM 4:2:0 [3].

В [4] предложен метод трехкратного сжатия спектра ТВ сигнала, суть которого заключается в трехкратном прореживании телевизионных полей. Дополнение этого метода упомянутой выше «шахматной структурой» отчетов изображения в ТВ поле позволяет говорить о возможности 6-ти кратного сокращения отчетов в ТВ растре [2]. С учетом того, что частота кадров в этом случае приближается к критической величине слитности восприятия фаз движения, данный метод дополнительной пространственно-временной дискретизации ТВ изображения является предельным. Однако в некоторых технических приложениях, связанных с использованием телевидения он может быть полезен (сотовая связь, охранные ТВ системы и др.).

Известные методы блочного кодирования изображения впервые были реализованы в конце 80-х годов в стандарте JPEG. В дальнейшем были разработаны стандарты внутрикадрового цифрового кодирования DV и Motion JPEG, и первый стандарт с межкадровым кодированием подвижного изображения MPEG. В начале 90-х годов были разработаны стандарты сжатия для цифрового вещательного телевидения MPEG-2 и MPEG-4.

В [5] предложен метод блочного кодирования видеоинформации с дополнительной дискретизацией. Суть данного метода заключается в том, что исходную треугольную структуру отсчетов в поле изображения можно разделить на две вложенные друг в друга ортогональные структуры отсчетов, которые можно кодировать по известной процедуре на основе блочных методов кодирования, например, JPEG.

В докладе рассматриваются методы дополнительной пространственно-временной дискретизации ТВ изображения с 4-х и 6-и кратным прореживанием отчетов ТВ изображения с последующим цифровым блочным кодированием полученных растровых структур изображения.

#### *Библиографический список*

1. И.И. Цуккерман, Б.М. Кац, Д.С. Лебедев и др.; Под ред. И.И. Цуккермана Цифровое кодирование телевизионных изображений. – М.: Радио и связь, 1981. – 240 с.

2. Сжатие спектра телевизионного сигнала в системах передачи видеоинформации. Учебное пособие/ В.П. Косс; Рязан. Гос. Радиотехн. акад. Рязань. 1996. 64 с.

3. Система перспективного телевидения/ Косе В.П., Мамаев Ю.Н. и др.//Техника кино и телевидения, 1992. №7. С. 45-49.

4. Игнатъев Н.К., Сорока Е.З. Метод сжатия телевизионного спектра, основанный на вертикально-временной фильтрации изображения//Сб.трудов/ Гос. НИИ Мин. связи СССР. 1960. Вып. 3(31). с.47-68

5. Косс В.П., Мамаев Ю.Н., Рождественский Д.С. Метод блочного кодирования видеоинформации с дополнительной дискретизацией. Сб. докладов 1-й Международной Конференции «Цифровая обработка сигналов и ее применения», Т 3. – Москва, 1998. – с. 158 – 162.

## ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ В РЛС С ВЫСОКИМ РАЗРЕШЕНИЕМ ПО ДАЛЬНОСТИ

В.И. Мартынов

Научный руководитель – Сафонова А.В., канд. техн. наук, доцент

В работе рассматривается возможность построения радиолокационных картин отражающих точек целей с использованием сверхширокополосных (СШП) сигналов, обладающих крайне высоким разрешением, и проводится сравнение алгоритмов их обработки. В качестве исходных данных взяты цифровые отсчеты сигнала, который образован в результате отражения от известной цели в виде отражающих точек самолета, расположенного на расстоянии 5 м, с частотой биений, определяемой координатами цели.

Результатом применения доплеровского алгоритма[1] является радиолокационная картина в зоне обзора РЛС, из которой можно выделить необходимый фрагмент. Алгоритм обратной проекции в частотной области (ОПЧО)[1] основан на взвешивании результата доплеровского алгоритма весовыми функциями, представляющими собой обратные матрицы спектров сигналов, отраженных от каждого из возможных элементарных отражателей (ВЭО) в зоне обзора. Алгоритм максимальной корреляции (МК) [1] оценивает количество максимумов корреляции принятого сигнала и сигналов, имитирующих отражение от каждого из ВЭО, не ниже заданного уровня. Это позволяет осуществить аппроксимацию принятого сигнала правильным набором экспонент и восстановить изображение отражающих точек цели. Алгоритм адаптивной разреженной аппроксимации (АРА) основывается на предыдущем алгоритме, но отличается итеративностью и исходными данными: задаются предположение о количестве ВЭО и максимальная ошибка аппроксимации. Основным параметр сравнения – средняя величина ошибки яркости (СВОЯ) восстановленного изображения цели. Результаты исследований сведены в таблицу 1.  $N$  – количество отсчетов сигнала,  $K$  – количество максимумов корреляции,  $D$  – реальное количество отражающих точек цели ( $N > K, N > D$ ).

Таблица 1 – Сравнение основных параметров алгоритмов

алгоритм	значение средней ошибки (СВОЯ) для цели "Самолет"	вычислительная сложность алгоритма	характер поведения ошибки с увеличением дальности до цели
доплеровский	0,0593	$N \cdot \log N$	возрастающий
ОПЧО	0,0589	$N^2 \cdot \log N$	убывающий
МК	0,0031	$N^2 \cdot K$	убывающий
АРА	$3,3 \cdot 10^{-15}$	$2 \cdot N^2 \cdot D$	постоянный

Сравнение алгоритмов показывает, что циклическая адаптивная подстройка алгоритма АРА под количество и определенный набор ВЭО, позволяет получить наименьшее значение СВОЯ, которое не зависит от дальности цели, что обуславливает практическую применимость алгоритма.

1. Ultra-wideband FMCW ISAR imaging with a large rotation angle based on block-sparse recovery/ KeJin, Tao Lai, Gong-quan Li, Ting Wang, Yong-jun Zhao // FITEE.- 2017. – No.18. – P. 2058-2069.

## РЕЖЕКТИРОВАНИЕ ПАССИВНЫХ ПОМЕХ НЕРЕКУРСИВНЫМИ ФИЛЬТРАМИ

А.А. Петунин

Научный руководитель – Попов Д.И., д-р техн. наук, профессор

Как в радиосвязи, радиовещании и телевидении, в радиолокации может существенно сказываться влияние различного рода помех. В активной радиолокации роль этих помех может оказаться еще большей, чем в других отраслях радиотехники, потому как обычно имеет место существенное ослабление сигнала на пути распространения до цели и обратно [2]. В частности, такими помехами являются пассивные помехи. Пассивные помехи – это мешающие отражения от неподвижных или медленно перемещающихся объектов. Такими объектами являются местные предметы, гидрометеоры (облака, дождь, град, снег), и металлизированные отражатели, сбрасываемые противником для маскировки цели. Особенность такого рода помех заключается в простоте ее постановки и сложности избавления от неё. Начиная с июля 1943 года, когда ВВС Великобритании впервые применили дипольные отражатели, изготовленные из фольги или из металлизированной бумаги, при налёте на Гамбург, решение проблемы защиты радиолокационных систем от пассивных помех приобрело значение государственной важности.

Был рассмотрен аппарат для изучения свойств цифровых режекторных фильтров, основанный на методе  $z$ -преобразования, при котором плоскость комплексной переменной  $p = \sigma + j\omega$ , соответствующей преобразованию Лапласа, отображается в плоскость комплексной переменной  $z$ , определяемой посредством функции:

$$z = e^{pT} = e^{\sigma T} e^{j\omega T} = e^{\sigma T} \cos \omega T + j e^{\sigma T} \sin \omega T = x + jy, \quad (1)$$

где  $T$  – интервал дискретизации. Был произведён обзор характеристик и свойств цифровых режекторных фильтров нерекурсивного типа, способов увеличения областей режекции, зависимости формы амплитудно-частотной характеристики фильтра от положения особых точек системной функции и порядка фильтра [1].

Был проведен анализ эффективности цифровых режекторных фильтров, в качестве критерия которого используется коэффициент улучшения. Он определяется как отношение мощностей помехи на входе и выходе фильтра, нормированных относительно аналогичных мощностей собственного шума приёмника. Также сделан вывод о том, что с расширением спектра помехи ее подавление ухудшается, так как помеха выходит из полосы режекции. С увеличением порядка фильтра подавление помехи возрастает, так как расширяются полосы режекции.

### *Библиографический список*

1. Проектирование радиолокационных систем: учеб. пособие / Д. И. Попов; Рязан. гос. радиотехн. ун-т. – Рязань, 2016. – 80с.
2. Теоретические основы радиолокации. Под ред. Ширмана Я. Д. Учебное пособие для вузов. М.: Советское радио, 1970, стр. 560.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВЫХ КООРДИНАТ ЛИНИИ ВИЗИРОВАНИЯ СИСТЕМОЙ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ НА MEMS ДАТЧИКАХ ДЛЯ ОПЕРАТОРА ПАНОРАМНОЙ ОБЗОРНОЙ СИСТЕМЫ

А.О. Пшенников

Научный руководитель – Холопов И.С., канд. техн. наук, доцент

В панорамных обзорных системах [1] для измерения угловых координат линии визирования оператора в простейшем случае может применяться система позиционирования на MEMS датчиках [2]. Принцип работы такой системы заключается в интегрировании сигналов угловой скорости, выполняемом с применением математического аппарата кватернионов [3]. В качестве компактных датчиков угловой скорости широкое применение получили MEMS гироскопы (МГ) [4].

Основными причинами погрешностей при использовании данных датчиков являются нестабильность масштабного коэффициента и дрейф нуля, которые приводят к отличию измеряемой МГ угловой скорости относительно её истинного значения. Из-за этого течением времени при численном решении кинематических уравнений происходит нарастание ошибки определения угловой ориентации [4, 5]. Компенсация дрейфа нуля гироскопов по крену и тангажу может выполняться по сигналам MEMS акселерометра, а по курсу – по сигналам MEMS магнитометра [4, 5]. Данные датчики также позволяют выполнить определение исходного углового положения – начальную выставку.

Поскольку коррекция углового положения по сигналам магнитометра затрудняется в случае воздействия искажений типа «*hardiron*», в работе с помощью имитационного моделирования исследована погрешность измерения угловых координат курса, тангажа и крена при отсутствии компенсации дрейфа угловой скорости МГ по оси Z при различных математических моделях дрейфа и значениях истинных угловых скоростей.

## Библиографический список

1. Кудинов И.А., Холопов И.С., Храмов М.Ю. Технология формирования панорамных разносектральных видеоизображений для обзорных авиационных оптико-электронных систем // Труды МАИ. 2019. № 104. С. 1-21.
2. В.Я. Распопов, В.В. Матвеев, А.П. Шведов, М.Г. Погорелов, М.В. Рябцев, Р.В. Алалуев, А.В. Ладонкин, В.М. Глаголев . Микросистемы ориентации // Известия ТулГУ. Технические науки. 2016. № 10. С. 239-265.
3. Kuipers J.B. Quaternions and Rotation Sequences: A Primer with Applications to Orbits, Aerospace and Virtual Reality. Princeton, New Jersey: 1999. PP. 369
4. Распопов В.Я. Микромеханические приборы. М.: Машиностроение, 2007. 400 с.
5. Белокуров В.А. Система угловой ориентации на основе гауссовского парциального фильтра // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2016. № 56. С. 11-17.

# ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ЦЕЛЕЙ

Н.А.Шилов

Научный руководитель – Белокуров В.А., канд. техн. наук, доцент

Постановка задачи. Обнаружение, оценка параметров и классификация пространственно распределённых целей была и остаётся определяющей при разработке и создании современных радиолокационных систем мониторинга космической, воздушной и наземной обстановки современными и перспективными радиолокационными средствами.

Названная задача решается по отношению к двум типам пространственно-распределённых целей и соответственно двум типам радиолокационных систем. Во-первых, это задача наблюдения наземных и воздушных целей космическими системами с высоким разрешением по дальности и азимуту (РЛС с синтезированной апертурой), во-вторых, задача обработки сигналов от космических многоэлементных целей наземными средствами наблюдения.

В каждом из рассматриваемых случаев получены модели принимаемых сигналов, синтезированы оптимальные и предложены квазиоптимальные (практически реализуемые) алгоритмы обнаружения сигналов от пространственно-распределённых целей, алгоритмы оценивания параметров названных сигналов, а также алгоритмы классификации целей по отражённым сигналам. Помимо вопросов синтеза и анализа оптимальных алгоритмов, обсуждается вопрос об их практическом использовании.

Обнаружение группы точечных целей имеет ряд особенностей по сравнению с обнаружением одной сосредоточенной (точечной) цели. Самой характерной из них является сложность оптимальных алгоритмов, возникающая вследствие необходимости перебора всех возможных комбинаций радиолокационных параметров.

Другая особенность состоит в наличии в оптимальном обнаружителе блока апостериорного оценивания параметров ПРЦ.

На основе математической модели отраженного сигнала, выполняется статистический синтез оптимальных алгоритмов обнаружения групповой ПРЦ для двух случаев межпериодной связи радиолокационных параметров – полной коррелированности и полной независимости. Предлагаются способы устранения априорной неопределенности, основанные на принципах адаптивного подхода.

## *Библиографический список*

1. Доросинский Л.Г., Трухин М.П. Теория и практика обработки сигналов от пространственно-распределённых целей. – Ульяновск: Зебра, 2015. – 243 с.
2. Большаков И.А. Статистические проблемы выделения потока сигналов из шума / И.А. Большаков. М.: Советское радио, 1969. 464 с.
3. Обнаружение пространственно-распределённых целей /Г. Ван дер Спек. Зарубежная радиоэлектроника, № 9, 1972. С. 3-16

## **СЕКЦИЯ «БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

### **МНОГОЧАСТОТНЫЕ РЕЖИМЫ В АВТОГЕНЕРАТОРАХ НА САП**

К.В. Бенедицкий

Научный руководитель – Богданов А.С., канд. техн. наук, доцент

В работе рассматривается вопрос об устойчивости существования одновременно несколько автоколебаний с различными частотами в автогенераторе (АГ). Ответ на него зависит от многих факторов, например таких, как число частот в полосе прозрачности контура, при которых выполняется фазовый баланс, форма амплитудно-частотной характеристики избирательной нагрузки, режим самовозбуждения и др. Многочастотных автогенераторов колебаний можно сформировать на основе широкополосных устройств на ПАВ (поверхностные акустические волны). Например, подобные автогенераторы можно строить на основе ЛЗ ПАВ с широкополосными преобразователями. В этом случае в полосу пропускания преобразователей может входить большое число собственных частот эквивалентной резонансной системы автогенератора, на которых возможны автоколебания. Определенными достоинствами автогенераторов на ПАВ также являются возможность перестройки частоты генерации в достаточно широких пределах, создание АГ на ПАВ с повышенной мощностью. Малые габариты и масса при высокой механической прочности и низкой чувствительности к вибрациям делают применение генераторов на ПАВ-устройствах перспективным.

В автогенератор с задержанной обратной связью необходимо сделать поворот на 360 градусов что бы была положительная обратная связь . Это можно сделать за счет LC –цепи ( как в 3-х точечном автогенераторе) или за счет задержки по времени. Берется выходной сигнал, задерживается на период и получается сигнал с положительной обратной связью. Стабильность частоты таких АГ лишь незначительно хуже стабильности частоты кварцевых генераторов, при этом максимальная частота генерации (до 3 ГГц) значительно выше.

Введение с схему достаточно большой задержки дает системе много-частотный характер. Роль колебательного контура при этом сводится лишь к ограничению числа частот, на которых обеспечивается усиление, необходимое для генерации.

Из всего напрашивается вопрос, могут ли одновременно устойчиво существовать ряд автоколебаний с различными частотами. Ответ на него зависит от таких факторов, как число частот в полосе прозрачности контура, при которых выполняется фазовый баланс, форма амплитудно-частотной характеристики избирательной нагрузки, режим самовозбуждения (мягкий или жесткий) и некоторых других.

В заключении был показан план и пример инженерного расчета мощных стабильных, перестраиваемых по частоте автогенераторов с линией задержки на ПАВ на составном активном приборе с контролируемой в полосе рабочих частот устойчивостью.

# ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ РАДИОТРАКТА СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ IOT

С.В. Лапкин

Научный руководитель – Паршин Ю.Н., д-р техн. наук, профессор

Интернет вещей (IoT)– это система взаимосвязанных устройств, которыми могут быть люди, животные, вещи или машины, каждый из которых имеет уникальный идентификатор и возможность передавать данные по сети без какого-либо взаимодействия с людьми или компьютерами. Кроме того, IoT можно объяснить, как категорию устройств, которые потребляют мало энергии, работают в глобальных сетях и могут осуществлять связь нескольких типов, то есть от машины к машине, от машины к сети или от сети к машине. Это полностью автоматизированный цикл работы приборов и систем за счет их подключения к беспроводной сети.

Одним из важнейших условий для корректной работы систем интернета вещей является вопрос энергоэффективности [2]. При расчетах энергетических характеристик информационных процессов необходимо учитывать, что энергия необходима для выполнения следующих преобразований:

- изменение значения битов данных в процессоре,
- сохранение битов данных в памяти,
- распространение битов данных по физической среде сетей связи

Задача оптимизации состоит в том, чтобы минимизировать общую мощность, потребляемую от источника питания для данного качества передачи информации [1]. Устройства IoT должны иметь большой срок службы батареи, так как многие из этих устройств не имеют доступа к электрической сети питания, но все они должны быть постоянно включёнными и готовыми к работе. Они должны работать в течение многих лет без подзарядки или замены батареи. Именно эта характеристика устройств Интернета вещей — постоянно включённое состояние — требует новых решений в области измерений и управления энергопотреблением.

Наиболее распространенным способом питания являются аккумуляторные батареи. Чтобы достичь максимального времени работы от аккумуляторов, необходимо поддерживать ток, потребляемый устройствами, на абсолютно минимальном уровне. Для этого необходимо использовать компоненты с низким энергопотреблением и эффективные методы обесточивания неиспользуемых компонентов [2]. Этот способ не всегда может быть удобен в реализации и имеет свои недостатки. Для увеличения времени автономной работы задача уменьшения энергопотребления может решаться за счет оптимизации конструкции и режимов работы аналоговых и цифровых схем узлов, а также с помощью харвестеров энергии, мощность которых также ограничена и зависит от внешних условий (вибрации, ветер, свет, тепло и т. д.).

## *Библиографический список*

1. Parshin A., Parshin Yu. Investigation of Efficient Receiving of Ultra Low Power Signal for IoT Application// 2019 8nd Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO) Budva, Montenegro, June 10th-14th 2019, 842 p. – P. 32-35.
2. Росляков А.В., Ваняшин С.В., Гребешков А.Ю. Интернет вещей. Учебное пособие. – Самара: ПГУТИ, 2015. – С.200.

## СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ МНОГОЛУЧЕВОГО КАНАЛА СВЯЗИ

Н.Е. Новичихин

Научный руководитель – Ксендзов А.В., канд. техн. наук, доцент

В работе производится сравнение методов моделирования многолучевого канала с помощью фильтрации гауссовского процесса доплеровским фильтром и моделирования методом суммирования синусоид.

Моделирование канала с помощью фильтрации гауссовского процесса проводится как в частотной области, используя быстрое преобразование Фурье для выполнения свертки, так и во временной, выполняя прямую линейную свертку сгенерированного комплексного гауссовского процесса с импульсной характеристикой доплеровского фильтра. В качестве фильтров использовались следующие доплеровские спектры: доплеровский спектр Джейкса, гауссовский, бигауссовский, плоский, симметричный ограниченный спектр Джейкса и асимметричный спектр Джейкса, округлый доплеровский спектр и спектр разработанный Аулиным для трехмерной модели многолучевого канала. Были приведены теоретические выражения для спектральной плотности мощности для этих фильтров, их автокорреляционной функции, а также области их применения.

Моделирование канала методом суммирования синусоид производится с помощью создание процесса затухания путем наложения нескольких волн, каждая из которых характеризуется своей амплитудой, углом прихода и фазой. Количество суммируемых синусоид должно быть достаточно большим, чтобы приблизиться к амплитуде Релея.

В заключении приведены основные различия методов. С помощью метода суммирования синусоид некоторые доплеровские спектры, например, такие как спектры Джейкса и Гаусса, могут быть воспроизведены с очень хорошей точностью. При этом не существует методов для получения большей части произвольных доплеровских спектров. Метод фильтрации гауссовского процесса позволяет использовать все произвольные доплеровские спектры. Метод сумм синусоид генерирует процесс затухания выборка за выборкой, следовательно, нет существенной задержки в моделировании. Метод фильтрации требует наличия блока входных выборок (особенно если используется фильтрация в частотной области), поэтому присутствует некоторая задержка. Чтобы получить удовлетворительную точность, обычно необходимо создать несколько сотен синусоид в методе сумм синусоид, это трудоемкий в вычислительном плане процесс. Метод фильтрации требует только выполнения фильтрации, для которой существует много вычислительно эффективных подходов.

### *Библиографический список*

1. Aulin, T., A modified model for the fading signal at a mobile radio channel, IEEE Trans. Veh. Technol., Vol. 28, No. 3, 1979, pp. 182–203.
2. Jakeman E., Tough R.J.A. Non-Gaussian models for the statistics of scattered waves. - Advances in Physics, 1988, v.37 (5). - pp. 471-529
2. Robertson P., Kaiser S. The effects of Doppler spreads in OFDM (A) mobile radio systems // Vehicular Technology Conference, 1999. VTC 1999-Fall. IEEE VTS 50th. — IEEE, 1999. — Т. 1. — 329–333 p.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАТУХАНИЯ РАДИОСИГНАЛА ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ В РАЗЛИЧНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ.

П.А. Пимушин

Изучение влияния условий распространения сигнала с несущей частотой 27-30 ГГц на ослабление сигнала, в условиях дождя, тумана и снега, а так же при различных интенсивностях данных погодных эффектов.

Ослабление миллиметровых волн (далее ММВ) в тумане зависит от объема воды, присутствующей в нем. Согласно [1] были получены значения для удельного погонного коэффициента ослабления и коэффициента содержания воды, после чего были систематизированы в ходе производственной практики. При прохождении сигналов ММВ через лесные массивы, в которых огромное влияние оказывает множество факторов, таких как протяженность трассы, вид лесного массива и прочее [1], наблюдается увеличение затухания волн.

Поглощение миллиметровых волн в снежную погоду зависит от интенсивности снежных осадков, их плотности и уличной температуры.

Опираясь на источник [2] и результаты исследований, было получено следующее выражение (1) для вычисления детерминированной составляющей передаточной функции радиоканала миллиметрового диапазона и затем были получены зависимости распространения от условий (График (1)):

$$H = 20 \cdot \lg \left( \frac{4\pi R f_0}{C} \right) + kR(K_d \cdot Y^\alpha + L_T \cdot V_T) + 0,2 \cdot f_0^{0,0143} \cdot r^{0,6} [\text{дБ}], (1)$$

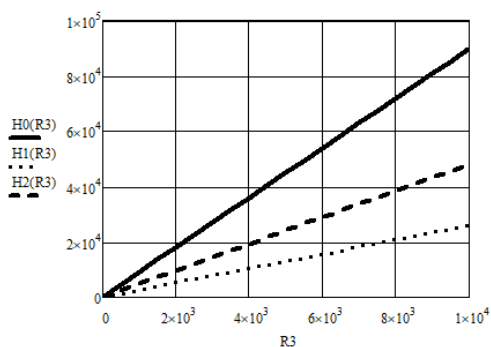


График 1.

Здесь линии H0, H1 и H2 отличаются комбинациями различных условий распространения радиосигнала. В исследованиях использовался в качестве плохих погодных условий снегопад средней интенсивности (H2) в качестве плохих погодных условий, дождь высокой интенсивности (H1) и использовалось распространение без усложненных условий, что соответствует H0 на данном графике. По результатам исследований показано, что в сложных погодных условиях необходимо выполнять корректировку параметров алгоритма оценки мощности сигнала.

## Библиографический список

1. Красюк В.Н., Платонов О.Ю., Мельникова А.Ю. Особенности распространения радиоволн миллиметрового диапазона и перспективы их использования в современных радиотехнических системах / Информационно-управляющие системы. - №4, 2003. - С. 33-38.

2. Кловский Д.Д. Передача дискретных сообщений по радиоканалам. - М.: Связь, 1969. - 375 с.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ КОМПОНЕНТОВ РАДИОТРАКТА МІМО МОДЕМОВ ІОТ

К.А. Рыбаков

Научный руководитель – Паршин Ю.Н., д-р техн. наук, профессор

Так как модемы ІоТ должны работать длительное время от одного источника питания, то необходимо чтобы все компоненты устройства отличались минимальным потреблением энергии.

Целью данного исследования является разработка методики выбора составляющих радиотракта по критерию минимума потребляемой мощности и сравнительный анализ этих компонентов от различных производителей.

Расчет величины потребляемой мощности производится в соответствии с параметрами данных компонентов. Расчет теоретического энергопотребления производится по следующим формулам:

$$P = V_{DD} * I_{DDQ},$$

где  $P$  – мощность потребляемая устройством,  $V_{DD}$ –напряжение питания,  $I_{DDQ}$ – потребляемый ток.

$$E = \frac{A * V}{3600},$$

где  $E$  – энергия источника питания в Вт,  $A$  –ёмкость источника питания в Ахч,  $V$ –напряжение от источника.

Расчет потребляемой мощности производится для основных элементов приёмного радиотракта:

### 1) Маломощный усилитель;

	$V_{DD}, B$	$I_{DDQ}, MA$	$P, Bt$	$I_{sleep}, MA$	$P_{sleep}, Bt$
GFR2081GS	5	75	0,375	0,04	0,0002
GFR2100DS	3,3	15	0,0495	0,001	0,0000033
HD2248	12	17	0,204	--	--
MICRF300EB	3,6	5	0,018	0,0005	0,0000018
RF3858	5	32	0,16	0,0009	0,0000045
UM10517	2,8	30	0,084	5	0,014

### 2) Преобразователь частоты;

	$V_{DD}, B$	$I_{DDQ}, MA$	$P, Bt$	$I_{sleep}, MA$	$P_{sleep}, Bt$
TL5522fa	5	65	0,33	0,1	0,0005
AD8343	5	50	0,25	0,05	0,00025
ADL5369	5	84	0,42	0,15	0,00075
TRF37a32	3.3	220	0,726	2	0,0066

### 3) АЦП;

	$V_{DD}, B$	$I_{DDQ}, MA$	$P, Bt$	$I_{sleep}, MA$	$P_{sleep}, Bt$
ADC3422	1,8	71	0,1278	3	0,0054
ADC34J23	1.8	269	0,4842	12	0,022
ADC32J22	1,8	134	0,2412	3	0,0054

В результате данного исследования установлено, что в активном режиме работы от ограниченного источника питания данный радиотракт не сможет работать длительное время, следовательно его необходимо применять на малые интервалы времени, а остальное время устройство должно пребывать в режиме ожидания.

На основании проведенных расчетов можно сделать следующий вывод: радиотракт созданный на основе данных компонентов можно использовать в сфере IoT, включая его для передачи и приема сообщений с последующим его переходом в режим ожидания. На основании расчетов можно принять что наиболее подходящими для данного устройства будут следующие компоненты: МШУ - MICRF300EB, преобразователь частоты - AD8343, АЦП - ADC3422.

#### *Библиографический список*

1. Datasheet GFR2081DS  
<https://www.guerrilla-rf.com/prodFiles/2081/GRF2081DS.pdf>
2. Datasheet GR2100DS  
<https://www.guerrilla-rf.com/prodFiles/2100/GRF2100DS.pdf>
3. Datasheet HD24248
4. Datasheet  
MICRF300\_EB[https://ru.mouser.com/datasheet/2/268/MICRF300\\_EB-776860.pdf](https://ru.mouser.com/datasheet/2/268/MICRF300_EB-776860.pdf)
5. Datasheet RF3858  
<http://datasheet.elcodis.com/pdf2/98/81/988150/rf3858.pdf>
6. DatasheetUM10517<https://www.nxp.com/docs/en/userguide/UM10517.pdf>
7. DatasheetLT5522[www.analog.com/ru/products/lt5522.html](http://www.analog.com/ru/products/lt5522.html)
8. Datasheet AD8343<https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD8343.pdf>
9. DatasheetADL5369<https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADL5369.pdf>
10. DatasheetTRF37a32<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/trf37a32.pdf>
11. DatasheetADC3422<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/adc3422.pdf>
12. DatasheetADC34J23<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/adc34j23.pdf>
13. DatasheetADC32J22<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/adc32j22.pdf>

# РАЗРАБОТКА СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИГНАЛА АКСЕЛЕРОМЕТРА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

И.С. Спири́н

Научный руководитель – Паршин Ю.Н., д-р техн. наук, профессор

Микроэлектромеханические системы (МЭМС) - устройства, объединяющие в себе микроэлектронные и микромеханические компоненты. Применение МЭМС акселерометров стало очень обширным в современном мире, так как размеры и потребляемая энергия малы. МЭМС акселерометры устанавливаются в технику не только стационарного, но и мобильного применения. На акселерометры, установленные на беспилотных аппаратах, оказывают воздействие некоторые вибрации, вызванные работой двигателей и движением аппарата.

Целью экспериментального исследования является определение статистических характеристик шумов на выходе МЭМС акселерометра в процессе работы двигателей беспилотного аппарата. Необходимо экспериментально зарегистрировать и проанализировать сигналы акселерометра для построения математической модели и дальнейшей обработки.

Для решения поставленной задачи использовались два экспериментальных стенда, а также программные средства для дальнейшей обработки и моделирования процессов вибраций. Первый стенд создан на основе макета баллистической ракеты МН-300 производства НПО «Тайфун» [1] с регулировкой вращения корпуса макета, а второй - содержит беспилотный летательный аппарат Parrot AR.Drone. В ходе проведения эксперимента использовался МЭМС акселерометр мобильного телефона, который закреплялся на каждом из стендов. Значения с датчика записывались в отдельный файл для последующей обработки на ПЭВМ. Были получены значения ускорений по трем пространственным координатам. В процессе обработки данных был произведен анализ статистических характеристик: были определены плотность распределения вероятностей [2] и корреляция сигналов акселерометра. Расчет математического ожидания и дисперсии сигнала акселерометра проводился по трем осям в прямоугольной системе координат. Математическое ожидание ускорений по осям равны:  $m_x = 0.5812 м / с^2$ ,  $m_y = 0.2075 м / с^2$ ,  $m_z = 9.7865 м / с^2$ . Значения дисперсии ускорений по осям равны:  $D_x = 0.8985 м^2 / с^4$ ,  $D_y = 1.3379 м^2 / с^4$ ,  $D_z = 0.4538 м^2 / с^4$ .

Вибрации, вызванные работой двигателя беспилотного летательного аппарата, напрямую зависят от частоты вращения двигателей. Но больший вклад имеет именно сила тяжести на фоне шумов от двигателей. Поэтому применение низкочастотных фильтров целесообразно при обработке высокочастотных сигналов ускорений двигателей.

## *Библиографический список*

1. Ракетные геофизические исследования: Тайфун. — 2019 [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.rpatyphoon.ru/products/software-hardware/mr30.php> (дата обращения: 07.04.2020).
2. Нормальное распределение: Википедия. — 2020 [Электронный ресурс]. — URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Нормальное\\_распределение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Нормальное_распределение) (дата обращения: 07.04.2020).

## **ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ АЛГОРИТМОВ ОЦЕНКИ ПОЛОЖЕНИЯ МОБИЛЬНОЙ СТАНЦИИ**

И.А. Хмелев

Научный руководитель – Паршин А.Ю., канд. техн. наук, доцент

В работе рассматриваются особенности моделирования алгоритма трилатерации для оценки положения мобильной станции на плоскости и в пространстве на языке Matlab.

Суть данного метода заключается в измерении мощности радиочастотного сигнала (RSSI) между мобильной (МС) и базовыми станциями (БС), размещенные определенным образом в пространстве. Получив информацию о мощности принятого сигнала, можно вычислить расстояние до объекта. Далее, полученные данные сводятся в систему квадратных уравнений, называемую трилатерацией.

Для правильной работы 2D трилатерации должны быть известны координаты трех базовых станций, а также расстояния между БС и неизвестным объектом. Для реализации 3D трилатерации необходимо иметь четвертую базовую станцию.

В работе получены результаты моделирования и построены графики при оценке положения МС при различных начальных условиях. Выполнена модификация программы с целью упрощения вычислений.

В заключение были рассмотрены основные особенности технологии.

Недостатком метода RSSI является относительно малая точность измерения, обусловленная особенностями распространения электромагнитных волн в закрытых помещениях, в частности, на принимаемый от маячка сигнал могут накладываться сигналы от источников помех, влиянием температуры и влажности в помещении, а также конструктивными характеристиками здания, планировки, числа и типов препятствий, порождающие повышенную многолучевость. Модель распространения радиосигнала может быть скорректировано с учетом перечисленных выше факторов, однако, в силу различных случайных факторов, которые не могут быть полностью учтены, рассчитанные значения расстояния всегда будут иметь ошибку.

Более высокую точность оценки местоположения МС (на 60% лучше, чем традиционный алгоритм 3D трилатерации) может дать метод COLA, за счет использования дополнительных БС, расположенных на той же оси XY, но на разной высоте Z [1].

При моделировании также было обнаружено, что не следует располагать БС на одной линии, так как это приводит к неоднозначности решения уравнения трилатерации.

### *Библиографический список*

1. Indoor Positioning System. Robert Jarvis. Arthur Mason. Kevin Thornhill. Bobby Zhang. Mentor: Dr. Kemin Zhou. EE 4820. 11/29/2011. — 127 p.
2. Brinker, R.C. and Minnick, R. 12. Trilateration // The Surveying Handbook. — Chapman & Hall, 1995. — 967

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЗИЦИОННЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ПО МИНИМУМУ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ФАКТОРА

В.В.Цыганов

Научный руководитель – Ксендзов А.В., канд. техн. наук, доцент

Целью является выбор метода определения координат для получения более высокой точности по критерию минимума геометрического фактора PDOP.

В ходе работы рассматривается три метода определения координат: дальномерный, разностно-дальномерный и угломерно-дальномерный.

**Дальномерный метод:** данный метод основан на измерениях дальности  $R_i$  между  $i$ -ой ОС и БС. В этом методе навигационным параметром является дальность  $R_i$ , а поверхностью положения – круг с радиусом  $R_i$  и центром, расположенным в центре масс  $i$ -го ОС. Уравнение круга имеет вид:

$$R_i = \sqrt{(x_{oci} - x)^2 + (y_{oci} - y)^2},$$

где  $x_{oci}$ ,  $y_{oci}$  – известные координаты  $i$ -й ОС;  $x, y$  – координаты, подлежащие определению.

**Разностно-дальномерный метод:** определение координат в данном методе происходит с помощью вычисления разности времени приема сигналов, принятых от ведомых и ведущей ОС. В данном методе линией положения является гипербола. Уравнение для определения координат имеет вид:

$$\Delta R_i = \sqrt{(x_{oci+1} - x)^2 + (y_{oci+1} - y)^2} + d_{i+1,1} - \sqrt{(x_{oci} - x)^2 + (y_{oci} - y)^2},$$

где  $i = 1, \dots, n - 1$  – номер значения разности дальностей;  $\Delta R_i$  – значение разности дальностей,  $d_{i+1,1}$  – расстояние между ведущей и ведомой  $i+1$ -й ОС.

**Угломерно-дальномерный метод:** данный метод представляет собой комбинацию угломерной и дальномерной РНС. Для определения требуется измерение азимутов  $az_i$  от ОС1 к каждой БС, а также дальностей  $r_i$  между станциями. Значения координат каждой БС определяются по формулам:

$$\begin{cases} x_i = R_i \cdot \cos(az_i) \\ y_i = R_i \cdot \sin(az_i) \end{cases}$$

где  $i = 1, \dots, n$  – текущий номер БС;  $n$  – общее число БС;  $R_i$  – дальность от ОС1 до  $i$ -й БС;  $az_i$  – азимут направления от ОС1 к  $i$ -й БС;  $x_i$ ,  $y_i$  – неизвестные координаты  $i$ -й БС.

Для расчета погрешностей определения координат в рассмотренных режимах была задана расстановка станций, координаты которых требовалось определить.

СКО погрешностей определения координат БС рассчитывались по формулам:

$$\sigma_{xi} = \sqrt{\frac{1}{z} \cdot \sum_{j=1}^z (x_{ij} - x_{0i})^2},$$

$$\sigma_{yi} = \sqrt{\frac{1}{z} \cdot \sum_{j=1}^z (y_{ij} - y_{0i})^2}$$

где  $j = 1, \dots, z$  – номер испытания;  $z$  – общее число испытаний;  $x_{ij}, y_{ij}$  – координаты  $i$ -й БС, полученные в  $j$ -м испытании;  $x_{0i}, y_{0i}$  – значения координат  $i$ -й БС, заданные в соответствии с расстановкой;  $\sigma_{xi}, \sigma_{yi}$  – СКО погрешности определения координат ( $x, y$ )  $i$ -й БС.

Результирующая погрешность  $\sigma_i$  вычислялась следующим образом:

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma_{xi}^2 + \sigma_{yi}^2}.$$

В таблице показаны результаты, полученные при расчете погрешностей определения координат БС  $\sigma_i$  при оптимального размещения станций по минимуму геометрического фактора. Нули, в данной таблице, означают, что станция использовалась в качестве опорной стан и их координаты не определялись.

Станция	Угломерно-дальномерный метод	Дальномерный метод		Разностно-дальномерный метод	
		3ОС	4ОС	3ОС	4ОС
БС1	2.15	1.21	1.01	1.24	1.1
БС2	17.96	1.35	1.18	0	5.68
БС3	51.1	1.49	1.54	6.87	7.92
БС4	31.02	1.21	1.04	8.09	4.34

Полученные значения показывают, что самым точным методом является дальномерный. Точность разностно-дальномерного метода приближается к точности дальномерного, но ее основным преимуществом является возможность обслуживания неограниченного числа объектов, что и является основным фактором для выбора данной системы.

#### *Библиографический список*

1. Казаринова Ю.М. Радиотехнические системы. - М.: Высшая школа, 1990. -496 с.
2. Перов А.И., Харисов В.Н. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования. – М.: Радиотехника, 2010. – 800с

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО УСИЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ НА СОСТАВНОМ АКТИВНОМ ПРИБОРЕ

Д.А. Шестопапов

Научный руководитель – Богданов А.С., канд. техн. наук, доцент

Усилитель на САП будем рассматривать, разделив его на две части: выходная часть на VT2 по схеме с общим эмиттером (выбран 2Т929А); часть на полевом транзисторе VT1, названная каскадом с разделенной нагрузкой (выбран 2П302А). Номинальные значения элементов рассчитаны ранее. Выходной мощностью 2 Вт на частоте 56 МГц.

Принципиальная схема представлена на рис. 1 и представляет собой САП, состоящий из VT1 (в режиме класса А) и VT2 (в режиме класса В) с цепью коррекции в виде Т-звена ФВЧ на элементах С3, С9, L2. Делитель, задающий напряжение смещения для транзистора VT1, состоит из резисторов R1, R2. Цепи согласования выполнены в виде П-звеньев ФНЧ на элементах С1, С2, L1 и С3, С6, L3. Результаты моделирования представлены на рис. 2.

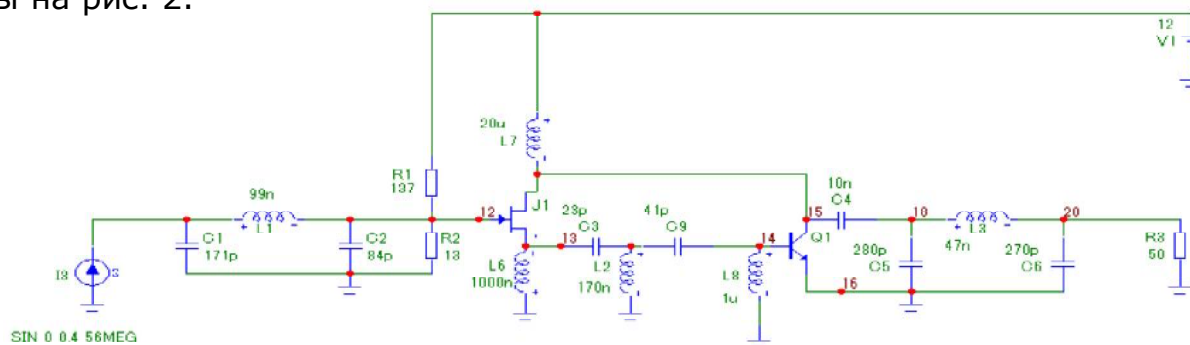


Рисунок 1. Принципиальная схема активного прибора в виде САП

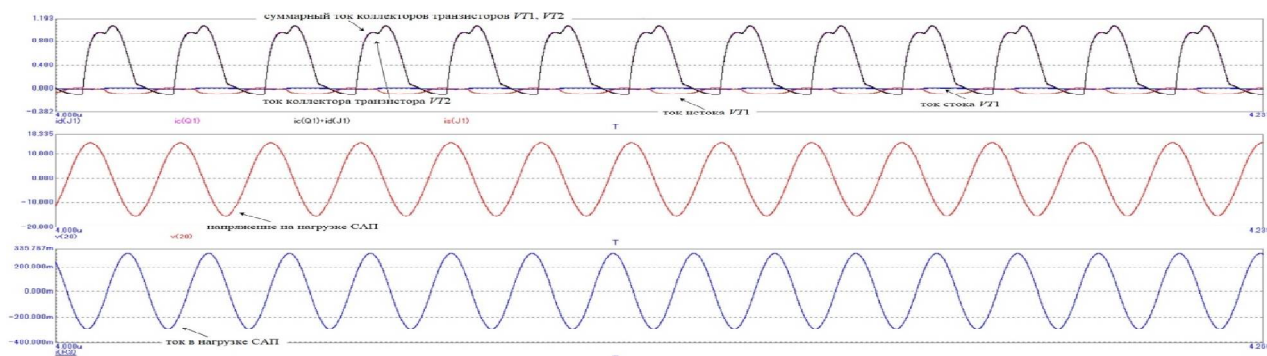


Рисунок 2. Токи и напряжения активного прибора в виде САП

В результате моделирования получены следующие данные: действующее значение напряжения в нагрузке  $U = 10,6\text{В}$ ; действующее значение тока в нагрузке:  $I = 0,212\text{А}$ ; выходная мощность:  $P = 2,25\text{Вт}$ . Так же были проведены эксперименты по выявлению влияния дестабилизирующих факторов на работу усилителя. При изменении  $R_{\text{наг}}$  видим, что при значении 25 Ом выходная мощность падает почти в 2 раза от номинального значения мощности, при нагрузке 75 Ом выходная мощность немного больше номинального значения. При уменьшении напряжения питания до 9В выходная мощность САП с КУ падает на 0,55 от номинального значения, при увеличении напряжении питания до 15В выходная мощность САП с КУ растет незначительно.

# ИСКАЖЕНИЕ МНОГОПОЗИЦИОННЫХ СИГНАЛОВ В КВАДРАТУРНОМ БЛОКЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧАСТОТЫ В ЦИФРОВОМ РАДИОПЕРЕДАТЧИКЕ

А.А. Якунина

Научный руководитель – Васильев Е.В., канд. техн. наук, доцент

В данной статье рассматривается влияние перегрузки по входу квадратурного смесителя на искажения многопозиционных сигналов цифрового передатчика.

Для исследований таких искажений была разработана схемотехническая модель квадратурного преобразователя частоты в среде Micro-Cap 7.0.0. Квадратурный преобразователь частоты в этой модели представлен в виде двух идентичных аналоговых четырехквadrантных перемножителей сигналов, известных как «ячейка Гильберта» [1]. Гетеродинное колебание, с учетом работы фазовращателя, подается на перемножители сигналов от двух источников гармонического напряжения, между которыми имеется сдвиг фазы на 90 градусов. В рассматриваемой модели квадратурного блока преобразования частоты при одинаковом изменении амплитуды с шагом 20 мВ до 200 мВ у источников сигнала I и Q на выходе амплитуда искажается. На рис. 1 представлены результаты моделирования в виде амплитудной характеристики.

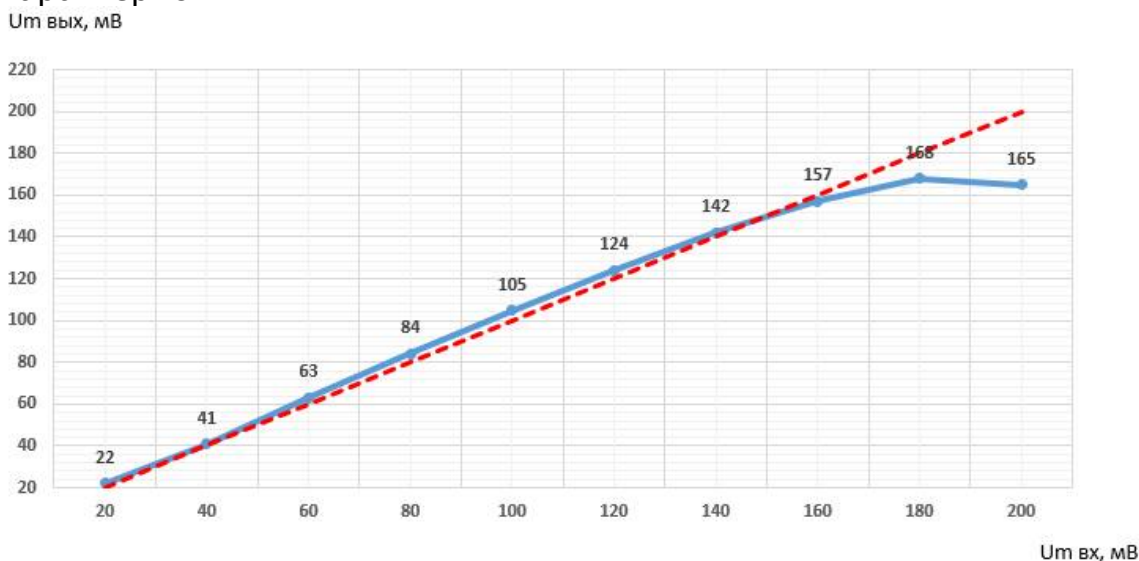


Рис. 1. Амплитудная характеристика

Из анализа полученных результатов можно сделать вывод, что для больших амплитуд входного сигнала проявляется нелинейность амплитудной характеристики. Такая нелинейность, приводит к искажению сигнального созвездия — сдвиг «внутрь» самых крайних позиций в сигнале.

## Библиографический список

1. Rick Cushing. Single-Sideband Upconversion of Quadrature DDS Signals to the 800-to-2500- MHz Band [Электронный ресурс] // Analog Dialogue 34-3 (2000) — Режим доступа: <https://www.analog.com/ru/analog-dialogue/articles/single-sideband-upconversion-of-quadrature-dds-signals.html#>

## РАСЧЕТ ВЫХОДНОГО ФИЛЬТРА LLC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

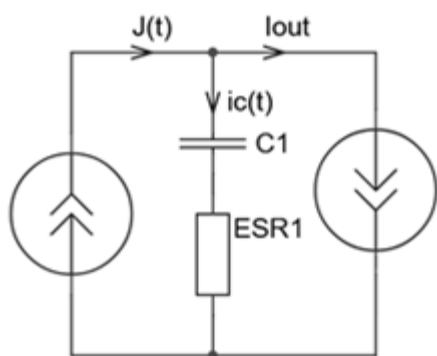
Е.Д. Седов

Научный руководитель – Васильев Е.В., канд. техн. наук, доцент

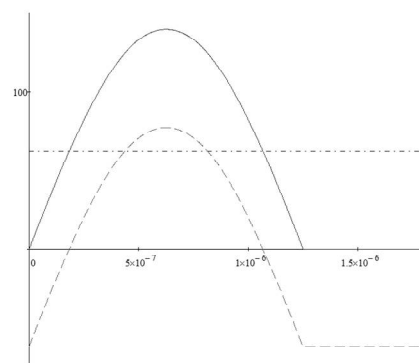
В последнее время одна из наиболее популярных топологий DC-DC преобразователей, позволяющая получить высокий КПД – топология LLC. В ряде применений рассматриваемой топологии крайне важно обеспечить уровень пульсации выходного напряжения не выше заданного значения.

Цель работы - вывод формул для расчета выходного фильтра LLC-преобразователя, позволяющих по известным значениям емкости конденсатора фильтра и его эквивалентного последовательного сопротивления ESR, выходного тока преобразователя, резонансной частоты  $f_0$  и рабочей частоты  $f$  преобразователя (при условии  $f < f_0$ ) рассчитать действующее значение тока через емкость и пульсацию напряжения на нагрузке.

В ходе работы получена математическая модель токов в фильтре преобразователя, отражающая его функционирование во времени, результат работы которой с необходимой точностью совпадает с результатами моделирования работы силовой части и фильтра в программе OrCad.



а



б

Рисунок 1 – эквивалентная схема рассматриваемого участка цепи (а) и математические модели токов в схеме (б)

Рисунок 1, а – эквивалентная схема рассматриваемой части преобразователя, рисунок 1, б – графики токов в схеме на рисунке 1, а. На схеме источник тока  $J(t)$  (сплошная линия на графике) представляет выходной ток выпрямителя преобразователя,  $C1$  и  $ESR1$  – емкость и ESR фильтра соответственно,  $I_{out}$  (штрих-пунктирная линия) – выходной ток преобразователя,  $i_c(t)$  (штриховая линия) – ток пульсации через емкость фильтра.

На основе математической модели были аналитически выведены формулы, отражающие зависимость пульсации выходного напряжения и действующего значения тока пульсации от режима работы преобразователя, емкости и ESR фильтра. Результаты расчетов по этим формулам соответствуют численному моделированию с использованием математической модели в программе Mathcad и результатам моделирования схемы силовой части LLC-преобразователя в программе OrCad. Это показывает, что выведенные формулы практически применимы в разработке LLC-преобразователей при расчете выходного фильтра.

# ЗАВИСИМОСТЬ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АКУСТИЧЕСКОГО ЛОКАТОРА ОТ ПАРАМЕТРОВ ЗОНДИРУЮЩЕГО СИГНАЛА

А.А. Степанов

Научный руководитель – Васильев Е.В., канд. техн. наук, доцент

В данной статье рассматривается ряд вопросов по улучшению разрешающей способности акустического локатора. Анализируются параметры зондирующего сигнала, влияющие на разрешающую способность по дальности. Обсуждается возможность применения сложных акустических сигналов для повышения разрешающей способностью

В эксперименте, проведенном в среде MATLAB, на приемной стороне проводится сжатие импульсов с внутриимпульсной линейной частотной модуляцией путем пропускания их через оптимальный (согласованный) фильтр. Приводятся графики, показывающие зондирующие и отраженные сигналы. По отраженным сигналам становится понятно, во сколько раз увеличивается разрешающая способность по дальности.

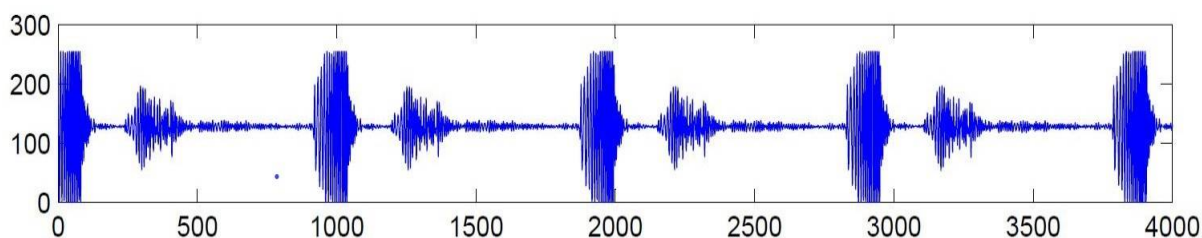


Рисунок 1 – Зондирующие и отраженные импульсы без сжатия

На рисунке 1 невозможно рассмотреть близко расположенные предметы, отражения от которых накладываются друг на друга в принимаемом импульсе, отраженном от нескольких близко расположенных целей.

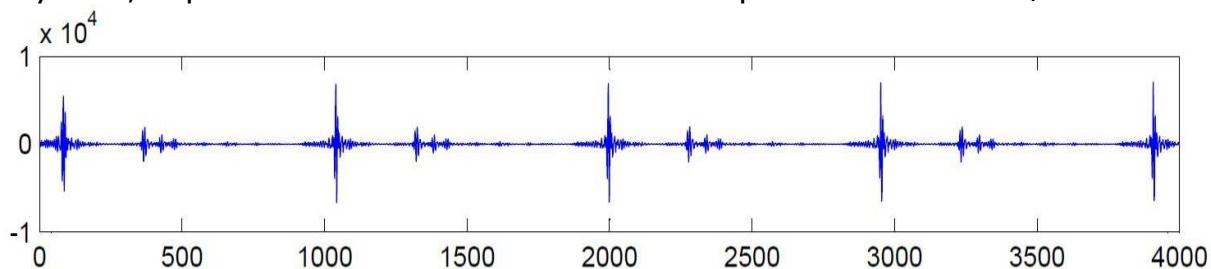


Рисунок 2 – зондирующие и отраженные импульсы на выходе согласованного фильтра

Рисунок 2 показывает целесообразность применения согласованного фильтра при обработке сигнала на приемной стороне, так как появляется возможность различить несколько близко расположенных объектов.

## Библиографический список

1. Цифровая обработка сигналов и MATLAB: учеб. пособие / А. И. Солонина, Д. М. Клионский, Т. В. Меркучева, С. Н. Перов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2013. — 512 с.: ил.— (Учебная литература для вузов)
2. Гоноровский И.С. радиотехнические цепи и сигналы. Учебник для вузов. Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Сов. радио», 1977.

## МОДУЛЯТОРЫ ПЕРЕДАТЧИКОВ ИМПУЛЬСНЫХ РЛС

А.С. Тимакин

Научный руководитель – Богданов А.С., канд. техн. наук, доцент

В импульсных РЛС модуляторы формируют короткие высоковольтные импульсы, управляющие работой СВЧ генератора, а также вспомогательные старт-сигналы для запуска других узлов РЛС и сигналы блокировки других бортовых радиотехнических устройств.

Модулятор может состоять из подмодулятора и, собственно модулятора. Первый формирует импульс по длительности и форме, второй по мощности.

Работа любого модулятора в импульсной РЛС основана на принципе сравнительно продолжительного по времени процесса накопления энергии и кратковременного использования её в нагрузке. Обычно в качестве накопительных элементов используются конденсаторы или формирующие линии, поскольку они обеспечивают выработку управляющих импульсов, близких по форме к прямоугольной.

Длительность формируемых модулятором импульсов в бортовых РЛС в большинстве случаев составляет единицы или десятые доли микросекунды.

Различают модуляторы с частичным и полным разрядом накопителя. Достоинствами модуляторов с частичным разрядом являются хорошая форма импульса и высокий к.п.д. цепи разряда, близкий к 0,95. Основными недостатками – сравнительно малая часть используемой энергии и, как следствие, невысокие уровни мощности импульса.

В модуляторе с полным разрядом можно получить большие значения мощности, однако форма импульса далека от идеальной, что приводит к необходимости применения специальных схемных решений для её улучшения, а к.п.д. зарядной цепи не может превышать значения 0,5.

Рассмотрим один из возможных вариантов обобщённой структуры модулирующего устройства однокаскадного передатчика с генератором СВЧ.

Устройство запуска, выполненное на базе блокинг-генератора, обеспечивает работу в двух режимах: при запуске от синхронизирующего устройства, когда блокинг-генератор работает в режиме внешней синхронизации, и при отсутствии пусковых импульсов, в автоколебательном режиме, обеспечивая работу РЛС с несколько изменённой частотой повторения импульсов.

Подмодулятор вырабатывает импульсы прямоугольной формы с заданными параметрами, управляющие коммутирующими элементами в модуляторе и в ряде случаев используемые в качестве старт-сигналов для других узлов РЛС. При срабатывании коммутирующих элементов высокое напряжение от накопительного элемента через согласующий трансформатор подаётся на катод. Для улучшения формы модулирующего импульса применена цепь коррекции. Накопительное устройство заряжается от высоковольтного выпрямителя. Устройство коммутации и защиты обеспечивает включение высокого напряжения в модуляторе с задержкой во времени, необходимой для прогрева катода, а также защиту передающего устройства от возможных перегрузок.

## **ОСОБЕННОСТИ СИГНАЛОВ СЕТИ LTE ДЛЯ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ**

Ю.А. Концов

Научный руководитель – Паршин А.Ю., канд. техн. наук, доцент

Сотовая сеть LTE состоит из большого числа базовых станций, размещенных в различных точках. Использование сети в условиях сильной многолучевости и наличия препятствий распространению сигнала приводит к снижению области покрытия одной базовой станции, особенно при использовании частот около 2 ГГц для обмена данными. Однако, благодаря широко развитой инфраструктуре базовых станций обеспечивается значительная область покрытия сети.

Возможность навигации в сети LTE определяется нахождением мобильного устройства в зоне действия нескольких базовых станций. Кроме того, высокая скорость передачи информации позволяет выполнять определение местоположения устройства в фоновом режиме одновременно с передачей мультимедийной информации.

Узлы сети LTE обычно разделяют на две категории: узлы опорной сети и узлы, относящиеся к сети радиодоступа. Важным элементом, определяющим эффективность любой радиосети, являются механизмы и алгоритмы, которые используются для передачи данных между базовой станцией и мобильными устройствами [1]. Как и в большинстве сетей третьего поколения, в основу принципов построения сети LTE включено разделение двух аспектов: физической реализации отдельных сетевых блоков и формирования функциональных связей между ними [2].

Для радиоинтерфейса LTE принципиально новым решением стало использование новых алгоритмов множественного доступа – в нисходящем канале OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) и SC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access) – в восходящем. Немаловажно, что весь существующий спектр разделяется на ортогональные поднесущие по 15 кГц (в нисходящем канале). Минимальная полоса, которая выделяется для одного абонента – 12 поднесущих. При использовании многопозиционных методов модуляции требуются каналы с высоким уровнем отношения сигнал/шум, ухудшение же условий радиопередачи приведет к уменьшению порядка модуляции, а, соответственно, и скорости передачи данных. Следовательно, при плохих условиях радиопередачи максимальные скорости передачи данных в нисходящем канале снижаются минимум в 3 раза.

Технология передачи MIMO (Multiple Input Multiple Output) поддерживается стандартом LTE. Это помогает существенно увеличить показатели спектральной эффективности и максимальную скорость передачи данных. Задача MIMO заключается в следующем: при передаче и приеме данных с каждой стороны используется несколько антенн. Разные антенны способны передавать одни и те же данные, в таком случае увеличивается безопасность передачи данных, но не скорость передачи. Максимально технологией LTE в нисходящем канале поддерживается схема 4x4. Это говорит о том, что на приемной стороне и передающей используется по четыре антенны. Скорость передачи данных, в данном случае, может быть увеличена до четырех раз.

Использование сложных методов формирования и модуляции радиосигнала в сети LTE позволяет передавать навигационную информацию сразу от нескольких станций. Таким образом, повышается точность определения положения. В условиях сильной загруженности – центр крупного города – возможно переключение на использование ресурсов мобильного устройства. Скорость определения местоположения снизится, тем не менее, отказа в обработке навигационных данных не последует.

#### *Библиографический список*

1. Гельгор А. Л. Технология LTE мобильной передачи данных: учебное пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011
2. Вишневский В. М., С. Л. Портной, И. В. Шахнович. — М.: Техносфера, 2009.

## **ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕТИ 5G ПРИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИИ**

А.И. Рябов

Научный руководитель – Паршин А.Ю., канд. техн. наук, доцент

Развитие сетей пятого поколения позволяет расширить круг задач, которые решаются в сотовой связи. Миллиметровый диапазон радиоволн, использование которых планируется в сети пятого поколения[1], вводит ограничение радиуса действия одной базовой станции. Решение проблемы возможно двумя способами: путем повышения мощности передатчика базовой станции или размещением большего числа станций, т.е. расширением инфраструктуры сети. Мощность передатчика строго регламентирована и ограничена с целью снижения влияния электромагнитного поля на человеческий организм. Следовательно, данный путь возможно реализовать только в условиях маломощных полей в отдельных областях действия сети. Увеличение числа базовых станций более затратно, однако, кроме обеспечения непрерывной области покрытия, позволит упростить решение задачи позиционирования мобильных устройств в сотовой сети.

Волны миллиметрового диапазона очень склонны к отражению. Вследствие этого возникает эффект многолучевости [2]. Во время передачи информации даже в условиях радиовидимости между передатчиком и приемником на антенну приёмника помимо прямой волны приходит множество других волн, отражённых от почвы, зданий и иных объектов. Приходящие волны имеют разную длину пути от передатчика до приемника, различные амплитуды и фазы, непрерывно изменяющиеся из-за изменений обстановки на трассе связи и перемещения абонентов.

Замирания сигнала, то есть случайные и нестационарные флуктуации амплитуды и фазы принимаемого сигнала являются следствием многолучевости. Также значительно увеличивается ослабление сигналов миллиметрового диапазона из-за наличия препятствий на трассе.

Множество лучей, одновременно приходящих на антенну приёмника, также вызывают замирания. В условиях подвижных абонентов замирания сигнала происходят при изменениях взаимного направления антенн.

В зависимости от скорости изменения уровня принимаемого сигнала замирания подразделяют на два вида – быстрые и медленные замирания.

При прохождении сигналов миллиметрового диапазона через стены зданий образуются дополнительные ослабления[3]. Сигналы этого диапазона сильно ослабевают в твердых материалах и на частотах выше 30 ГГц практически не могут пройти через типовые по толщине бетонные и кирпичные стены зданий. Но чаще всего связь не прерывается, так как радиоволны попадают в здания через оконные проемы и двери, ослабевая при этом не столь значительно[2].

Помимо сильного ослабления сигналов при распространении через каналы связи следует отметить доплеровские изменения частоты при движении абонентов относительно друг друга.

Технология 5G может эффективно использоваться для определения местоположения объекта. При этом необходимо учитывать особенность распространения сигнала. Позиционирование объекта в сети может обеспечиваться технологиями TOA, TDOA, OTD.

#### *Библиографический список*

1. Степутин А. Н., Николаев А. Д. Мобильная связь на пути к 6G
2. Тихвинский В.О., Бочечка Г.С. Перспективы миллиметрового диапазона для 5G в России / Первая миля. - 2014, № 2.
3. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.: Пер. с англ. - М.: Издательский дом "Вильямс". - 2004.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН НЕСООТВЕТСТВИЯ РАДИОСТАНЦИИ ТЕХНИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ**

А.О. Янин

Проводя приемо-сдаточные испытания радиостанции, одной из главных проблем стало то, что при проверке станции на вибропрочность, воздействии на электроакустические шумы в камере, а также проверке ее на ударопрочность был выявлен значимый недостаток для военного производства. Станция при данных проверках выходит в выставленный режим передачи, что существенно сказывается в дальнейшем на ее маскировке. Это приводит к рассекречиванию позиции, позволяя противнику перехватить частоты сигнала и расшифровать передаваемые сообщения в эфире. Рассматривается ряд проблемных вопросов:

- 1) Проблема проектирования и расчета синтезаторов частот с кольцом импульсно-фазовой автоподстройки частоты. Для подавления радиоэлектронных шумов, имеющие режим программной перестройки рабочей частоты, является обеспечение нужного быстродействия
- 2) Увеличение коэффициента передачи разомкнутого кольца импульсно-фазовой автоподстройки частоты. С увеличением коэффициента накладывается увеличивающаяся при этом нестабильность переходного процесса.

- 3) Повышение быстродействия. Для этого требуется в синтезаторе частот применять кольцо импульсно-фазовой автоподстройки частоты с переменной инерционностью. Радиостанция во время переходного процесса дает возможность получения достаточно высокой динамической точности.
- 4) Проблема электроакустических преобразований. Данный вид испытаний проводится в нормальных климатических условиях. Радиостанция помещается в акустическую камеру и включается. После этого на нее подаются акустические воздействия. По осциллографу наблюдаем за тем, что побочные составляющие спектра выходного сигнала гораздо выше требуемых, а именно, выше  $70\text{дБ} \pm 12\%$ .

Для прохождения приемо-сдаточные испытания радиостанции требуется изменить структуру подключения фильтра нижних частот. Сделав ее коммутирующей, что приведет к улучшению выходных частот. В результате достигается стабильная передаточная характеристика кольца импульсно-фазовой автоподстройки частоты и это позволит сделать станцию стабильной по динамическим и спектральным характеристикам во всем диапазоне колебаний и ускорит процесс перестройки частоты.

#### *Библиографический список*

1. Борисов В.И., Зинчук В.М., Лимарев А.Е., Немчилов А.В., Чаплыгин А.А. Пространственные и вероятностно-временные характеристики эффективности станций ответных помех при подавлении систем радиосвязи / под ред. В.И. Борисова. – М.: РадиоСофт, 2008.
2. Леньшин А.В., Тихомиров Н.М. Проблемы и перспективы разработки устройств формирования активных помех подавления РЛС с быстрой перестройкой частоты // Теория и техника радиосвязи. – 2010. № 1.
3. Тихомиров Н.М., Романов С.К., Леньшин А.В. Формирование ЧМ сигналов в синтезаторах с автоподстройкой. – М.: Радио и связь, 2004.

## **СЕКЦИЯ «ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И ОСНОВЫ РАДИОТЕХНИКИ»**

### **РАЗРАБОТКА ИМИТАТОРА ПРЕДСТАРТОВОЙ ПОДГОТОВКИ ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

В.Н. Елецкий

Научный руководитель – Витязев С.В., канд. техн. наук, доцент

В докладе представлен обзор микроконтроллеров производства ОАО «ПКК «Миландр» подходящих для применения в имитаторе предстартовой подготовки.

Имитатор предстартовой подготовки предназначен для обеспечения наземных проверок, цифрового обмена, имитации нагрузки и обеспечения контроля напряжений, подаваемых на изделие по цепям питания, обогрева, рулевых приводов, электровоспламенителей, химического источника тока и разгонного двигателя. Стоит отметить, что данные измерения должны осуществляться неразрывно друг от друга, с целью получения более полного набора данных для дальнейшего анализа. Измеренные данные будут записываться на съемный носитель. На данный момент реально существует и эксплуатируется заглушка-имитатор, которая частично выполняет требования, изложенные выше.

Целью данной работы является разработка для АО «НПК «КБМ» имитатора предстартовой подготовки нового поколения, который будет полностью удовлетворять техническим требованиям, предъявляемым в техническом задании. В состав разрабатываемого имитатора будет включен микроконтроллер, который будет обеспечивать централизованное управление в процессе эксплуатации. В разработке могут быть применены следующие модели микроконтроллеров: 1986BE93У, 1986BE92У, 1986BE91Т.

Основными критериями выбора являются: количество каналов АЦП; наличие контроллеров интерфейсов I2C, CAN; тактовая частота; габаритные размеры изделия. Ввиду того, что одним из главных критериев, перечисленных выше, является количество каналов АЦП, проанализировав технические характеристики, можно сделать вывод о том, что по данному критерию более приоритетной является модель 1986BE91Т. Контроллер интерфейса I2C предусмотрен во всех моделях, кроме 1986BE93У. Контроллер интерфейса CAN представлен во всех моделях. Данный интерфейс будет использован для связи микроконтроллера с LCD-дисплеем, на котором будут оперативно отображаться все измеряемые характеристики. Максимальная тактовая частота на всех микроконтроллерах одинаковая и составляет 80 МГц [1]. Габаритные размеры, соответственно площадь каждого микроконтроллера различна, минимальными размерами обладает модель 1986BE93У.

1. Спецификация микроконтроллеров серии 1986BE9х, К1986BE9х, MDR32F9Qх, К1986BE91Н4. ЗАО «Миландр» ТСКЯ.431296.001СП Версия 3.4.3.

# АЛГОРИТМЫ ПОДАВЛЕНИЯ БОКОВЫХ ЛЕПЕСТКОВ ПРИ ПРИЕМЕ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ СОДЕЙСТВИЯ ВОДИТЕЛЮ

Д.В. Валуйский

Научный руководитель – Витязев С.В., канд. техн. наук, доцент

Существенной проблемой при разработке радиолокационных устройств, является задача подавления боковых лепестков принимаемых эхосигналов. Высокий уровень боковых лепестков корреляционной функции принимаемого сигнала в условиях наличия шумовой составляющей может привести к необнаружению полезного сигнала или, напротив, к детектированию ложных целей [1]. В работе рассматриваются различные алгоритмы подавления боковых лепестков корреляционных функций сигналов с фазовой манипуляцией [1], основанных на кодовых последовательностях Баркера и Уолша, приводятся результаты моделирования исследуемых алгоритмов.

Среди рассматриваемых алгоритмов наибольший интерес представляют алгоритм инверсной фильтрации [2] и алгоритм оптимальной фильтрации, предложенный А. Эльбардавани в [3].

Идея алгоритма инверсной фильтрации заключается в использовании последовательного соединения согласованного фильтра с фильтром, передаточная функция которого описывается выражением (1):

$$H(z) = C^{-1}(z) = \frac{1}{c_0 + c_1 \cdot z^{-1} + c_2 \cdot z^{-2} + \dots + c_n \cdot z^{-(n-1)}} \quad (1)$$

где  $C(z)$  представляет собой полином, описывающий Z-преобразование от используемой для модуляции кодовой последовательности.

Фильтр, предложенный в [3], также предполагает последовательное соединение с выходом согласованного фильтра. Передаточная функция фильтра описывается выражением (2):

$$H(j\omega) = \frac{N}{N + 2 \sum_{i=1}^{\frac{N-1}{2}} \alpha_i \cos 2i\omega}, \quad (2)$$

где  $N$  – число элементов используемой для модуляции кодовой последовательности,  $\alpha_i$  – коэффициенты боковых лепестков корреляционной функции кодовой последовательности.

По результатам моделирования сделаны следующие выводы: оба исследуемых алгоритма при отсутствии шумовой компоненты в принимаемом сигнале демонстрируют полное подавление боковых лепестков. Однако при добавлении шумовой компоненты инверсный фильтр демонстрирует значительно худшие результаты по снижению уровня боковых лепестков, чем оптимальный фильтр А. Эльбардавани.

## Библиографический список

1. Варакин Л.Е. Теория сложных сигналов. — М.: Советское радио, 1970. — 376 с.
2. Erikmats E. Range side lobe suppression method for a phase modulated radar pulse. – U.S. Patent №4095225, 1978.
3. A. Elbardawiny, A. Sobhy — A novel sidelobe cancellation method for binary Barker code pulse compression — Aerospace sciences and aviation technologies, 2017 — 10 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ДЕМОДУЛЯТОРА ТРАНКИНГОВОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Д.С. Кострица

Научный руководитель – Овинников А.А., канд. техн. наук, доцент

Целью данной учебно-исследовательской работы является исследование модели модулятора и демодулятора транкинговой системы связи.

Для исследования были выбраны пять наиболее популярных и в настоящее время используемых стандартов транкинговой связи, а именно: DMR, NXDN, APCO25, TETRA, Tetrapol.

Для всех перечисленных стандартов были изучены основные характеристики. Но основное внимание было уделено модуляции и демодуляции сигналов, а также синхронизации в данных стандартах.

В стандартах DMR, NXDN, APCO25 используется четырехуровневая частотная манипуляция (4FSK), где каждая пара информационных бит определяет сдвиг частоты относительно несущей. В стандарте TETRA применяется дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция ( $\pi/4$ -DQPSK), где изменение фазы сигнала происходит скачкообразно при сдвиге фазы на  $\pi/4$ . В системах стандарта Tetrapol используется Гауссовская модуляция с минимальным сдвигом по частоте (GMSK), которая позволяет добиться максимальной скорости передачи данных в заданной полосе частот при постоянном уровне частоты несущей.

Также был рассмотрен проект по обнаружению сигнала стандарта APCO25 с различными типами данных. Суть проекта заключалась в том, как использовать циклоstationарное выявление признаков, чтобы отличить сигналы с различными видами модуляции, включая сигналы P25. Данный алгоритм позволяет определить 4 различных типа сигналов: шум, сигналы с модуляцией C4FM и CQPSK, и один произвольный тип сигнала. Данный проект выполнялся в среде MATLAB/Simulink [1].

В дальнейшем, на основе проведенного теоретического исследования, стоит задача реализовать схему приемника для определенного стандарта транкинговой связи в среде MATLAB/Simulink. И рассмотреть работу данной схемы с реальными записями сигналов стандартов транкинговой связи.

В результате был сделан выбор в пользу стандарта APCO25. Однако силу того, что в стандартах DMR, NXDN и APCO25 используется один и тот же вид модуляции, то схема приемника для данных стандартов будет идентична. Отличия, по сути, будут лишь в параметрах фильтра приподнятого косинуса, который используется в данном виде модуляции.

1. Math Works. P25 Spectrum Sensing with Synthesized and Captured Data [Электронный ресурс] Режим доступа к ст.: <https://ch.mathworks.com/help/comm/examples/p25-spectrum-sensing-with-synthesized-and-captured-data.html>

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ОТКРЫТОГО ПРОЕКТА OPENDVB**

М.А. Ложкин

Научный руководитель – Лихобабин Е.А., канд. техн. наук, доцент

Целью данной учебно-исследовательской работы является подробное описание открытого проекта OpenDVB.

Актуальность данного исследования заключается в переводе граждан Российской Федерации с аналогового телевидения на цифровое, то есть переход на стандарт DVB-T2.

Объектом исследования является проект OpenDVB. Проект OpenDVB позволяет организовать программную реализацию в системе MATLAB комплекса математических моделей модулятора и демодулятора DVB-T2 и исследовать модель канала передачи данных цифрового телевидения. Данный проект обладает возможностями моделирования коэффициента битовой ошибки (BER), работой с входом T2-MI (интерфейс модулятора), генерации выходного файла I/Q, поддержкой версий 1.1.1, 1.2.1 и 1.3.1 стандарта ETSI EN 302 755 [1]. Также для того, чтобы модель OpenDVB могла работать с принятием реальных сигналов телевизионного вещания, важным аспектом будет принятие и подробное описание символа "P1". Параметр "P1" содержит поля сигнализации S1 и S2. Он передается в каждом радиочастотном канале и расположен в начале кадра. Также "P1" передает информацию о T2 кадре, то есть, формат передачи следующей за "P1" преамбулы "P2" и число номинальных несущих в OFDM (1k-32k) [2]. Архитектура символа "P1" была разработана для надежности передачи информации, что позволяет приемнику декодировать "P1" в сложных условиях с минимальными издержками. Обнаружить "P1" можно, используя корреляционную обработку. Она будет основана на двух параллельных ветвях, каждая из которых ищет максимальное сходство соответствующей части повторения.

Анализ данного проекта выполнялся в несколько шагов:

1. Сбор сведений о проекте OpenDVB. Перевод спецификации DVB-T2: The Common Simulation Platform.
2. Составление структурной схемы модели.
3. Составление инструкций по установке и запуску OpenDVB.
4. Оценка недостающих компонентов в схеме приемника и интерфейсов их подключения к проекту.

### *Библиографический список*

1. Research White Paper WHP 196. DVB-T2: The Common Simulation Platform (Revision date: May, 2011) - 29 с.
2. Implementation guidelines for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2) (DVB Document A133 February 2009) - 193 с.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА КООРДИНАЦИИ МЕЖСОТОВЫХ ПОМЕХ В ВЕНСКОМ СИМУЛЯТОРЕ LTE**

И.И. Макаркин

Научный руководитель – Бакке А.В., канд. техн. наук, доцент

В данной работе была проведена разработка эффективной схемы TD-ICIC (Time Domain-based Inter-Cell Interference Coordination – координация межсотовой интерференции во временной области) с оптимальными алгоритмами планирования приоритетов пользователей как для макро, так и для пикосот для обеспечения приемлемого распределения ресурсов между всеми сотами сети.

Способы межсотовой координации помех во временной области (TD-ICIC) были предложены 3GPP в версии 10 LTE и более поздних версиях, чтобы смягчить серьезные помехи, возникающие в результате развертывания совмещенных каналов гетерогенных сетей LTE-A. Они нацелены на ограничение активности или мощности передачи макросоты в определенном количестве субкадров (или ресурсных блоках), которые могут быть использованы UE (пользовательские терминалы) пикосоты, страдающими от высокой помехи в DL (Downlink – нисходящая линия связи). К таким способам относится принцип ABS (Almost Blank Subframe – почти чистый субкадр), алгоритм действия которого заключается в формировании и передаче макросотой так называемых «пустых» субкадров, которые обладают пониженной мощностью и полным отсутствием данных и управляющей информации [1]. Периоды времени, выделенные под эти субкадры, как раз и предназначены для обслуживания фемтосотой или пикосотой своих абонентов на границе макросоты. Также в настоящее время используется метод RPS (Reduced Power Subframes – субкадры с пониженной мощностью)[2]. Суть его заключается в том, что вместо полного «гашения» некоторых субкадров происходит их передача на пониженной мощности, причем снижение происходит на ту же величину, на которую смещается значение RSRP (Reference Signal Received Power – среднее значение мощности принятых пилот-сигналов). Данное условие соответствует концепции CRE (Cell Range Expansion – расширение диапазона сот), которая служит для достижения баланса нагрузки в гетерогенных сетях между макросотами и сотами с пониженной мощностью (пикосоты, фемтосоты).

В разрабатываемом алгоритме предлагается использовать методы ABS и RPS в одной и той же конфигурации, чтобы достичь баланса между производительностью пользователей на границе соты (находящихся в худшей помеховой обстановке) в сотах с низким энергопотреблением (LPC – Low-Power Cells) и UE макросоты. Для реализации этого алгоритма был выбран Венский симулятор системного уровня LTE.

### *Библиографический список*

1. L. Lindbom, R. Love, S. Krishnamurthy, C. Yao, and N. Miki, "Enhanced inter-cell interference coordination for heterogeneous networks in LTE-advanced: A survey," 2011;
2. 3GPP R1-121489, "Discussion on the features and signalling support for non-zero transmit power ABS." 3rd Generation Partnership Project-TSG-RAN1 #68bis, Jeju, Korea, 2012.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ АДАПТИВНОГО КОДИРОВАНИЯ И МОДУЛЯЦИИ В DVB-S2X

Т.Х. Нгуен

Научный руководитель – Бакке А.В., канд. техн. наук, доцент

В работе рассматриваются основные свойства технологии адаптивного кодирования и модуляции (ACM), применяемой на физическом уровне системы спутниковой передачи данных DVB-S2X, а также проводится сравнительный анализ производительности систем DVB-S2X и DVB-S2.

Временная изменчивость состояния каналов связи Ka-диапазона существенно влияет на рабочие характеристики спутниковой линии связи. С целью уменьшения влияния этого фактора на физическом уровне тракта передачи используется динамическая настройка модуляции и кодирования (ModCods). Эта настройка реализуется в рамках технологии ACM посредством передачи оценок качества соединения по обратному каналу связи от пользовательских терминалов. На основании полученных оценок центр управления сетью осуществляет правильный выбор ModCods с целью достижения максимальной эффективности использования спектра и желаемой частоты битовых ошибок (BER) [1]. Низкая скорость кодирования и невысокий порядок модуляции повысят надежность передачи в условиях плохого качества канала и низкой спектральной эффективностью. И наоборот, при улучшении характеристик спутникового канала связи выбирается ModCod с более высокой скоростью кодирования и порядком модуляции, что обеспечит увеличение спектральной эффективности и пропускной способности линии связи. Компромисс между спектральной эффективностью и BER имеет решающее значение для производительности системы связи. Выбор порога смещения между различными ModCod определяется требованием обеспечения такого уровня SNR, при котором гарантируется близкое к нулю значение BER. Расчет различных порогов ACM и границ безопасности в пределах каждого ModCod играет важную роль в достижении наилучшей производительности системы связи. В этих условиях существенное значение имеет вид трафика, к примеру, допускается до 15% потеря пакетов речевого трафика без существенного ухудшения качества речи. В современных видеокодеках, таких как MPEG-4, используются собственные методы обнаружения и исправления ошибок, что приводит к улучшению BER и к получению видеопотока приемлемого качества [1]. Некоторые приложения могут допускать более высокий уровень ошибок BER, поэтому ACM будет снижать качество передачи, обеспечивая высокую спектральную эффективность DVB-S2X.

В результате исследования была разработана имитационная модель ACM на физическом уровне системы DVB-S2X, которая позволила провести сравнительный анализ эффективности систем DVB-S2X и DVB-S2, а также показала преимущества рассматриваемой технологии ACM.

1. The DVB Project official site. Standards: DVB-S2/S2X [Электронный ресурс] URL: <https://www.dvb.org/standards/dvb-s2,-s2x>.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАГИНА ЗАПИСИ СИГНАЛА ДЛЯ SDR#**

С.Н. Скворцов

Научный руководитель – Линович А.Ю., канд. техн. наук, доцент

Целью данной учебно-исследовательской работы является исследование плагина записи сигнала для SDR#.

Этот проект является актуальным, так как программно-определяемое радиосистема (software-defined radio, SDR) является очень перспективной технологией. Она позволяет разрабатывать аппаратуру для большого количества стандартов связи, а также позволяет изменять параметры трансивера с помощью плагинов для адаптации под другие стандарты связи и для расширения функционала выполняемых задач на нем [1,2].

В данной работе рассматриваются два варианта форматов для записи - .WAV и .ADC:

1. Формат .WAV – предназначен для хранения несжатого сигнала, что позволяет сохранить первоначальное качество звука. Он состоит из двух областей:
  - Заголовок – используется для хранения размера файла, количества каналов, частоты дискретизации, количества бит в кадре;
  - Область данных – используется для хранения отсчетов сигнала.
2. Формат .ADC – предназначен для хранения сигнальных отсчетов, содержащих принятые и оцифрованные сигналы в квадратурном (I/Q) представлении. Он состоит из двух областей:
  - Заголовок – в нем хранится период дискретизации, разрядность АЦП, количество отсчетов, максимальное значение отсчета, флаги и резерв заголовка;
  - Область данных – представляет собой данные сигнальных отсчетов.

В качестве объекта исследования выступает приёмник RTL-SDR. Для обработки сигнала и решения ряда задач используется программа SDR# Расширение функционала данной программы для более детальной обработки сигнала осуществляется с помощью установки плагинов [2].

Практическая реализация данной работы выполнялась по следующим пунктам:

1. Сбор сведений о программе SDR#, а также о плагинах записи сигналов;
2. Составление подробного описания плагина записи сигнала, а также изучение их функционала;
3. Изучение исходного кода плагина записи сигнала в формате .WAV;
4. Исследование форматов .ADC и .WAV, а также изучение возможности преобразования формата .WAV в формат .ADC;
5. Анализ интерфейсов взаимодействия SDR# с библиотекой .DLL.

### *Библиографический список*

1. Статья «SDRSharp users guide» <https://www.rtl-sdr.com/sdrsharp-users-guide/>.
2. Carl Laufer. The Hobbyist's Guide to RTL-SDR: Really Cheap Software Defined Radio.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ЛАЗЕРНО-ЛУЧЕВЫХ СИСТЕМАХ**

Д.Р. Золотов

Научный руководитель – Витязев С.В., канд. техн. наук, доцент

В докладе представлена структура и основные узлы системы регистрации лазерно-лучевых каналов. Назначение регистратора - проверка точности наведения оператора, а также выявление ошибок оператора и юстировки во время проведения наземных испытаний. Автономная работа в течении 8 часов. Техническое задание выдано предприятием АО «НПК «КБМ».

При наведении изделия по лазерному лучу наземный излучатель формирует в пространстве поле управления таким образом, что каждой точке поля соответствует определенный набор световых импульсов для принятия которых используется блок оптической аппаратуры (БОА). Разрабатываемый регистратор размещается в непосредственной близости с мишенью. БОА принимает информацию, переданную по каналу, и передает ее следующему блоку. Для записи и анализа сигнала, получаемого с его выхода, необходимо использовать микроконтроллер со встроенным АЦП. Помимо дешифрации сигнала управления на микроконтроллер возлагаются следующие задачи: управление приемно-передающей аппаратурой, запись информации на съемный носитель, управление энергопотреблением и оценка наведения оператора. Приемно-передающая аппаратура необходима для дистанционного управления регистратором.

Требования предприятия предполагают использование отечественной элементной базы. В связи с этим будет использован микроконтроллер фирмы «Миландр» серии 1986BE9x по следующим критериям: наличие во всех моделях 12-ти разрядного АЦП, контроллера USB интерфейса с функциями работы Device и Host, контроллеров интерфейсов UART, SPI, I2C [1] и поддержка прерываний. Из всей серии 1986BE93У имеет наименьшее количество пользовательских портов ввода вывода и как следствие наименьшие масса-габаритные характеристики.

1. Спецификация микроконтроллеров серии 1986BE9x, K1986BE9x, MDR32F9Qx, K1986BE91H4. ЗАО «Миландр» ТСКЯ.431296.001СП Версия 3.4.3.

## **ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ**

Д.А. Дворянков

Научный руководитель – Витязев С.В., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается ряд задач, возникающих при формировании подхода к экспериментальной оценке статистических свойств отражающихся от различных объектов сигналов. Одной из главных трудностей, возникающих при оценке статистических свойств сигналов, отражённых от реальных объектов и полученных экспериментальным путём, является отсутствие информации о значениях эффективной площади рассеяния (ЭПР). В таком случае предлагается оперировать значениями спектральной плотности мощности (СПМ) сигнала [1]. В качестве модели отражения радиосигналов от объектов заданных типов может быть использована такая статистическая модель, как закон распределения вероятностей мощности отражения от объектов.

Для регистрации сигналов в реальных условиях в данной работе используется отладочный модуль AWR1642boost производства фирмы Texas Instruments [2]. В процессе изучения статистических свойств радиосигналов была проведена запись реальных сигналов, поступающих на автомобильный радиолокатор. В ходе дальнейшей обработки записанных сигналов были получены и проанализированы гистограммы отражённых мощностей.

В работе исследуется набор экспериментальных данных, полученных в ходе записи отражённых мощностей от различных объектов. Экспериментальным путём в программной среде MATLAB определяется закон, по которому распределена отражённая мощность в исследуемых системах. Этим законом является гауссовский нормальный закон распределения с математическим ожиданием и дисперсией, зависящими от типа объекта, а также его ракурса. На основе знания о законе распределения рассчитываются вероятностные характеристики обнаружения объектов заданных типов. Также рассчитываются вероятности ложного обнаружения и пропуска цели для нескольких объектов исследования.

### *Библиографический список*

1. Кротова Е.И. Радиотехнические цепи и сигналы (часть 2): практикум / Е. И. Кротова // Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль, ЯргУ. – 2018. - 68 с.
2. AWR1642 Evaluation Module (AWR1642BOOST) Single-Chip mmWave Sensing Solution, User's Guide, SWRU508A–May 2017–Revised May 2017, Texas Instruments Incorporated, 24 с.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ РАДИОСИГНАЛОВ СИСТЕМ СОТОВОЙ СВЯЗИ СТАНДАРТА LTE**

А.В. Масленков

Научный руководитель – Овинников А.А., канд. техн. наук, доцент

В ходе работы необходимо произвести адаптацию проекта LTE Scanner в среду моделирования Matlab. На данном этапе будет проведен анализ проекта LTE Scanner, рассмотрены имеющиеся инструменты среды Matlab, позволяющие произвести моделирование проекта LTE Scanner.

LTE Scanner – это проект, размещенный на сайте [github.com](https://github.com). В целом, сотовый сканер LTE – это программное обеспечение с открытым исходным кодом, которое ищет набор несущих частот для сигналов базовой станции LTE и возвращает список всех найденных ячеек [1]. В ходе изучения данного проекта найден набор программ и функций, которые помогут произвести моделирование проекта в среде Matlab.

Главной программой является `pss_search_final.m`, это полный алгоритм поиска сигнала PSS. Здесь важно отметить, что сигналы первичной (PSS) и вторичной (SSS) синхронизации несут информацию о значении идентификатора соты и некоторых ее параметрах. Программа `pss_search_final.m` поочередно вызывает различные функции, рассмотрим основные из них. Сначала с помощью функции `pss.m` генерируются три PSS последовательности. Далее есть несколько вариантов, программа позволяет работать с генерируемым или записанным сигналом, с учетом нашей задачи, мы будем работать с записанным сигналом LTE, для этого используется функция, позволяющая прочитать файл с записанным сигналом. Далее происходит вычисление корреляции сигнала с последовательностями PSS (`xcorr_pss.m`) и нахождение максимального значения корреляции (`peak_search.m`), что позволяет определить номер PSS последовательности. Функция `sss_detect.m` выполняет оценку максимального правдоподобия SSS, то есть определяется номер последовательности SSS. Далее производится расчет сдвига частоты (`pss_sss_foe.m`). Затем вычисляется значение идентификатора соты. Всего существует 504 уникальных значений физических идентификаторов соты в LTE, которые сгруппированы в 168 групп, по 3 значения в каждой. Идентификатор вычисляется с использованием полученных значений PSS и SSS последовательностей. Последняя часть программы – это декодирование MIB. Функция `decode_mib.m` выполняет выбор кадров для декодирования, стоит отметить что MIB является первым блоком системной информации, который должна принять мобильная станция, чтобы подключиться к LTE сети.

Таким образом, была изучена работа программ и функций Matlab, необходимых для моделирования проекта LTE Scanner. В дальнейшем планируется записать сигнал LTE и выполнить моделирование программы с этим сигналом.

1. LTE Cell Scanner [Электронный ресурс] // [evrytania.com](http://www.evrytania.com) URL: <http://www.evrytania.com/lte-tools/78-default-category/77-lte-cell-scanner>

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКВАЛАЙЗЕРА ДВУХЛУЧЕВОГО КАНАЛА СВЯЗИ**

С.А. Шевлягин

Научный руководитель – Линович А.Ю., канд. техн. наук, доцент

При рассмотрении каналов связи часто приходится верно избирать модель для их описания. Поэтому возникает ряд трудностей. Во-первых, если не учитывать параметры среды канал, станет ненадёжным, и нужно будет повышать мощность передатчика, дабы сохранить необходимый уровень отношения сигнал/шум на приёмнике. Во-вторых, при переоценке параметров среды узлы беспроводной сети станут или весьма плотно расположены, либо их передатчики станут функционировать на увеличенной мощности. Для беспроводных сенсорных сетей наиболее значимой задачей является минимизация энергопотребления, что вследствие этого завышать мощности передатчиков становится нецелесообразно.

Одной из задач эффективной передачи является обнаружение сигнала. Для этого используется часть сигнала, которая формируется перед передачей данных, называемая преамбулой. Исследуемая задача является актуальной, так как подбор необходимой преамбулы для заданного типа канала позволит наиболее качественно обнаруживать сигналы.

Для рассмотрения был взят двухлучевой канал, который является неблагоприятным, так как лучи приходят с достаточно малым углом разности и поэтому возникают глубокие замирания. Поэтому был разработан эквалайзер, который способен приспособиться к характеристикам данного канала, которые априори неизвестны и меняются с течением времени, а также были сделаны предложения, чтобы уменьшить глубокие замирания в данном канале.

На основе анализа литературы [1,2,3,4], были проанализированы другие виды каналов, их характеристики, а также выбраны параметры для эквалайзера двухлучевого канала связи.

### *Библиографический список*

1. Tam W.K. and Tran V.N. Propagation modeling for indoor wireless communication, Journal of Electronics and Communication Engineering, pp.221-228, October 1995.
2. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. М.: Вильямс, 2003.
3. Ермолаев В.Т. Адаптивная пространственная обработка сигналов в системах беспроводной связи/ В.Т. Ермолаев, А.Г. Флакман. - Нижний Новгород, 2006. - 99 с.
4. Уидроу. Б., Стириз. С. Адаптивная обработка сигналов: пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1989. – 440 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ БАЗЫ В ЗАДАЧАХ ЦОС

С.И. Тихонов

Научный руководитель – Витязев С.В., канд. техн. наук, доцент

Проведен обзор элементной базы, применяемой для задач цифровой обработки сигналов (ЦОС). Основными аппаратными средствами применяемыми в задачах ЦОС являются: процессоры общего назначения, цифровые сигнальные процессоры, графические процессоры, программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) [1].

Главные достоинства платформ:

- процессоров общего назначения – простота разработки программного обеспечения;
- цифровых сигнальных процессоров – невысокая сложность разработки программного обеспечения при более оптимизированной архитектуре для задач ЦОС, по сравнению с процессорами общего назначения;
- графические процессоры – высокий уровень параллелизма задач в сочетании с меньшими затратами на разработку и меньшей стоимостью по сравнению с ПЛИС;
- программируемые логические интегральные схемы – лучший выбор с точки зрения производительности и энергоэффективности.

На основе анализа литературы, в частности [2] и [3], выбраны следующие критерии сравнения и выбора процессоров для задач обработки сигналов: вычислительная мощность, энергоэффективность, сложность разработки, стоимость.

## *Библиографический список*

1. HajiRassouliha A. et al. Suitability of recent hardware accelerators (DSPs, FPGAs, and GPUs) for computer vision and image processing algorithms //Signal Processing: Image Communication. – 2018. – Т. 68. – С. 101-119.
2. Akeela R., Dezfouli B. Software-defined Radios: Architecture, state-of-the-art, and challenges //Computer Communications. – 2018. – Т. 128. – С. 106-125.
3. Rupniewski M. et al. A real-time embedded heterogeneous GPU/FPGA parallel system for radar signal processing //2016 Intl IEEE Conferences on Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced and Trusted Computing, Scalable Computing and Communications, Cloud and Big Data Computing, Internet of People, and Smart World Congress (UIC/ATC/ScalCom/CBDCom/IoP/SmartWorld). – IEEE, 2016. – С. 1189-1197.

## СЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ»

### НЕЛИНЕЙНЫЕ УСИЛИТЕЛИ С РЕГУЛИРУЕМЫМ УРОВНЕМ ОГРАНИЧЕНИЯ В СИСТЕМЕ ВИБРОЧАСТОТНОЙ ПОДСТАВКИ ЛАЗЕРНОГО ГИРОСКОПА

В.Н. Доронин

Научный руководитель – Морозов Д.А., канд. физ.-мат. наук, доцент

Система частотной подставки служит для устранения зоны «захвата» - зоны нечувствительности лазерного гироскопа. Одним из способов борьбы с этим явлением является искусственный разнос частот встречно бегущих волн [1]. Резонатор кольцевого лазера лазерного гироскопа должен совершать вращательные колебания с определенной угловой амплитудой. Кроме того, для исключения явления динамического захвата амплитуду колебательного движения следует изменять с течением времени по случайному закону.

Возбуждение колебаний в системе вибрационной частотной подставки

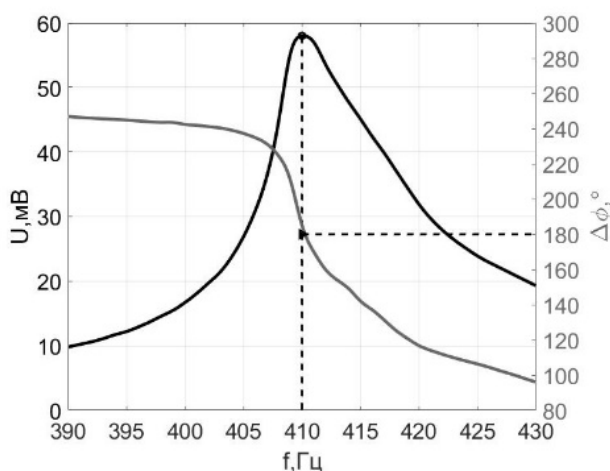


Рисунок 1 – АЧХ и ФЧХ передаточной характеристики колебательной системы при оптимальном нагрузочном сопротивлении для ДУП

кольцевого лазерного гироскопа и получение сигнала обратной связи осуществляется за счет прямого и обратного пьезоэффекта в керамических пластинах, наклеенных на упругих элементах виброподвеса.

Возбуждение незатухающих колебаний требует одновременного выполнения амплитудных и фазовых условий в петле автогенератора [2]. Выполнение фазового условия самовозбуждения реализуется с помощью фазовращателя. Амплитуда автоколебаний определяется усилителем-ограничителем, используемого для усиления сигнала обратной связи и «мягкого» ограничения максимальной амплитуды.

Результаты измерения передаточной характеристики колебательной системы показали наличие определенного нагрузочного сопротивления для пьезодатчика обратной связи (ДУП), при котором максимум амплитудного коэффициента передачи на частоте механического резонанса системы соответствует полному набегу фазы  $\Delta\phi$  в  $180^\circ$  (см. рис. 1). Это позволяет отказаться от каскада фазовращателя при использовании инвертирующего усилителя в схеме автогенератора.

Автогенератор построен по схеме двухкаскадного инвертирующего усилителя. Первый каскад обеспечивает основное усиление при малых сигналах на начальном этапе возникновения автоколебаний. Вход данного усилителя нагружен резистором, оптимизированным по величине нагрузочного сопротивления ДУП. Он работает как эффективный компрессор, обеспечивая мало изменяющуюся амплитуду напряжения на своем выходе,

облегчая работу схемы «мягкого» ограничения. В качестве второго каскада усилителя используется усилитель-ограничитель, который используется для окончательного усиления сигнала и осуществления «мягкого» ограничения уровня сигнала до необходимой амплитуды. Уровень ограничения изменяется путем изменения напряжения питания выходного каскада усилителя.

Разработанный автогенератор вибрационной частотной подставки предполагается использовать в составе цифрового лазерного гироскопа [3].

#### Библиографический список

1. Галкин В.И. Перспективные гироскопы летательных аппаратов и их производство. Курс лекций. – М.: МАТИ, 2005. – 151 с.: ил.
2. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. 12-е изд. Том II: Пер. с нем. – М.: ДМКПресс, 2007. – 942 с.: ил.
3. A.V. Molchanov, V.A. Belokurov, M.V. Chirkin, V.I. Koshelev, V.Yu. Mishin, D.A. Morozov PRECISION LASER GYRO WITH A DIGITAL CHANNEL FOR QUADRATURE SIGNAL PROCESSING //Proceedings of 22nd Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems. St.Petersburg, Russia, 25-27 May 2015. P. 307-314.

## РАЗРАБОТКА ФОТОДИОДНОГО УСИЛИТЕЛЯ С ПОЛОСой ПРОПУСКАНИЯ ДО 2 МГц

С.Н. Доронин

Научный руководитель – Морозов Д.А., канд. физ.-мат. наук, доцент

Источником информации о вращении лазерного гироскопа, используемого в системах инерциальной навигации в качестве датчика угловых скоростей, являются сдвиги интерференционной картины, образованной лазерными пучками, выведенными из резонатора кольцевого лазера [1]. Регистрация первичных оптических сигналов осуществляется помощи фото диода с секционированной приемной площадкой.

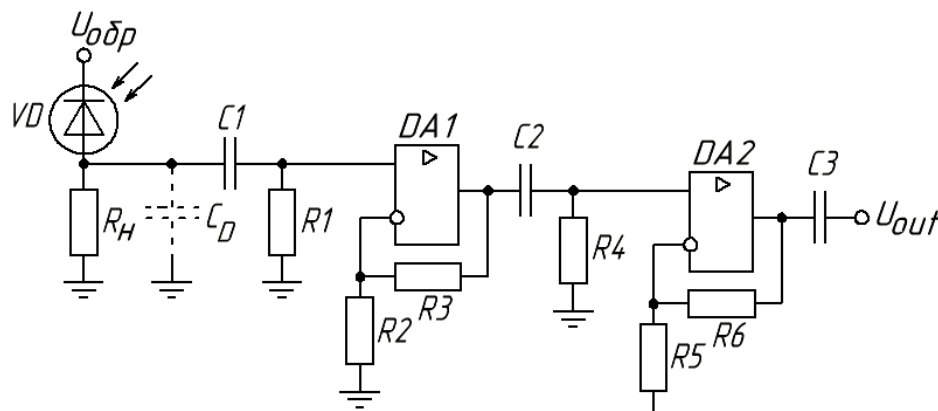


Рисунок 1. Электрическая схема фотодиодного усилителя

На рисунке 1 приведена разработанная схема усилителя первичных оптических сигналов. Сопротивление нагрузочного резистора  $R_H$  в цепи фотодиода не должно быть больше 10 кОм, поскольку определяется, с одной стороны, – желанием получить максимальный сигнал, а с другой – ограничением полосы пропускания за счет шунтирования барьерной ёмкостью  $C_D$  фотодиода. Переменное напряжение на аноде фотодиода не превышает 15 мВ и не оказывает заметного влияния на его работу, позволило в целях минимизации размеров фотоусилителя отказаться от входного трансимпедансного каскада. Каскад на операционном усилителе К140УД26 обеспечивает при полосе пропускания 2 МГц максимальное усиление  $K_u$  не превышающем 10-15.

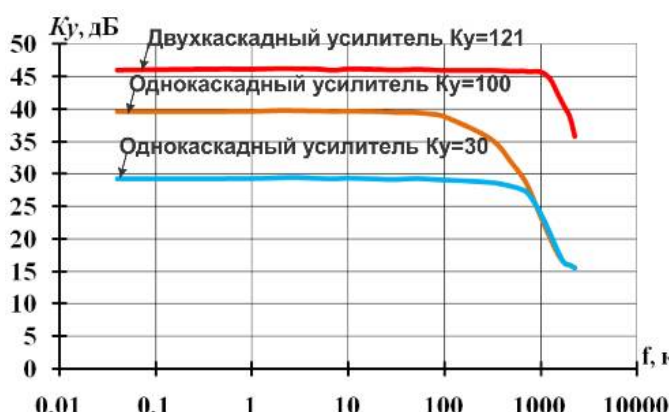


Рисунок 2. АЧХ однокаскадных и двухкаскадных усилителей с различным коэффициентом усиления

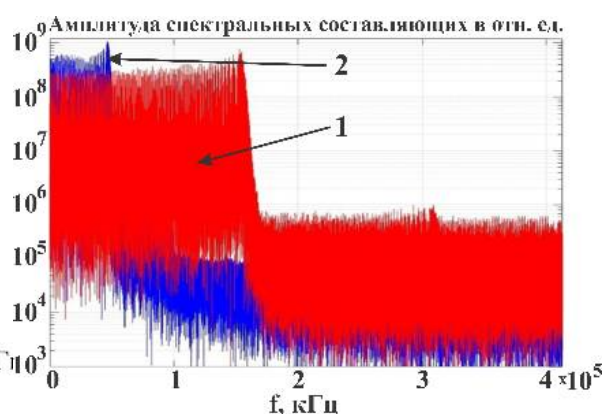


Рисунок 3. Спектрограммы сигналов: 1 – штатный фотоусилитель, 2 – разработанный фотоусилитель

Результаты макетирования фотоусилителя приведены на рисунках 2 и 3. На рисунке 2 представлена АЧХ одно- и двухкаскадных усилителей с различным коэффициентом усиления. Проведенные исследования показывают, что усилитель фотосигнала с коэффициентом усиления  $\sim 100-150$  и полосой пропускания  $\sim 2$  МГц возможно построить с использованием не менее 2 операционных усилителей К140УД26.

На рисунке 3 приведены спектры восстановленных первичных сигналов при использовании штатного и разработанного усилителя – спектрограммы 1 и 2, соответственно. Оценки отношения «сигнал/шум» из спектрограмм дают величину 49 дБ для штатного и 75 дБ – для разработанного усилителя.

1. Мишин В. Ю. Методы обработки информации в лазерном гироскопе с прецизионной регистрацией перемещений интерференционной картины: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 01.04.01/Рязанский государственный радиотехнический университет.- 19 с.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЛЫХ СВЕТОДИОДОВ С ЛЮМИНОФОРМ**

М.И. Галицын

Научный руководитель – Чижиков А. Е., д-р техн. наук, профессор

Самым популярным способом создания белых светодиодов является использование синих светодиодов на основе двойных гетероструктур AlGaIn/InGaIn/GaN с квантовыми ямами для возбуждения желтого фотолюминофора на основе иттрий-алюминиевого гранта, легированного церием.

Целью данной работы является анализ влияния температуры на ход вольт-амперной характеристики (ВАХ) светодиода, оказывающую воздействие на световую и энергетическую эффективность белого светодиода.

Основными причинами изменения характеристик светодиода, наблюдаемые при увеличении рабочего тока (температуры) являются: изменение последовательного сопротивления светодиода, неэффективность теплоотвода, изменение ширины запрещенной зоны полупроводникового материала активной области. Эффективность люминофора в большей степени зависит от работы синего чипа.

В идеальном случае вся подводимая мощность к светодиоду расходуется на излучение. Такой ситуации соответствует идеальная ВАХ, а изменение ее хода под влиянием различных факторов, в частности температуры, говорит о снижении эффективности светодиода. В ходе экспериментального исследования было установлено, что в зависимости от конструкции и качества изготовления светодиода преобладает изменение сопротивления либо полупроводниковых слоев, либо токопроводящих элементов. Использование мощных вариантов светодиодов без установки на теплоотвод приводит к сдвигу ВАХ вправо за счет сильного изменения последовательного сопротивления. Увеличение температуры окружающей среды приводит к смещению ВАХ влево в связи с уменьшением ширины запрещенной зоны при увеличении температуры. Используя аналитическое выражение, приведенное в [1] было найдено отклонение падения напряжения, вызываемого изменением температуры с учетом изменения концентрации свободных носителей, ширины запрещенной зоны и плотности энергетических состояний. При изменении температуры исследуемого чипа от 296 до 455 К прямое падение напряжения изменялось от 0 до 0,16 В, тем самым смещая ВАХ влево, в область более низких напряжений.

Рассчитанные значения светоотдачи и энергетической эффективности имеют спад в области высоких мощностей, что уже ожидаемо из-за изменения хода ВАХ. Установлено, что эти параметры зависят от свойств материалов и геометрических размеров чипа, проводящих нитей и контактов.

Таким образом, в работе была проанализирована взаимосвязь между температурой и основными характеристиками синего чипа, на основании которых можно определить наилучшие условия использования конкретного варианта светодиода.

1. Y. Xi, E. F. Schubert Junction - temperature measurement in GaN ultraviolet light-emitting diodes using diode forward voltage method // Appl. Phys. Lett. – 2004. – Vol. 85, № 12. – P. 2163-2165.

# РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ ДЛЯ СТЕНДА БАЛАНСРОВКИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ВОЛНОВОГО ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ГИРОСКОПА НА ОСНОВЕ ВНЕШНЕГО МОДУЛЯ АЦП

Г.В. Кирюхин

Научный руководитель – Горлин О.А., канд. техн. наук, доцент

Волновой твердотельный гироскоп (ВТГ), принцип действия которого основан на инерционных свойствах стоячей волны, возникающей в результате возбуждения чувствительного элемента гироскопа, может работать как в режиме датчика угловой скорости (ДУС), так и датчика угла (ДУ).

Одной из задач, решаемых на этапе производства ВТГ, является балансировка металлического резонатора гироскопа, необходимая для последующей минимизации погрешностей вычисления угловой скорости или угла поворота в зависимости от режима работы ВТГ[1].

С целью упрощения данной процедуры, сокращения времени ее выполнения и повышения точности контроля параметров ВТГ имеется необходимость в разработке системы сбора данных для стенда балансировки чувствительного элемента ВТГ на основе внешнего модуля АЦП.

Функциональная схема разработанной системы сбора данных приведена на рисунке 1.

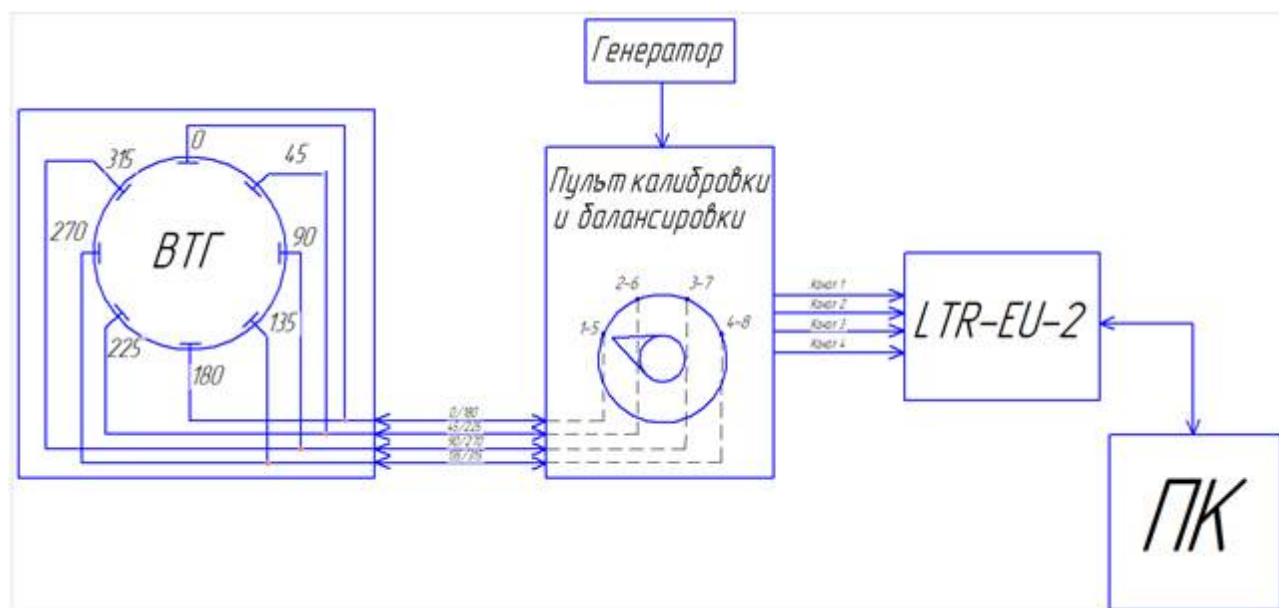


Рис. 1 – Функциональная схема системы сбора данных на основе внешнего модуля АЦП

Данная система способствует значительному упрощению процесса балансировки резонатора ВТГ, а также обеспечивает точное определение положения массовых дефектов на рабочей кромке чувствительного элемента.

# ГЕНЕРАЦИЯ МОЩНОГО КОГЕРЕНТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ 2-4 МКМ НА ПЕРЕХОДАХ АТОМОВ Хе

Т.И. Некрасова

Научный руководитель – Козлов Б. А., д.ф.-м.н., профессор

Особенностью теоретического моделирования лазеров на ИК переходах атомов инертных газов является то, что при использовании разных моделей предполагаются различные механизмы создания инверсии в ксеноновом лазере [1]. Это объясняется сложностью структуры уровней ХеI и недостаточной изученностью всех релаксационных процессов, протекающих в ксеноновом лазере.

Заселение лазерных уровней электронами может осуществляться или из основного состояния, или ступенчато через нижние  $6s$ -уровни.

Рассмотрим формирование инверсной населенности для лазерного перехода в чистом ксеноне с  $\lambda=3,51$  мкм. Верхний уровень  $5d[7/2]_3$  заселяется в результате столкновительных переходов с вышележащих уровней  $5d[3/2]_1^0$ ,  $5d[5/2]_3$ ,  $5d[5/2]_2$ , а также в реакции возбуждения электронами из состояния  $6s'$  ксенона. Расположение уровня  $5d[7/2]_3$  является наиболее выгодным по сравнению с соседними, т.к. он обладает наибольшим статическим весом. И в результате чего, переходы на него сверху и снизу происходят чаще, чем обратные переходы.

Уровни  $5d[3/2]_1^0$ ,  $5d[5/2]_3$ ,  $5d[5/2]_2$  заселяются, в основном, в результате реакции диссоциативной рекомбинации молекулярного иона  $\text{Xe}_2^+$ . Заселение через нижние  $6s$ -уровни являются менее эффективными [2].

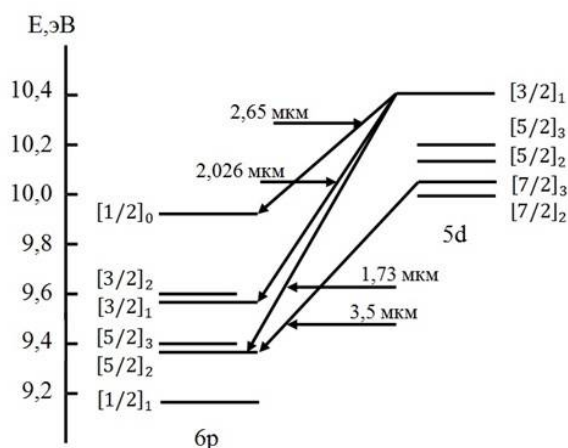


Рис. 1. Лазерные переходы в ксеноне

Заселение верхних лазерных уровней происходит в результате каскада.

В He – Хе-лазере довольно большую роль играет генерация в послесвечении.

## Библиографический список

1. О. В. Серeda, В. Ф. Тарасенко, А. В. Феденев, С. И. Яковленко. Квантовая электроника, 20. 1993. № 6. С. 535-558.

2. А. В. Карелин, О. В. Симакова. Квантовая электроника, 28. 1999. № 2. С. 121-128.

# ГЕНЕРАТОРЫ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИМПУЛЬСОВ НА ОСНОВЕ ОДНОВИТКОВОГО И СПИРАЛЬНОГО ИМПУЛЬСНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

С.А. Пьянченков

Научный руководитель - Козлов Б.А., д-р физ.-мат. наук, профессор

Азотные лазеры благодаря короткой длине волны (337нм), малой длительности импульса (10нс) и достаточно высокой мощности излучения (0,01-1МВт) нашли широкое применение в микроэлектронике при производстве интегральных микросхем. Данная работа направлена на создание генераторов высоковольтных импульсов амплитудой до 120кВ на основе одновиткового и спирального импульсных трансформаторов с целью применения их для накачки азотного лазера низкого давления. Таким образом, улучшение параметров накачки лазера, и как следствие качества лазерного излучения, несомненно, расширит область применения азотного лазера в микроэлектронике.

В данной работе для накачки азотного лазера будут применены два типа импульсных трансформаторов – одновитковый и спиральный. Схема экспериментальной установки для спирального трансформатора приведена на рисунке 1. На рисунке 2 изображена схема экспериментальной установки для одновиткового трансформатора. Основными элементами данных схем является тиратрон, накопительный конденсатор и экспериментальный импульсный трансформатор. Основой для одновиткового трансформатора будет являться ферритовое кольцо, а для спирального – сердечник из трансформаторного железа.

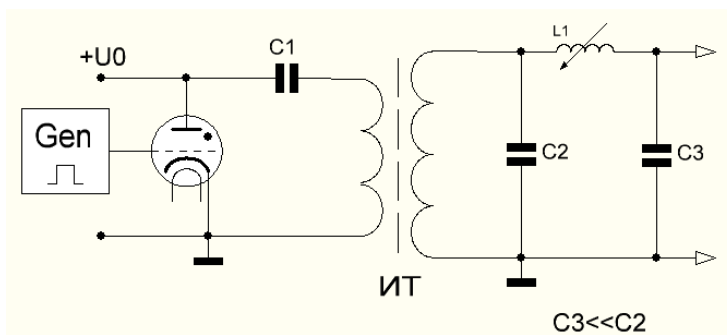


Рис. 1 – Схема экспериментальной установки для спирального трансформатора

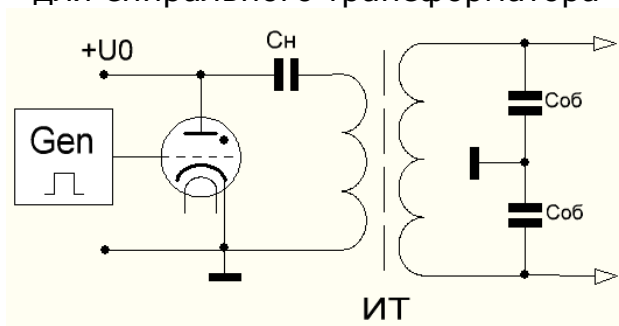


Рис. 2 – Схема экспериментальной установки для одновиткового трансформатора.

# ФОРМИРОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ ПЬЕЗОКОРРЕКТОРОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВКИ ПЕРИМЕТРА КОЛЬЦЕВОГО ЛАЗЕРНОГО ГИРОСКОПА

А.Э. Дукардт

Научный руководитель – Морозов Д.А., канд. физ.-мат. наук, доцент

Кольцевой лазер находит широкое применение в качестве датчика угловых перемещений. Для корректной работы системы требуется настройка периметра резонатора на центр резонаторной моды и быстрая перестройка на соседние моды. В связи с внешними температурными воздействиями длина периметра может изменяться. Корректировка длины периметра осуществляется перемещением зеркал резонатора с помощью пьезокорректоров - сборок из пьезокерамических дисков.

Формирователь напряжения пьезокорректоров является усилителем сигнала ошибки, возникающего при изменениях длины периметра резонатора. Устройство должно удовлетворять требованиям: выходное напряжение:  $-170 \text{ В} \div +170 \text{ В}$ ; потребляемая мощность не более 75 мВт; работа на нагрузку емкостью не менее 50 нФ; длительность переходного процесса при ступенчатом изменении выходного напряжения на 1 В – не более 2 мс; управление от ЦАП с однополярным выходным напряжением  $0 \div 2,5 \text{ В}$ .

Формирователь выполняется в виде усилителя с глубокой обратной связью, имеющего собственный коэффициент усиления порядка нескольких тысяч. Из-за того, что управляющее напряжение однополярное, а выходное - двухполярное, необходим дифференциальный усилитель на входе формирователя.

Исходя из требований получения хороших динамических характеристик и приемлемой потребляемой мощности, выходная ступень формирователя разработана в виде двухтактного усилителя напряжения, нагруженного на токовые зеркала. Схема формирователя указана на рисунке 1.

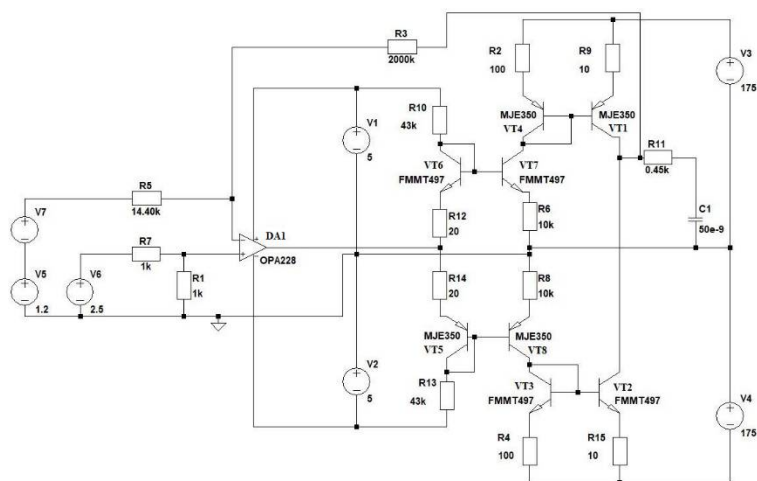


Рис. 1 Схема формирователя напряжения пьезокорректоров

Основное усиление тока, предназначенного для перезарядки емкости пьезокорректора, осуществляется в каскадах токовых зеркал.

На рисунке 2 приведены результаты моделирования работы нагруженного на емкость 50 нФ формирователя. Постоянное напряжение на нагрузке составляет 7,7 В.

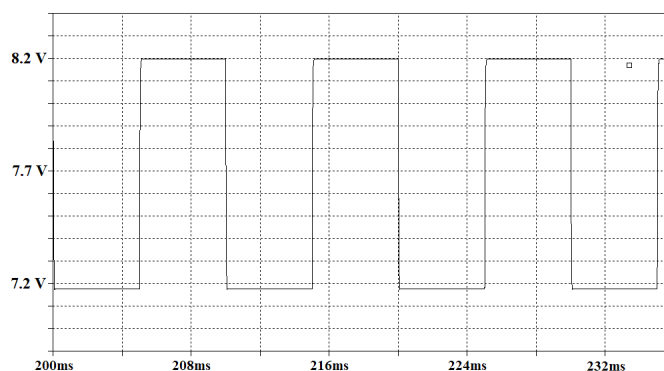


Рис. 2 Осциллограмма выходного напряжения на нагрузке

Разработанный формирователь соответствует заданным требованиям, таким как размах выходного напряжения, в частности, значение потребляемой мощности не превышает 70 мВт и работа устройства осуществляется на емкостную нагрузку 50 нФ.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИМПУЛЬСОВ НАКАЧКИ С ПОМОЩЬЮ ГЕНЕРАТОРОВ МАРКСА**

В.И. Серединов

Научный руководитель - Козлов Б.А., д-р физ.-мат. наук, профессор

Физический эффект от воздействия высоковольтных импульсов используется, в частности, для электросинтеза озона, дезинфекции воды и пищевых продуктов, стерилизации медицинstrumentа, накачки газовых лазеров высокого давления, получения рентгеновского излучения.

Моя работа была направлена на создание высоковольтного генератора для накачки CO<sub>2</sub> лазера сверх атмосферного давления (10-12 атмосфер).

Генератор состоит из 4х каскадов. В каждом каскаде стоят 4 параллельно соединенных конденсатора К75-25, рассчитанных на напряжение 25кВ и суммарной емкостью 100нФ. Зарядные резисторы я использовал КЭВ-5 на 510кОм, разрядные резисторы ТВО на 62кОм. В качестве первого управляемого разрядника используется тиратрон ТГИ1-1000/25.

В процессе выполнения работы были сделаны необходимые расчеты некоторых элементов и числа каскадов генератора Маркса, с помощью которых можно достичь необходимого уровня напряжения и энергии запасаемой в генераторе. Далее необходимо провести измерение характеристик генератора и провести исследование с подключенной нагрузкой в виде CO<sub>2</sub> лазера.

# КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ПУШКИ ДЛЯ УСКОРИТЕЛЯ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

Н.С. Романихин

Научный руководитель – Рыбачек В.П., канд. техн. наук, доцент

Электронные пучки большой мощности являются уникальным инструментом для разнообразных технологических применений и научных исследований [1]. Они находят широкое применение в таких областях, как микроволновая электроника, ядерная физика, ускорительная техника, вакуумная металлургия и т.п.

Для их практического использования важной проблемой является получение пучка с высокой плотностью тока от  $100 \text{ А/см}^2$  и выше. Поэтому актуальной является задача разработки электронно-оптических систем для областей формирования и транспортировки мощных пучков на значительные расстояния.

Цель данной работы заключалась в проведении численного моделирования электронной пушки электронно-оптической системы (ЭОС), для ионизации атомов рабочего вещества, используемых в ускорителе заряженных частиц.

На первом этапе проектирование электронной пушки проводилось по программе синтеза [2] в соответствии с ТЗ на ускоряющее напряжение 56 кВ, первеанс пучка  $1,5 \cdot 10^{-6} \text{ А/В}^{3/2}$  и максимальную сходимоссть. С учетом ограничений в математической модели программы синтеза, эти параметры были соблюдены при радиусе пучка на входе в анодное отверстие – 3,5 мм, коэффициенте заполнения – 0,35 и максимальном наклоне крайней траектории у катода – 2,05.

Дальнейшая оптимизация геометрии пушки проводилась по программе анализа [3]. Путем изменения радиуса кривизны катода, формы электродов и расстояний между ними было обеспечено формирование ламинарного электронного пучка с радиусом в кроссовере 0,25 мм и плотностью тока  $237 \text{ А/см}^2$ .

Дополнительная фокусировка и сжатие пучка осуществлялось с помощью магнитного поля. С этой целью использовался сверхпроводящий фокусирующий соленоид, создающий однородное магнитное поле, плавно нарастающее в области пушки и достигающее максимального значения 2 Тл в пролетном канале. Конструкция соленоида, состояла из нескольких секций, в которых протекали разные по величине токи. Это позволило создать нужное распределение магнитного поля.

С помощью численных расчетов было выполнено согласование магнитного поля соленоида с пушкой, обеспечивающее ламинарную структуру электронного потока и дополнительную компрессию (рисунок 1). Ток пучка составил 20,67 А, а его мощность - 1,2 МВт. При радиусе пучка в канале 0,5 мм плотность тока составила свыше  $2000 \text{ А/см}^2$ . Величина магнитного поля в 2 Тл позволяет осуществить дальнейшую транспортировку электронного пучка в канале на расстояние 1 м в рабочую область ионизации, где и осуществляется получение многозарядных ионов, которые затем отводятся в ускоритель ионов на встречных пучках.

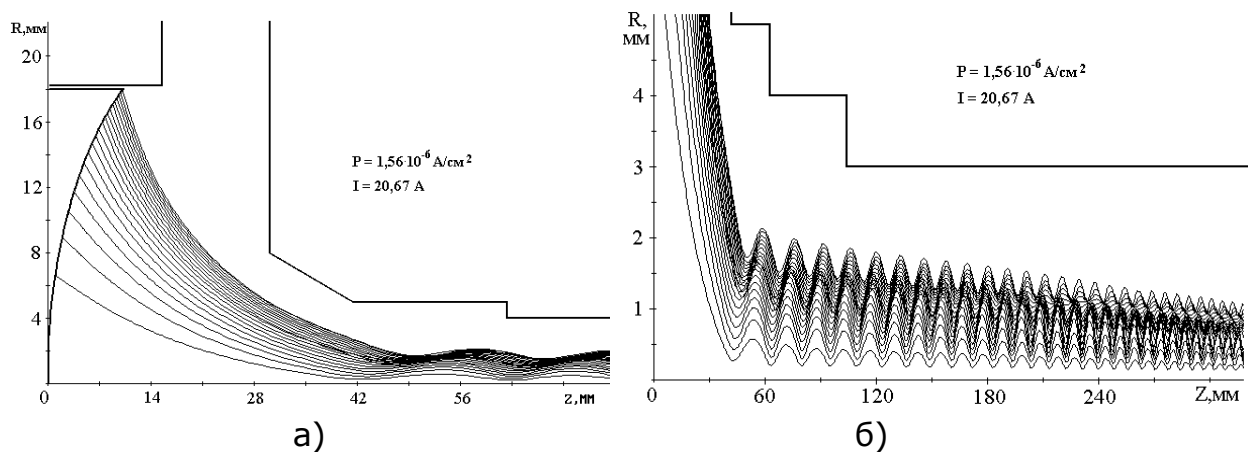


Рисунок 1. Траектории электронов в пушке (а) и фрагмент пучка в нарастающем магнитном поле (б)

### Библиографический список

1. Диденко Л. И., Григорьев В. П., Усов К. П. Мощные электронные пучки и их применение. М.: Атомдат, 2007.
2. Рыбачек В.П. Проектирование электронных пушек методом синтеза. Труды VII международной НПК "Наука и образование XXI века", т.2. СТИ. Рязань. 2012. С. 32-39.
3. Рыбачек В.П. Компьютерное моделирование электронных пушек методом анализа. Труды международной НПК "Наука и образование XXI века", СТИ. Рязань. 2007. С. 280-284.

## ОПТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Г.С. Сбродова

Научный руководитель – Серебряков А.Е., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается метод оптического контроля поликристаллического кремния для солнечных элементов.

Для выявления наиболее качественных пластин поликристаллического кремния была разработана лабораторная установка, с помощью которой были получены снимки поверхности кремниевых пластин.

Конструкция установки напоминает дисковод кубической формы, габариты куба выбраны с учетом размером пластины. На внутренней поверхности располагаются четыре независимые друг от друга светодиодные ленты, параллельные верхней и нижней грани. На верхней грани в центре находится веб-камера.

Для получения снимков необходимо загружать кремниевую пластину в установку, затем по очереди включать светодиодную подсветку и фиксировать с помощью камеры каждый ракурс освещения.

В результате проведенной работы были получены изображения поверхности кремниевых пластин с четырех ракурсов освещения.

Данные изображения обрабатываются в пакете прикладных программ «MATLAB». С помощью метода наложения мы получаем итоговое

изображение кремниевой пластины, размеры и распределение кристаллитов по поверхности.

Проведя анализ поверхности пластин, можно сделать вывод о ее качестве и дальнейшем использовании в изготовлении панелей солнечных батарей.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ В МАНОМЕТРИЧЕСКОМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ НА ОСНОВЕ РАССЕЯНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ МОЛЕКУЛАМИ ГАЗА**

А.А. Рогов

Научный руководитель – Базылев В.К., канд. техн. наук, доцент

Настоящая работа направлена на создание манометрического преобразователя для диапазона давлений  $760 - 10^{-7}$  Торр в виде цилиндрического магнетрона, в котором используется рассеяние электронов при движении в скрещенных электрическом и магнитном полях молекулами газа. У известного манометрического преобразователя [1] зависимость измерительного сигнала от давления имеет максимум. Поэтому существует неоднозначность определения величины давления газа. Эмиттер электронов у такого преобразователя расположен на цилиндрической части катода в виде прямоугольника  $7 \times 7$  мм. При этом большая часть эмитируемых электронов за счёт наличия начальной скорости возвращается на эмиттер, поскольку индукция магнитного поля больше критической, и не участвует в процессе измерения.

Предлагается для устранения неоднозначности определения давления разместить эмиттер на одной торцевой части катода, а вторую торцевую часть катода отсоединить от цилиндрической части катода. Для определения диапазона давления между торцевыми частями прикладывается постоянное напряжение, ускоряющее электроны ко второй торцевой части. Диапазон давления определяется по величине тока на вторую торцевую часть катода. В измерительном режиме торцевые части катода электрически соединяются. За счёт разности работ выхода материала катода (медь) и фотоэмиттера (галлий) эмитируемые из эмиттера электроны не будут падать на медные части катода, если их начальная кинетическая энергия будет меньше контактной разности потенциалов. Электроны, выходящие из эмиттера, будут совершать возвратно-поступательные движения между медными торцевыми частями катода, перемещаясь вокруг оси с шагом, определяемым индукцией магнитного поля и напряжением между анодом и катодом. При этом электроны будут проходить намного больший путь до возврата на эмиттер, чем в известной конструкции преобразователя. Это позволит существенно уменьшить ток эмиссии фотоэмиттера.

Моделирование показало, что длина пути электрона в предлагаемой конструкции преобразователя зависит от индукции магнитного поля и напряжения между анодом и катодом.

1. Жидков А. М. Диссертация. "Метод измерения давления газа на основе рассеяния электронов молекулами. " 2013. с. 70.

## **РАЗРАБОТКА МАЛОГАБАРИТНОГО МНОГОЛУЧЕВОГО КЛИСТРОНА 2-Х СМ ДИАПАЗОНА**

В.С. Герасёв

Научный руководитель – Горлин О.А., канд. техн. наук, доцент

Многолучевые клистроны (МЛК) находят в настоящее время своё применение в различных сферах: радиолокации, телевидении, а также в бытовых устройствах [1,2]. На данный момент сантиметровый диапазон длин волн (1-10 см) распространён на многие сферы: телевидение, радиолокация и бытовое применение. В таком диапазоне работают многочисленные вакуумные, полупроводниковые приборы. Особенный интерес имеют одно- и многолучевые автогенераторы. Такие приборы уже широко производят в Германии и США. Со стороны России производством и исследованием клистронов занимаются предприятия НПП «Исток» и НПП «Торий». Стоит отметить, что проводимые эксперименты с одно- и многолучевыми конструкциями позволили сделать вывод о целесообразности использования многолучевой конструкции с целью увеличения мощности прибора.

Исходным вариантом конструкции двух-зазорного автогенератора был взят 15-лучевой клистрон на 0-виде колебаний, разработанный на НПП «Исток» г. Фрязино. Геометрические размеры резонатора оптимизированы по программе EXPRAN, разработанной на кафедре ЭП РГРТУ на максимальный электронный коэффициент полезного действия (КПД), а по программе ELPAR рассчитаны ток лучей, ускоряющее напряжение и микропервианс.

Исследована возможность создания автогенератора на двух-зазорном резонаторе 2-х сантиметрового диапазона длин волн, возбуждаемым на 0-виде колебаний. Проведено 2-D моделирование резонансной системы и двумерный анализ процессов взаимодействия, который показал возможность достижения выходной мощности около 43 кВт в импульсном режиме при КПД 37%.

### *Библиографический список*

1. Гельвич, Э.А. Многолучевые клистроны. Тенденции развития. / Э.А. Гельвич, Е.В. Жарый, А.Д. Закурдаев, В.И. Пугнин // Вакуумная СВЧ электроника. Сборник обзоров. Н. Новгород. - 2002. С. 54
2. И.А. ФРЕЙДОВИЧ. А.К. БАЛАБАНОВ И ДР. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МНОГОЛУЧЕВЫХ КЛИСТРОНОВ // IX ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ЭЛЕКТРОНИКА И МИКРОЭЛЕКТРОНИКА СВЧ»

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВРЕМЕНИ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ПОВЕРХНОСТНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ КЕРМЕТНОЙ ПЛЕНКИ К-50С**

М.М. Жидков

Научный руководитель – Чижиков А.Е., д-р техн. наук, профессор

В работе рассматривается влияние температуры и времени термообработки на поверхностное сопротивление готовой керметной пленки из сложного резистивного сплава К-50С.

В электротехнике и радиотехнике для изготовления тонкопленочных резисторов наряду с другими резистивными пленками используются керметные, существенным преимуществом которых является возможность варьирования их удельным сопротивлением в широких пределах. Тонкие керметные пленки изготавливаются методом термического испарения и конденсации в вакууме с последующей термообработкой для стабилизации свойств [1].

В ходе проведения работы использовалась резистивная пленка из сплава К-50С с поверхностным сопротивлением  $10 \text{ кОм}/\square$ , осажденная на подложку из поликора толщиной 0,5 мм. После напыления пленки следовал этап стабилизации. Эксперименты показали, что с увеличением времени стабилизации при фиксированной температуре  $340^\circ\text{C}$ , сопротивление пленок уменьшалось. Начиная с 30 минуты, дальнейшее уменьшение сопротивления было незначительно. При стабилизации происходит структурное изменение пленки, обусловленное результатом действия сил спекания. В ходе эксперимента измерялось объемное сопротивление свидетеля.

После выгрузки подложек из установки, проводился отжиг в печи. В ходе отжига температура изменялась ступенчато каждые  $40^\circ\text{C}$  по 30 минут. Уменьшение сопротивления пленок при каждой температуре носило нелинейный характер и замедлялось с течением времени.

Учитывая сложность состава керметных микрокомпозиций, не всегда удается получать пленки с требуемыми характеристиками даже при одинаковых условиях напыления. Исследование влияния термообработки позволит управлять некоторыми свойствами керметных пленок, что может быть применено в производственном цикле[2].

## *Библиографический список*

1. Технология тонких пленок (справочник). Под ред. Л. Майссела, Р. Глэнга. Нью-Йорк, 1970. Пер. с англ. под ред. М. И. Елинсона, Г. Г. Смолко, Т. 2. М., «Сов. радио», 1977, 768 с.
2. Бочкарев Б. А. и Бочкарева В. А. Керметные пленки. Л., «Энергия», 1975. 152 с.

## **ОБЗОР ПРИНЦИПОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ ДЛИНЫ КОЛЬЦЕВОГО РЕЗОНАТОРА ГЕЛИЙ-НЕОНОВОГО ЛАЗЕРА**

Ю.Р. Иваненко

Научные руководители – Чиркин М.В., д-р физ.-мат. наук, профессор;  
Серебряков А.Е., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время в бесплатформенных инерциальных навигационных системах летательных аппаратов в качестве датчиков угловой скорости используются малогабаритные прецизионные лазерные гироскопы (ЛГ). Кольцевой гелий-неоновый лазер является основой ЛГ. В диапазоне температур от  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$  периметр кольцевого резонатора изменяется в пределах четырех длин волн. Именно такой диапазон изменения периметра обеспечивает настройку подвижных зеркал или зеркала резонатора на максимум кривой усиления во всем диапазоне температур. При эксплуатации ЛГ расстройка подвижных зеркал или зеркала приводит к их смещению относительно максимума кривой усиления и, следовательно, к ухудшению выходных параметров ЛГ: уменьшению интенсивности лазерного излучения, увеличению порога захвата и уменьшению масштабного коэффициента. Особенность функционирования кольцевого лазера заключается в необходимости автоматической стабилизации периметра кольцевого резонатора таким образом, чтобы частота генерируемого излучения соответствовала максимальной выходной мощности.

Современные потребности в уменьшении размеров ЛГ приводят к ужесточению требований по стабилизации периметра резонатора кольцевого лазера. Существуют активные и пассивные методы стабилизации периметра. Пассивные методы стабилизации периметра резонатора предполагают уменьшение дестабилизирующих факторов за счет термостатирования моноблока кольцевого лазера или изготовления несущей конструкции резонатора из материалов, обладающих малым температурным коэффициентом линейного расширения. Пассивные методы не могут обеспечить полную стабилизацию периметра резонатора в широком диапазоне температур, поэтому на практике они применяются совместно с активными методами. Стабилизация периметра резонатора активными методами заключается в создании внешней отрицательной обратной связи, которая корректирует оптическую длину резонатора таким образом, чтобы сигнал ошибки стремился к нулю. Регулирование оптической длины резонатора производится обычно за счет изменения расстояния между отражающими поверхностями (зеркалами) или путем изменения показателя преломления среды, заполняющей оптический резонатор.

Рассматриваются следующие принципы регулирования периметра резонатора: по сигналам мощностных фотоприемников; по квадратурным сигналам ЛГ; методом деформации моноблока ЛГ; методами цифровой обработки сигналов; методом компенсации центробежной силы при высоких угловых ускорениях ЛГ.

Развитие методов регулирования периметра резонатора ЛГ привело к уменьшению числа полупрозрачных зеркал и, следовательно, к снижению оптических потерь в резонаторе. Применение методов цифровой обработки сигналов сделало процесс регулирования периметра резонатора ЛГ более точным и гибким.

## **РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОННОГО КПД ДИОДНОГО МИКРОВОЛНОВОГО АВТОГЕНЕРАТОРА ПЛОСКОЙ КОНСТРУКЦИИ**

Н.М. Маранкин

Научный руководитель – Федяев В.К., д-р техн. наук, профессор

Для применения СВЧ энергии в бытовых, промышленных и биомедицинских целях потребовалось использование генераторов простой конструкции с малым весом и габаритами. Среди известных вариантов таких приборов наименее исследованным оказался наиболее простой по конструкции диодный генератор, в котором при больших углах пролета электронная проводимость становится отрицательной и возможна автогенерация. Согласно [1], в коаксиальном диодном автогенераторе обращенной конструкции (внутренний цилиндр – анод) в режиме без отсечки катодного тока электронный КПД может достигать 24 % при отношении радиуса анода к расстоянию катод-анод равному  $1/40$ . При этом вариант плоской конструкции прибора и режим с отсечкой катодного тока не исследованы.

В данной работе приводится расчет электронного КПД диодного автогенератора с плоской конфигурацией электродов энергетическим методом. Суть метода заключается в нахождении энергии, отдаваемой электронным потоком переменному электрическому полю зазора резонатора в течение одного периода переменного напряжения, и отнесения ее величины к энергии, сообщаемой электронному потоку источником постоянного напряжения в статическом режиме за то же время. Электронный поток на одном периоде переменного напряжения представляется набором из  $N$  крупных частиц в виде плоских заряженных листов, эмитируемых с катода единичной площади в равные промежутки времени. Из уравнений движения находятся скорости пересечения частицами плоскости анода (и катода в режиме с отсечкой катодного тока) для нахождения их энергии. Заряды и массы всех частиц одинаковы, т.к. для сравнения с результатами [1] расчет производится также в режиме насыщения, в котором катодный ток не зависит от величины суммарного анодного напряжения.

На основе приведенной методики разработан расчетный алгоритм в среде Matlab. С его помощью установлено, что максимальное значение электронного КПД диодного автогенератора плоской конструкции в режиме насыщения без отсечки катодного тока может составлять 9 % при угле пролета промежутка катод-анод 7.5 рад, а режим с отсечкой катодного тока не дает дальнейшего увеличения КПД.

Таким образом, плоская конструкция не может обеспечить приемлемый электронный КПД диодного автогенератора, поэтому в дальнейшем необходимо также более детально исследовать варианты коаксиальной конфигурации электродов как с внутренним, так и с внешним катодом при нескольких различных отношениях радиуса внутреннего электрода к межэлектродному расстоянию.

1. Кураев А.А., Синицын А.К. Коаксиальный диодный генератор – диотрон // Радиотехника и электроника. – 1997. – Т. 42. – № 2. – С. 214 –219.

## **TE-CO<sub>2</sub> ЛАЗЕР С РАБОЧИМ ДАВЛЕНИЕМ ДО 10 АТМОСФЕР**

Я.Ю. Паюн

Научный руководитель – Козлов Б.А., д-р физ.-мат. наук, профессор

Основные параметры таких лазеров как ТЕА-СО<sub>2</sub> существенно улучшаются с ростом давления рабочей среды. Увеличивается энергия импульса излучения, увеличивается пиковая мощность и также максимальная частота повторения импульсов. При высоком давлении колебательно – вращательные линии в ТЕА-СО<sub>2</sub> лазерах уширяются и могут сливаться в непрерывные эмиссионные полосы. В таком случае лазер можно плавно переключать в широкой области спектра или работать в режиме с синхронизацией мод, который позволяет получать очень короткие импульсы (порядка пикосекунд) лазерного излучения [1, 2].

В связи с тем, что молекулы на верхнем лазерном уровне образуются при столкновении с электронами, при режиме диффузно тлеющего разряда. То, следовательно, для создания инверсии населенности требуется больше тепловой энергии молекул газа, чем при режиме тлеющего разряда [3].

При использовании ультрафиолетовой предыонизации, который часто используют в лазерах сверхвысокого давления, можно добиться широкого изменения значений, как длительности импульса, так и объема тлеющего разряда путем подавления процесса формирования дуги [3].

При повышении давления активной среды ТЕА-СО<sub>2</sub> лазеров происходит рост скоростей всех важных релаксационных процессов, ширина линии увеличивается линейно с давлением, а скорости возбуждения (как из-за столкновений с электронами, так и из-за резонансной передачи энергии) растут быстрее, чем по линейному закону.

В ТЕА-СО<sub>2</sub> лазерах инверсия населенностей производится за время, сравнимое или меньшее, чем время развития импульсов излучения. Поэтому генерация излучения начинается в условиях максимального превышения коэффициента усиления активной среды над коэффициентом потерь. Такие условия формирования импульса излучения получили название «режим переключения усиления»[4].

### *Библиографический список*

1. Звелто, О. Принципы лазеров / О. Звелто. // М.: Мир, 1990. 560 с.
2. Тарасов, Д.В. Физика процессов в генераторах когерентного оптического излучения / Л.В. Тарасов // М.: Радио и связь, 1981. 440 с.
3. Газовые лазеры / Под ред. И. Мак-Даниэля, У. Нигэна // М.: Мир. 1986. 552с.
4. Gilbert, J. Dynamics of the CO<sub>2</sub> atmospheric pressure laser with transverse pulse excitation / J. Gilbert, J.L. Lachambre, F. Rheault, R. Fortin // Canadian Journal of Physics, 1972. Pp. 2523–2535.

## ТЕА-СО<sub>2</sub> ЛАЗЕР НА СМЕСИ ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА С ВОЗДУХОМ

В.О. Пестриков

Научный руководитель – Козлов Б.А., д-р физ.-мат. наук, профессор

При проектировании электродной системы для формирования объемного разряда и газового тракта импульсно-периодического ТЕА-СО<sub>2</sub>-лазера встает ряд важных вопросов:

- Для получения адекватных характеристик генерируемого лазерного излучения с составом и общим давлением газовой среды необходимо совместное рассмотрение как газоразрядных процессов в промежутке, так и процессов в самом разрядном контуре, содержащем газоразрядный промежуток, накопительный конденсатор, коммутатор и конструктивную индуктивность[1].
- При использовании двуокиси углерода с атмосферным воздухом в качестве рабочей газовой смеси необходимо учитывать роль азота, гелия и других компонентов, изменение объема которых существенно влияет на основные параметры ТЕА-СО<sub>2</sub> лазера[1-4].
- Способы зажигания объемных разрядов, в плазме которых осуществляется накачка. Главную роль в разряде выполняют электроны, поэтому описание их транспортных свойств достаточно для наглядной картины поведения разряда. Изменение предельного значения  $E/N$  (отношение напряженности электрического поля в разряде к плотности частиц) экспериментально не зависит от плотности тока разряда[1].
- При приложении импульса высокого напряжения к межэлектродному промежутку, в котором произвели однородную предыонизацию, возникает электрическое поле между электродами. Происходит рост плотности электронов от значений  $10^6$ - $10^8$  см<sup>-3</sup> до  $10^{12}$  –  $10^{16}$  см<sup>-3</sup> в течение времени импульсного разряда [1].

### *Библиографический список*

1. Мак-Даниель И., Нигэн У. Газовые лазеры. – М.: Мир, 1986. – 551 с.
2. До К.М. О влиянии метода охлаждения на энергетические параметры импульсов излучения малогабаритных ТЕА-СО<sub>2</sub> лазеров / К.М. До, Б.А. Козлов, А.Б. Ястребков // Вестник РГРТУ. 2015. № 53. С. 139–143.
3. До К.М. разработка малогабаритныхСО<sub>2</sub>-лазеров с накачкой объемным разрядом сверхатмосферного давления. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Рязань, 2019. – 141с.
4. Бакулин И.А., Котов Е.В., Николаев В.Д. О стабилизации рабочей смеси ТЕА-СО<sub>2</sub> лазера. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т.3, №1.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ ПЬЕЗОКОРРЕКТОРА КОЛЬЦЕВОГО ЛАЗЕРНОГО ГИРОСКОПА**

И.С. Филиппин

Научный руководитель – Карабанов С.М., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается вопрос о стабилизации периметра резонатора кольцевого лазерного гироскопа при помощи различных конструктивных особенностей пьезокорректоров, в состав которых входят пьезопривод и система зеркал. На основании рассмотренных видов исполнений пьезокорректоров, мы можем выделить два ведущих направления их реализации, а именно мембранного и пакетного типа.

Конструкция пьезопривода пакетного типа состоит из нескольких кольцевых пьезокерамических дисков. Между этими дисками находятся металлические контакты, через которые осуществляют подачу электрического напряжения на сами электроды. При воздействии напряжения, пьезокерамические элементы изменяют свою толщину, вследствие чего меняется высота всего столбца. Соединение пьезоэлементов осуществляется:

1. С помощью резьбового соединения [1,2];
2. С помощью эпоксидного клея;
3. С помощью токопроводящего клея [3].

Следует учесть, что данный тип пьезопривода, из-за своих больших габаритов, для лазерного гироскопа применяется редко.

Для конструкции лазерного гироскопа наиболее предпочтителен пьезопривод мембранного типа. В его основе - подвижная мембрана с изменяемым диаметром пьезоэлементов, соединенных с пьезомодулем. Обзор литературы показал, что часто мембрану изготавливают из металла (инвар) [4] или стекла Cervit, Shott Zerodur [5,6]. Сборка осуществляется диффузионной сваркой или пайкой [6], склейкой [5]. Конструкция пьезопривода может содержать от двух [6], до четырех [5] пьезоэлементов. Под воздействием электрического напряжения на контакты пьезопривода происходит расширение одного из пьезоэлементов, при одновременном сужении другого. Происходит изгиб мембраны, перемещая ее центральную часть относительно корпуса.

В описании патентных источников заметно, что в кольцевых лазерных гироскопах преимущество отдается использованию пьезокорректоров с конструкцией мембранного типа. Однако проблема стабилизации периметра оптического резонатора до сих пор остается актуальной, и поэтому многие страны уделяют большое внимание разработкам пьезокорректоров, а также повышению эффективности их конструкций. Данная проблематика носит не только технический, но и экономический характер.

### *Библиографический список*

1. Adjustable, thin Membrane Mirror for use in the stabilization of Ring Lasers. Patent US, № 3,581,227; - 25.05.1971
2. Process and Apparatus for Attenuating linearity Errors in a Ring Type Laser Rate Gyro. Patent US, № 4,348,113; - 07.09.1982.
3. Piezoelectric Actuator for a Ring Laser. Patent US, № 4,160,184; - 03.07.1979.

4. Pathlength Controller for a Ring Laser Gyroscope. Patent US, № 4,691,323; - 01.09.1987.

5. Apparatus for thermal tuning of Path Length Control Drivers. Patent US, № 5,148,076; - 15.09.1992.

6. Glass Driver for Laser Mirror. Patent US, № 4,824,253; - 25.04.1989.

## СЕКЦИЯ «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

### ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННЫХ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЙ БИНАРНОГО СПЛАВА КОБАЛЬТ-ВОЛЬФРАМ

С.А. Авраменко

Научный руководитель – Г.П. Гололобов, канд. техн. наук, доцент

Существуют качественные и количественные методы оценки коррозионного процесса. Чаще всего применяются методы количественной оценки коррозии, а именно весовой и объемный, а также метод, учитывающий изменение механических или физических свойств образца [1].

Эксперименты проводились в трех коррозионных средах: соляной кислоте (2М HCl), азотной кислоте (0,5М HNO<sub>3</sub>), серной кислоте (0,1М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Коррозионная стойкость покрытий изучалась согласно методике, представленной в ГОСТ 9.909-86.

Визуальный анализ образцов сплава кобальт-вольфрам, подвергнутых двухчасовым испытаниям в трех коррозионных средах, показал различную степень изменения состояния покрытий. В целом, изменения внешнего вида поверхности покрытий можно охарактеризовать, как потемнение с потерей металлического блеска. Также присутствуют оптические (цветовые) неоднородности, пятна и полосы. В большинстве случаев самые заметные изменения состояния поверхности покрытий сосредоточены на границе «коррозионная среда – атмосфера» (рис. 1).

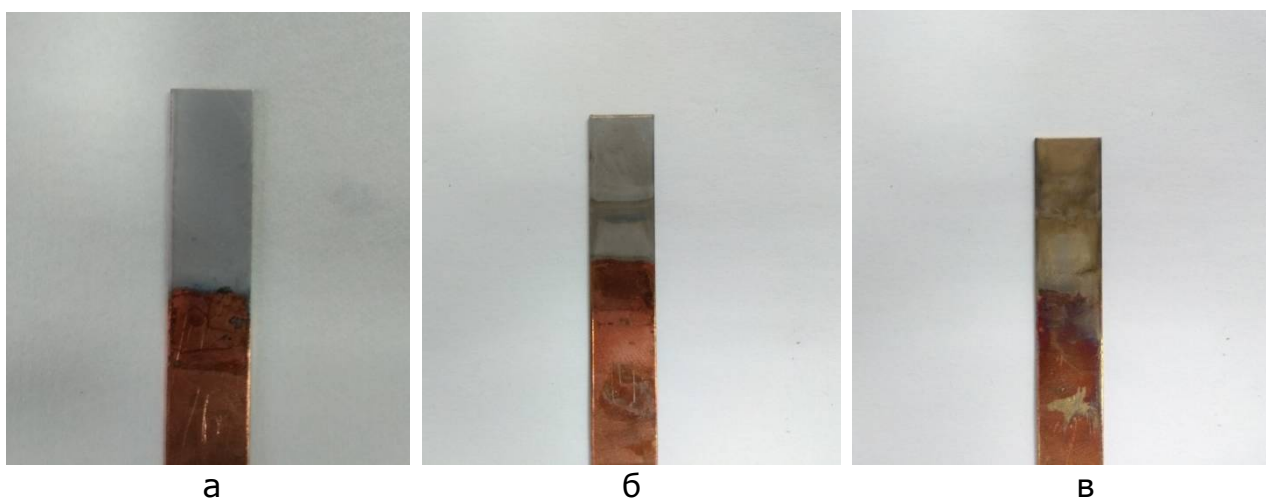
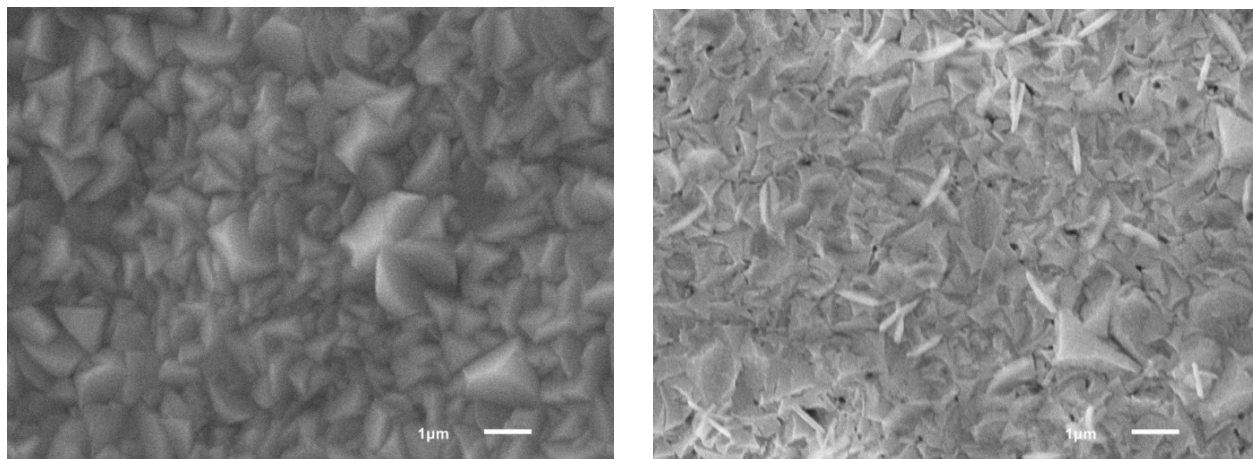


Рис. 1. Фотографии образцов покрытия Co-W:  
а - до испытаний;  
б - после испытаний в серной кислоте;  
в - после испытаний в азотной кислоте

Минимальное изменение внешнего вида наблюдается в случае испытаний серной кислотой. Оно заключается в некотором уменьшении металлического блеска, образовании налета и слаборазличимых полос. В случаях использования соляной и азотной кислот поверхность образцов меняет цвет, появляются пятна, пропадает металлический блеск. Для азотной кислоты характерна желто-коричневая палитра. Воздействие

соляной кислоты приводит к появлению интерференционного рисунка с градиентом цвета от синего до красного.

Также проводилось микроскопическое исследование образцов (рис. 2). По его результатам был проведен сравнительный анализ структуры рельефа покрытий до и после коррозионных испытаний.



а  
б  
Рис. 2. РЭМ-изображения участков поверхности покрытий сплава кобальт-вольфрам:  
а - до испытаний; б – после испытаний в серной кислоте

Как видно из РЭМ-изображений, воздействие коррозионной среды приводит к существенному изменению структуры поверхностного рельефа. Происходит изменение формы отдельных элементов, составляющих структуру рельефа. В основном уменьшается объем кристаллитов. Также можно отметить различную скорость коррозионного растворения по разным кристаллографическим направлениям. В результате этого объемные кристаллиты корродируют до формы пластин.

1. Испытания металлических покрытий деталей и конструкций нефтегазового оборудования. Часть I. Определение физико-механических, технологических и эксплуатационных свойств : учебное пособие / И. М. Ковенский, В. В. Поветкин, Н. Л. Венедиктов и др.; под ред. И. М. Ковенского. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. – 80 с.

## **РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА МНОГОТОЧЕЧНОГО КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ**

Д.В. Оськин

Научный руководитель – Связов А.А., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается возможность разработки устройства многоточечного контроля температуры и влажности. Заданными параметрами является точность  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  и пределы измерения температуры: от  $-40$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Принцип работы прибора основан на измерении температуры и влажности в 10 точках, расположенных друг от друга на расстоянии 65 сантиметров, с последующей передачей всех измеренных данных на персональный компьютер посредством Wi-Fi. Такой прибор может получить широкое распространение в складских помещениях, системах хранения продуктов, в том числе в силосах для хранения зерна. Для создания устройства мною были выбраны следующие ключевые компоненты – микроконтроллер Arduino Uno, датчики температуры и влажности DHT-22, Wi-Fi-модуль ESP-01.

Arduino Uno может получать питание через подключение USB или от внешнего источника питания, а для его программирования необходимы только кабель USB и среда программирования Arduino IDE. Контроллер имеет 14 цифровых и 6 аналоговых входов, что вполне достаточно для достижения поставленных целей. [1]

Главные характеристики, учитываемые при выборе датчика – это диапазон измеряемых температур и точность. Датчик DHT-22 имеет диапазон измерения относительной влажности от 0 до 100% и измеряемой температуры от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+80^{\circ}\text{C}$  с погрешностью  $\pm 2\%$  влажности и  $0.5^{\circ}\text{C}$  температуры. Питается этот датчик от 3,3 - 6 В, то есть может применяться со всеми типами Arduino [2]. Ещё одной важной особенностью этого датчика является использование однопроводного протокола передачи.

Для передачи данных между микроконтроллером и персональным компьютером была выбрана сеть Wi-Fi, а именно модуль ESP-01. ESP-01 – самый популярный модуль серии ESP8266. Передачи данных с микроконтроллером или компьютером происходит посредством UART с помощью набора AT-команд. [3]

При выборе того или иного компонента устройства я руководствовался, прежде всего, соответствием техническому заданию. Также немаловажным фактором является стоимость компонента и принципы его эксплуатации, такие как использование определенных интерфейсов передачи, количество выводов, питание и др.

### *Библиографический список*

1. Техническое описание микроконтроллера Arduino UNO [Электронный ресурс]. URL: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno> (Дата обращения 13.04.2020)
2. Обзор датчика температуры и влажности DHT-22. [Электронный ресурс]. URL: <https://robotchip.ru/obzor-datchika-temperature-i-vlazhnosti-dht22/> (Дата обращения 11.04.2020)
3. Wi-Fi модуль ESP-01. [Электронный ресурс]. URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/wi-fi-modul-esp-01/> (Дата обращения 13.04.2020)

## УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ АВТОКЛАВОМ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ

Н.В. Титов

Научный руководитель – Связов А.А., канд. техн. наук, доцент

При проектировании устройства управления необходимо решить ряд следующих вопросов, связанных с выбором требующихся компонентов: микроконтроллера, датчиков, дисплея, аппаратная модель управления нагревательного элемента автоклава. В полной совокупности вся система должна работать с заданной точностью 1%. Диапазон рабочей температуры может достигать до 120 °С, поэтому при выборе датчиков необходимо обратить внимание на их устойчивость к высоким температурам, а также учесть отклонения действительных показаний в зависимости от температуры при расчете показаний с датчиков в градусах и КПа, соответственно.

В качестве датчика температуры был выбран PT100. Основные характеристики:

- Основан на принципе измерения сопротивления;
- Материалом является платина с сопротивлением 100 Ом при температуре 0 °С;
- Платина имеет положительный коэффициент зависимости сопротивления от температуры; с ростом температуры растёт сопротивление;
- Изменение сопротивления от температуры (линейный коэффициент): 0,39 Ом/1 °С;
- Диапазон измеряемой температуры: -60 – 260°С [1].

Для снятия показаний микроконтроллером с данного типа датчика было учтено, что выходной сигнал не имеет действительных показаний, а только показывает изменение сопротивления с ростом температуры при питании постоянным напряжением.

Для контроля давления был выбран термокомпенсационный и откалиброванный датчик MPX4250DP. Характеристики:

- Максимальная ошибка 1,4% при температуре от 0 ° до 85 ° С;
- Температурная компенсация от -40 ° до + 125 ° С;
- Обеспечивает снижение веса и объема по сравнению с существующими гибридными модулями;
- Прочный эпоксидный цельный элемент;
- Диапазон измеряемого давления: 0 -250 КПа [2].

Одно из главных преимуществ данного датчика является, что выходной сигнал является аналоговым, а также откалиброванный по линейному закону, который приводится в технической документации датчика.

В качестве микроконтроллера был выбран ATMEGA328 на отладочной плате ArduinoUNO. Наличие макетной платы и соединительных проводов позволяют отлаживать устройство без пайки необходимого монтажа для функциональной работы микроконтроллера, а также соединять датчики и другую требующуюся периферию. Для полного контроля отладки используется дисплей многострочный дисплей Nokia 5110, а также клавиатурная матрица 4x4, которая требуется для ввода значений температуры стерилизации, давления и времени стерилизации продуктов. Написание программ, а также их отладка происходит в среде разработки ARDUINOIDE, которая находится в бесплатном доступе с официального сайта их продукта.

На данном этапе проектирования разработана и откомпилирована программа для получения значений температуры и давления с датчиков, а

также их отображение на дисплее в режиме реального времени. Пишется программа, по которой будут обрабатываться вводные значения параметров системы (температура, давление, время). Следующим этапом разработки устройства управления является тепловой расчет PID-регулирования автоклава для аппаратно-программного обеспечения работы нагревателя на основе показаний датчиков системы.

#### Библиографический список

1. Epicsensors – Информационно – торговый портал [Электронный ресурс]. URL: <https://www.epicsensors.com/ru/chastye-voprosy/kak-rabotaet-datchik-pt100/> (дата обращения: 19.02.2020).

2. Data sheets Freescale Semiconductor [Электронный ресурс]// URL: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/download/547471/FREESCALE/MPX4250DP/>(дата обращения:21.02.2020).

## ИСТОЧНИК КОМБИНИРОВАННОГО НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРА ОЗОНА

С.С. Сидорин

Научный руководитель - Верещагин Н.М, канд. техн. наук, доцент

В генераторах озона очень важно увеличивать КПД ионного ветра. За счет этого возрастает качество ионного ветра и количество получаемых ионов.

Для увеличения КПД разрабатываемый источник питания был выполнен в виде источника комбинированного напряжения. Во вторичной обмотке повышающего импульсного трансформатора расположен дополнительный импульсный источник питания, собранный на конденсаторах и диодах [1]. Так как напряжения последовательны, то они будут складываться.

Результатом такого включения элементов станет увеличение КПД ионного ветра (рисунок 29).  $U_{1m}$  – напряжение вторичной обмотки трансформатора,  $U_2$  – напряжение дополнительного источника питания, результатом является сумма этих напряжений и равняется  $U_{\text{вых}}$  (рис. 1).

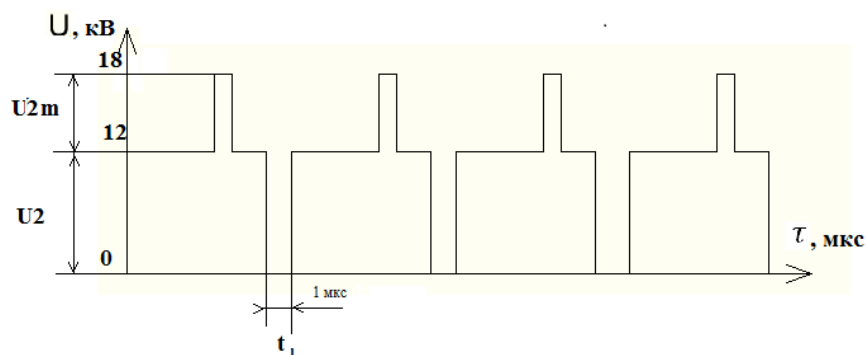


Рис. 1

1. Санджай Маниктала, «Импульсные источники питания от А до Z», Санкт – Петербург , 2014. – 56с.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ПСЕВДОРАСКРАШИВАНИЯ И ВЫРАВНИВАНИЯ ЯРКОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЯ**

В.С. Любушин

Научный руководитель – Трубицын А.А., д-р физ.-мат. наук, профессор

В данной работе рассматриваются некоторые из алгоритмов постобработки изображения. Это алгоритм псевдораскрашивания [1] и алгоритм корректировки яркости [3].

Для отработки алгоритмов была выбрана среда Qt. Qt является кросс-платформенным фреймворком, приоритетный язык программирования которого C++ [2]. В данной среде на языке C++ написана небольшая программа с пользовательским интерфейсом, которая использует вышеобозначенные алгоритмы для корректировки выбранного изображения.

Алгоритм псевдораскрашивания – это последовательность задания цвета для каждого пиксела монохромного изображения по определенному правилу[1]. Если представить изображение, как трехмерный массив, то оси X, Y задают ширину и высоту изображения в пикселах, а ось Z задает интенсивность цвета. В данной работе используется правило задания выбранного цвета (красный, зеленый или синий) для цветового выделения всех пикселей изображения, которые имеют определенную координату на оси Z. Иначе говоря, выбирается текущая плоскость рельефа изображения, раскрашенная в определенный цвет[1].

Алгоритм выравнивания яркости в данной работе выполняет функцию выравнивания цветовых интенсивностей к некоторой средней по изображению [3]. Принцип его работы таков – для каждого цвета (красный, зеленый и синий) выясняется медианное значение интенсивности. Создается область запрета в окрестностях медианного значения. Эта область интенсивностей не обрабатывается. Задается весовой коэффициент, и все интенсивности каждого пиксела «подтягиваются» к данной области. Если интенсивность пиксела ниже средней и не входит в область запрета обработки, то она увеличивается, а если выше средней, то уменьшается.

Для удобства анализа изображения в пользовательском интерфейсе программы есть возможность менять масштаб изображения колесиком мыши. Когда курсор находится в области изображения, то выставляется соответствующий флаг, разрешающий принятие и обработку событий колесика мыши[2].

### *Библиографический список*

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М: Техносфера, 2005. – 1072 с.
2. Шлее М. Ш68 Qt 5.10. Профессиональное программирование на C++. - СПб.: БХВ-Петербург, 2018. - 1072 с.: ил. -(В подлиннике)
3. Л. Рабинер, Б. Гоулд Теория и применение цифровой обработки сигналов. – Издательство «Мир», Москва 1978. – 835 с.

## **ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**

Н.С. Килякова

Научный руководитель – Климаков В.В., канд. техн. наук, доцент

В последние 30 лет в качестве базовых элементов систем температурного регулирования и охлаждения электронных устройств эффективно применяются тепловые трубы. Это теплопередающие устройства, общим признаком которых является функционирование по принципу замкнутого испарительно-конденсационного цикла.

Срок службы рентгеновских трубок, как правило, определяется ресурсом мишени, в которой происходит генерация рентгеновского излучения. Именно мишень подвергается прямому воздействию электронного пучка, наибольшему нагреву и эрозионному разрушению по сравнению с другими деталями трубки. Для стабильной и долговечной работы мишени необходим теплоотвод. Ощутимый выигрыш в рассеиваемой мощности достигается при малой толщине мишени анода, нанесенной на подложку с высоким коэффициентом теплопроводности. В этом случае тепловое сопротивление мишени становится малым и локально выделяемое в месте падения электронного луча и тепло начинает активно рассеиваться. Хорошим проводником тепла является тепловая труба, поэтому необходимо конструировать анод микрофокусной трубки в виде тепловой трубы.

Для лазерного гироскопа одним из важных факторов, оказывающих влияние на его работу, является стабильность периметра моноблока кольцевого лазера в широком интервале температур. Изменение длины лазерного канала за счет теплового расширения корпуса при выходе за границы пределов системы регулирования, приводит к изменению масштабного коэффициента. Кроме того, неравномерность и асимметричность распределения температур между плечами разряда вызывает флуктуации в активной среде кольцевого лазера, которые непосредственно влияют на точность лазерного гироскопа.

Совмещение тепловой трубы с корпусом ситаллового моноблока кольцевого лазера позволяет решить поставленную задачу и решить проблему ухудшения точности лазерного гироскопа.

## **РАЗРАБОТКА ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ ВЕНТИЛЯТОРА КОРОННОГО РАЗРЯДА**

А.А. Коровин

Научный руководитель – Верещагин Н.М., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время для вентиляции воздуха в помещениях, а также в системах теплообмена, основанные на вынужденной конвекции, используются механические вентиляторы [1,2]. Они имеют недостатки, главные из них: высокий уровень шума и наличие трущихся элементов [1]. От этих недостатков освобождены вентиляторы коронного разряда, принцип действия которых основаны на электрическом ветре [1,3].

Существует достаточное количество способов, увеличивающих скорость воздушного потока. Все они основаны на увеличении числа ускорительных ступеней и ограничены напряжением пробоя газоразрядного промежутка [1,4].

Наиболее близким по технической сущности и реализации является устройство, где напряжение, подаваемое на электроды, имеет особую форму (импульсное складывается с постоянным напряжением) [5].

Цель данной работы является разработка источника питания для вентилятора коронного разряда.

В данной статье предлагается формировать высоковольтные импульсы не с помощью генератора высоковольтных импульсов, как это предлагается в [5], а за счет накопления энергии первичной обмоткой трансформатора.

Использование такого напряжения, как известно, увеличивает не только количество ионов, что повышает скорость электрического ветра, но и простоту конструкции и напряжения пробоя.

После разработки макета будут решаться следующий ряд задач: снятие зависимостей скорости электрического ветра от частоты, амплитуды, длительности импульсов; разработка печатной платы; разработка корпуса устройства; моделирование распределения электрических полей и движение потока воздуха.

### *Библиографический список*

1. Королев А.Е. Разработка и исследование устройства для вентиляции воздуха ионным ветром: дис. канд. тех. наук. - Рязань, 2015.
2. Коровин А.А. Изучение коронного разряда // Научный альманах. 2020. №63. С.22-24
3. Верещагин И.П. Коронный разряд в аппаратах электронно-ионной технологии. – М.: Энергоатомиздат, 1985. С. 160.
4. Патент №2313732 РФ. Способ увеличения скорости электрического ветра и устройство для его осуществления / Верещагин Н.М., Шемарин К.В.
5. Верещагин Н.М., Васильев В.В. Исследование вентилятора коронного разряда при питании комбинированного напряжения // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2017: сб. тр. междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф. – Рязань: РГРТУ. - 2017. Т. 4. С. 132 – 136.

# РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИМПУЛЬСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОРАЗРЯДНЫМ ПРЕРЫВАТЕЛЕМ ТОКА В СХЕМЕ ИНДУКТИВНОГО НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ

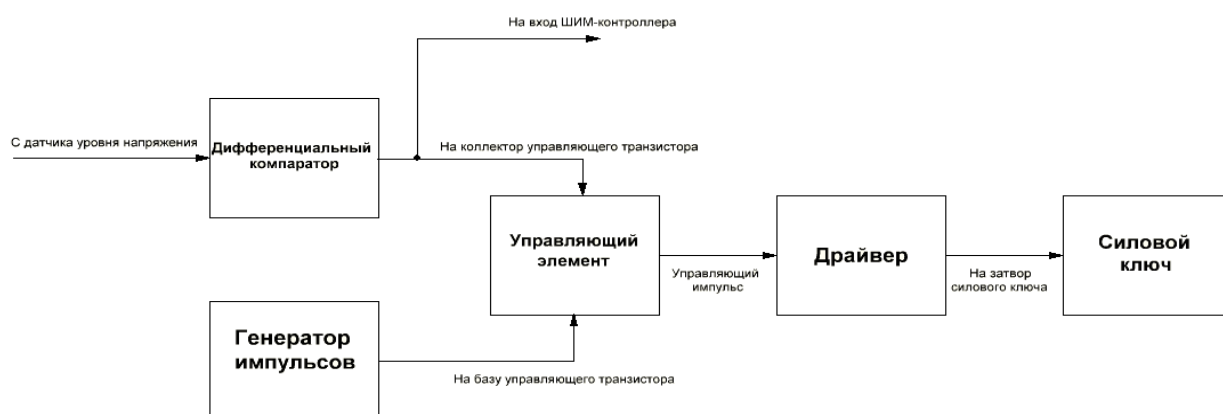
Е.С. Сырова

Научный руководитель – Серезин А.А., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время вырос интерес к генераторам на основе индуктивных накопителей энергии, имеющих больше преимуществ над генераторами на основе емкостных накопителей энергии. Для их работы необходимо использование надежных прерывателей тока. Наиболее пригодными являются газоразрядные прерыватели тока. Работа этих устройств в схеме индуктивного накопителя энергии базируется на самостоятельном обрыве разряда, то есть они способны размыкать и замыкать ток [1].

Целью данной работы является разработка схемы формирования импульса для управления газоразрядным прерывателем тока в схеме индуктивного накопителя энергии.

В данном докладе представлено краткое описание схемы формирования импульсов управления газоразрядного прерывателя тока. Структурная схема представлена на рисунке. Схема представляет собой импульсный источник сигнала с внешним входом. Он выполнен на основе двухтактного преобразователя напряжения.



Структурная схема

Дифференциальный компаратор с делителем напряжения и датчиком тока контролирует уровень напряжения на накопительном конденсаторе. Также в схеме подключения компаратора предусмотрена обратная связь, которая задает гистерезис переключения компаратора, необходимый для подавления помех. В качестве управляющего элемента используется биполярный п-р-п транзистор, который разрешает подачу импульса. Сигнал на базу управляющего транзистора поступает с генератора импульсов. С появлением на коллекторе напряжения питания, управляющий импульс появляется на эмиттере транзистора и поступает на вход драйвера, который необходим для управления силовыми ключами.[2]

### *Библиографический список*

1. Мэк Р. Импульсные источники питания. Теоретические основы проектирования и руководство по практическому применению.- М.: Додэка-XXI, 2008. – 272 с.
2. Шатилов С.Г. Исследование газоразрядных прерывателей тока в режиме генерации высоковольтных импульсов: дис. канд. тех. наук. – Рязань. – 2016

## **РАЗРАБОТКА АКСИАЛЬНО-СИММЕТРИЧНОГО ЭНЕРГОАНАЛИЗАТОРА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ**

Н.А. Закирова

Научный руководитель – Трубицын А.А., д-р физ.-мат. наук, профессор

Методы электронной спектроскопии являются наиболее перспективными для исследования структуры и состава наноразмерных объектов и систем. Данные методы основаны на анализе по энергии электронов, испускаемых с поверхности исследуемого вещества под воздействием внешнего излучения. Основной анализирующий элемент спектрометра - энергоанализатор. Для решения задач современного спектрального анализа повышаются требования к таким параметрам энергоанализаторов как чувствительность, разрешающая способность и малые размеры устройства. Задачей моей дипломной работы является разработка аксиально-симметричного энергоанализатора высокого разрешения. Ранее в дипломной работе бакалавра были изучены параметры данного анализатора. В данной работе рассматриваются ещё 2 вида энергоанализаторов и сравниваются их характеристики с характеристиками аксиально-симметричного энергоанализатора. Главной целью является разработка конструкции аксиально-симметричного энергоанализатора и моделирование его работы в программе Фокус.

### *Библиографический список*

1. Зашквара В.В., Юрчак Л.С., Былинкин А.Ф. // Электронно-оптические свойства электростатического сферического зеркала и систем на его основе. ЖТФ. 1988г. В.10. с.2010-2020.
2. Зашквара В.В., Тындык Н.Н. Аксиально-симметричные мультиполи и их приложение. ЖТФ. 1991г. В.4.
3. Зашквара В. В., Корсунский М. И., Космачев О. С. // ЖТФ. 1966. Т. 36. № 1. С. 132-138.

## **РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА**

А.Н. Кузин, Е.А. Шаров

Научный руководитель – Гололобов Г.П., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время на промышленных предприятиях остро стоит вопрос о модернизации питающих сетей, оборудования подстанций и распределительных устройств. Электрическое оборудование распределительных устройств, трансформаторных подстанций изношено, а порой и вовсе, исчерпало весь свой коммутационный ресурс и ресурс прочности. Вследствие этого повышается частота появления отказов и нестандартных ситуаций в системе электроснабжения предприятия [1].

Развитие микропроцессорных систем открывает возможности инновационных подходов к решению задач автоматизации и управления энергетическими объектами. Одним из наиболее перспективных направлений развития электроэнергетики является цифровизация [2].

Под цифровизацией понимают применение на энергетических объектах цифровых устройств релейной защиты и автоматики, противоаварийной цифровой автоматики, цифровых систем коммерческого учета и контроля качества электроэнергии, которые основаны на использовании микроконтроллерных и микропроцессорных систем, для эффективного управления всей энергетической системой [3].

В данной работе произведен анализ технических параметров современного оборудования, применяемого при реализации цифровых распределительных устройств с номинальным рабочим напряжением 35 кВ, осуществлен обзор современных методов установки оборудования, экономически обоснованный выбор компоновки и оборудования.

Особое внимание уделено вопросам реализации требований, прописанных в протоколе МЭК 61850, касаемо организации системы обмена данными между коммутационными и измерительными аппаратами, функционирующими на полевом уровне [4].

Цифровизация подстанций затронула, в основном, системы релейной защиты, управления и автоматики. Протокол МЭК 61850 довольно подробно определяет вектор развития цифровых технологий в электроэнергетике, ставя во главу угла непоколебимость надежности, чувствительности и быстродействия.

### *Библиографический список*

1. Чичёв С.И., Калинин В.Ф., Глинкин Е.И. Методология проектирования цифровой подстанции в формате новых технологий. - М.: Издательский дом «Спектр», 2014. - 228 с.
2. Drew Baigent, Mark Adamiak, Ralph Mackiewicz, Communication Networks and Systems in Substations: An Overview for Users.- М.: GEMultilink, 2009.
3. Горелик Т.Г., Кириенко О.В. Цифровая подстанция. Подходы к реализации. - М.: Энергетик, 2015. - 15 с.
4. Курьянов В.Н., Куш Л.Р., Горбунова Н.Р., Бондарев И.В., Цыпик В.В. Цифровые подстанции. Опыт реализации. - Наука, образование и культура. - 2018. -№3- С. 5.

## ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ДЛЯ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ ТП-626 УЧЕБНОГО КОРПУСА №1 РГРТУ

И.О. Колесник

Научный руководитель – Гололобов Г.П., канд. техн. наук, доцент

Выключателем называется коммутационный аппарат, необходимый для коммутации в различных режимах работы электрической цепи. Выключатель должен своевременно отключать токи нормального режима и режима короткого замыкания (КЗ) при этом без возникновения коммутационных перенапряжений [1-2]. Выбор выключателя необходимо произвести в результате реконструкции трансформаторной подстанции ТП-626 учебного корпуса №1 РГРТУ. Высоковольтные выключатели различаются на масляные, маломасляные (горшковые), воздушные, элегазовые и вакуумные. Масляные выключатели предназначены для напряжений 35-200 кВ для наружного применения, т.к. являются пожароопасными. Они имеют простую конструкцию, а также не зависят от погодных условий. Маломасляные или, как их еще называют, горшковые выключатели распространены как в закрытых, так и в открытых распределительных устройствах. В отличие от масляных выключателей, в которых масло является изоляцией между разомкнутыми контактами, нуждаются в масле только как в среде, посредством которой гасится дуга. Их используют для напряжений 6-110 кВ. Применяются в системах с низкими требованиями. Воздушные выключатели рассчитаны на напряжение 15 кВ и выше. Отличаются высоким быстродействием, пожаробезопасностью и компактностью в сравнении с масляными. К их недостаткам можно отнести сложность устройства, а также опасность взрыва. Элегазовые выключатели единственные применяются на всех классах напряжений 6-750 кВ. Отличаются исключительной способностью элегаза гасить электрическую дугу. Положительным отличием данного вида выключателей является долговечность, так как элегаз имеет свойство не стареть, а потому минимально загрязнять механические части прибора. И последние вакуумные выключатели предназначены на напряжения 6-220 кВ. К их преимуществам можно отнести небольшие габариты, тихое переключение, экологичность (в отличие от элегазовых выключателей), высокую надежность. К недостаткам же неспособность выдерживать большие токи КЗ и относительно небольшой коммутационный ресурс отключения аварийных токов. Выбираем для стороны ВН вакуумные выключатели в силу их экологичности. Определим расчетные токи в цепи трансформатора ТТУ-АЛ 315 на сторонах ВН и НН, используя формулы:

$$I_{\text{норм}} = (0,5 - 0,525) \cdot \frac{S_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} \quad (1)$$

$$I_{\text{max}} = (1 - 1,05) \cdot \frac{S_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} \quad (2)$$

$$I_{\text{НОМ}} = \frac{S_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} \quad (3)$$

Результаты расчета запишем в таблицу 1:

Таблица 1. Расчетные токи в цепи трансформатора

	$I_{\text{норм}}, \text{ А}$	$I_{\text{max}}, \text{ А}$	$I_{\text{НОМ}}, \text{ А}$
ВН	15,9	31,8	30,3
НН	239,7	479,3	456,5

Далее для стороны 6 кВ выбираем выключатель ВВ-TEL-10-20/1000, а для стороны 0,4 кВ автоматический выключатель марки ИЭК ВА 88-40.

В данной работе рассмотрены выключатели разных типов, описаны их положительные и отрицательные характеристики, произведён выбор выключателей для сторон высокого и низкого напряжений.

#### *Библиографический список*

1. Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях. – Энергоатомиздат, 2000.

2. Правила устройства электроустановок ПУЭ. 7-е издание. – Моргнига, 2018.

## **ОПТОВОЛОКОННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ КАК ЭЛЕМЕНТЫ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

В.В. Масленникова

Научный руководитель – Дягилев А.А., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается современное состояние электротехнических комплексов и систем. Показано, что измерительные трансформаторы тока и напряжения, применяемые традиционно в цепях релейной защиты и автоматики, имеют ряд недостатков. В связи с этим показано следующее.

Существуют оптоэлектронные трансформаторы тока, использующие магнитооптический эффект Фарадея и они имеют ряд преимуществ:

- отсутствие выноса потенциала с ОРУ;
- естественная гальваническая развязка первичных и вторичных цепей;
- снижение эксплуатационных затрат;
- измерительные оптоэлектронные трансформаторы тока и напряжения не нуждаются в замене масла или элегаза, ремонте, только в поверке прибора и его выходных характеристик раз в 5 лет;
- масса гораздо меньше, чем у традиционных трансформаторов [1].

Также, преимуществом оптоэлектронных трансформаторов в том, что они не содержат масел, бумаги, горючих полимеров и элегаза в высоковольтной изоляции, они искро-взрывобезопасны и экологичны [2].

#### *Библиографический список*

1. Клаус Б., Прорыв в области измерения сильных постоянных токов – Издательство АББ Ревю, 2015. – 238 с.

2. Левина Т. М., Информационно-измерительная система контроля магнитного поля: монография. – LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co. KG, Saarbrucken, Germany, 2012. – 113 с.

# **АНАЛИЗ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ ПУНКТОМ**

А.С. Ахрюков

Научный руководитель – Трубицын А.А., д-р физ.-мат. наук, профессор

Цели работы – получение информации об установленной расчётной электрической мощности и анализ ее использования по нескольким направлениям, также обзор видов систем автоматизации для оценки энергоэффективности теплового пункта.

Рассматриваются основные характеристики установленного в тепловом пункте электрооборудования. Определяется структура электропотребления оборудования, а также направления энергосбережения.

Производится анализ технических характеристик электросилового оборудования. Дается первичная оценка состояния системы электроснабжения, правильность подборки оборудования, наличие контрольных приборов [1].

В результате исследований получен комплекс мероприятий для повышения энергоэффективности системы энергоснабжения [2].

Производится анализ систем автоматизации для объекта исследования с целью получения оценки энергоэффективности систем, снижения потребления энергоресурсов, а также проверки ранее разработанных систем электроснабжения и управления тепловым пунктом [3].

В ходе исследований получим совокупность норм и рекомендаций для улучшения энергоэффективности объекта исследования. Некоторые из них:

- определение границы балансовой принадлежности;
- количество силовых агрегатов, установленных в системе электроснабжения;
- проверка номинальных напряжений в моменты пиковой мощности системы электроснабжения;
- проверка маркировок кабельных линий согласно ГОСТу;
- выполнить проверку силовой нагрузки обследуемого объекта (электродвигатели, сварочное оборудование, электропривод запорной арматуры, освещение и т.д.);
- выбор системы управления для автоматизации теплового пункта;
- разработать возможность дистанционного управления тепловым пунктом.

## *Библиографический список*

1. НТП ЭПП-94. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий. Нормы технологического проектирования (1 редакция);
2. РТМ 36.18.32.4-92. Указания по расчету электрических нагрузок: ввод в действие с 01.01.93 - ОАО «ВНИПИ Тяжпромэлектропроект»;
3. ПУЭ издание 7, ОАО «ВНИИЭ»

## **АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ НА ПОДСТАНЦИИ 110/10 кВ**

А.М. Бабий

Научный руководитель – Иванов В.С., канд. техн. наук, доцент

Цели работы – обзор и анализ информации о методах энергосбережения на подстанциях. Это необходимо для дальнейшего подбора необходимых устройств РЗА, которые заменят устаревшее оборудование.

Рассматриваются общие положения о подстанции в целом, а также необходимость, повышения передаваемого напряжения, эффективность распределения электроэнергии и уменьшения потерь. Модернизация электросетей, может состоять в том, чтобы повысить класс напряжения, что позволит понизить расходы и потери при транспортировке электроэнергии до потребителя [1].

Описываются методы энергосбережения на подстанциях, мероприятия, которые позволят снизить потери на подстанциях всех классов напряжения. Если проводится новое строительство, то используется новое оборудование, такое как:

1. Трансформаторы с уменьшенными потерями электроэнергии;
2. АРНТ;
3. Измерительные системы и приборы учета повышенной точности;
4. Управляемые конденсаторные установки на закрытых подстанциях с трансформаторами 250 кВ и более, на остальных - конденсаторные батареи, подключаемые к шинам 0,4 кВ;

Для достижения описанных целей, также совершенствуется расчетный и технический учет электроэнергии, метрологические измерения мощности и электроэнергии.

Перед тем как проводить работы по уменьшению потерь, необходимо:

1. Оценить техническое состояние, метрологические характеристики и условия работы приборов учета;
2. Проанализировать схемы расстановки систем учета, схемы поступления и отпуска электроэнергии с указанием границ балансовой принадлежности и точек учета поступившей и отпущенной электроэнергии [2].

### *Библиографический список*

1. ГОСТ 24291-90 «Электрическая часть электростанции и электрической сети. Термины и определения»
2. Справочник по проектированию электрических сетей / Под редакцией Д. Л. Файбисовича. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006

## **ОДНОФАЗНЫЕ ЗАМЫКАНИЯ В СЕТЯХ ДО 110 кВ**

П.Д. Карпухин

Научный руководитель – Васильева Т.Н., д-р техн. наук, профессор

Целью работы является анализ однофазных замыканий на землю в распределительных до 110 кВ и выбор аппаратов защиты от них. Объектом исследования является российская энергосистема в своем текущем состоянии.

Однофазное замыкание на землю (ОЗЗ) – это ненормальный режим работы трёхфазной сети, при котором один из фазных проводов замыкается на землю или на элемент, который электрически связан с землёй [1]. Процессы, которые протекают при замыкании одной из фаз сети на землю, зависят преимущественно от режима работы нейтрали, при которой эксплуатируется данная сеть.

В сетях с изолированной нейтралью ток ОЗЗ при замыкании протекает через ёмкости неповреждённых фаз. Значение тока при таком замыкании невелико, поэтому немедленное отключения повреждённого участка сети не требует. Однако при таком ненормальном режиме изоляция стареет быстрее и есть риск образования двухфазного замыкания.

В сетях с глухозаземлённой нейтралью ток ОЗЗ замыкается через нейтрали первичного оборудования. Значение тока при таком замыкании велико, поэтому замыкание требует немедленного отключения повреждённого участка сети [2].

В результате расчётов однофазных замыканий выбирают аппараты защиты. Для распределительных сетей до 1 кВ на трансформаторных подстанциях в качестве аппаратов защиты используются плавкие предохранители и автоматические выключатели. Для защиты распределительных сетей выше 1 кВ от однофазных замыканий на землю используются устройства контроля состояния изоляции сети относительно земли [3].

При выборе защит необходимо учитывать основные факторы, которые влияют на их работу от ОЗЗ, а именно: 1) вид замыкания, который может представлять собой металлическую связь, замыкание через переходное сопротивление, замыкание через дугу; 2) устойчивость замыкания; 3) наличие небалансов в сети; 4) переходные процессы схожие с процессами при ОЗЗ, такие, как включение линии, наводка от других ЛЭП при ОЗЗ на них.

Защиты от ОЗЗ можно подразделить на два вида: индивидуальные и централизованные. Индивидуальные защиты более просты по конструкции и принципу работы, но имеют более высокий процент того, что защита не сработает либо сработает ошибочно в силу своей невысокой чувствительности. Централизованные защиты являются более совершенными. В большинстве своём они построены на микроконтроллерах с несколькими измеряющими каналами, что позволяет контролировать основные параметры нескольких присоединений на подстанциях. Это позволяет существенно увеличить чувствительность данных защит.

### *Библиографический список*

1. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: учеб. для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
2. Беляева Е.Н. Как рассчитать ток короткого замыкания. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
3. Беляев А.В. Выбор аппаратуры, защит и кабелей в сетях 0,4 кВ. – Л.: Энергоатомиздат, 1988.

## **АНАЛИЗ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОДСТАНЦИИ НАПРЯЖЕНИЕМ 6/0,4 КВ**

А.С. Афанасьев

Научный руководитель – Дягилев А.А., канд. техн. наук, доцент

Цели работы – рассмотрение основных силовых частей электрооборудования трансформаторной подстанции 6/0,4кВ и анализ вариантов модернизации и реконструкции ее элементов.

Производится обзор всех составляющих электрооборудования на подстанции, а также их особенности и назначение[2].

Рассматривается современная комплектная трансформаторная подстанция наружной установки, ее параметры, характеристики и особенности. Представлена структура условного обозначения и преимущества подстанции данного типа [1].

В подпункте 1.3 описываются некоторые критерии и условия реконструкции подстанции для её успешной и безаварийной работы [3].

В результате проведенной работы поясняется, что подходящим вариантом реконструкции ТП является замена силовых трансформаторов на более мощные, а также замена коммутационных аппаратов.

### *Библиографический список*

1. Правила устройства электроустановок. – 7-е изд. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003.
2. Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.Л. Файбисовича.- М. : НЦ ЭНАС, 2005.;
3. Электротехнический справочник: В 4т. Т.1. Электротехнические изделия и устройства. / Под редакцией Профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. – М.: МЭИ, 2003.

## **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СЕТЯХ ДО 35 кВ**

В.В. Бутушин

Научный руководитель – Васильева Т.Н., д-р техн. наук, профессор

Цели работы – нахождение оптимальных методов энергосбережения в электрических сетях номинальным напряжением до 35 кВ и анализ возможных решений проблемы потерь электроэнергии в сетях.

Анализируется российская энергосистема в своем текущем состоянии, основные причины потерь в электрических сетях и основные направления снижения потерь, актуальные для нашей энергосистемы.

Основной эффект в снижении потерь может быть получен за счёт реконструкции, повышения сбалансированности режимов сетей и повышение надежности их работы, технического перевооружения, увеличения пропускной способности [1]. В настоящее время основой для разработки мероприятий по энергосбережению помимо технического должны учитываться экономический и правовой аспекты [2].

В результате анализа выделяются следующие стратегически важные направления развития энергосистемы в России:

- совершенствование процесса распределения и передачи электроэнергии, при котором особое внимание уделяется предотвращению несанкционированного отбора электроэнергии. В ходе проведения модернизации возможно обновление значительной части оборудования в электрических сетях, производимое с целью сокращения потерь при передаче электроэнергии

- внедрение эффективных программ энергосбережения на значительной части промышленных предприятий, реализуемых на действующих промышленных мощностях.

- использование новых разработок в сфере энергоэффективного промышленного оборудования.

- внедрение повышенных стандартов энергоэффективности, охватывающих все уровни отечественной экономики.

### *Библиографический список*

1. Воротницкий В.Э., Калинин М.А., Апраткин В.Н. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях энергоснабжающих организаций "Энергосбережение" №3 2000 г.

2. Галимова А.А. Основы энергосбережения в электроэнергетике: учеб. пособие. – Самара: Самарский государственный технический ун-т, 2013.

# РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ СИЛОВЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Д.С. Карпов

Научный руководитель – Суворов Д.В., канд. техн. наук, доцент

Функциональное покрытие предназначено для того, чтобы добавить дополнительные свойства, которые могут быть гидрофобными, антикоррозионными, износостойчивыми, электроизоляционными и другими [1].

Гидрофобное покрытие имеет характеристики величины краевого угла смачивания от 60° до 179°, стойкость к разрушению образовавшихся проводящих дорожек не менее 500 ч при напряжениях от 6 до 750 кВ включительно, а также хорошую дугостойкость в 100 мА при воздействии не менее 600 с, обеспечивающую надежную работу при высоких значениях напряжения в тяжелых породных условиях [2].

При создании гидрофобных покрытий для использования в тяжелых условиях необходимо учитывать не только водоотталкивающие свойства, присущие всем гидрофобным материалам, но и более широкий набор факторов, описанных в исследовании [3].

Существуют антикоррозионные покрытия, предназначенные для длительного использования, одни из которых являются металлические покрытия толщиной от 60 до 300 мкм, такие как цинковые, которые наносят горячим цинкованием, с помощью газотермического напыления цинка или методом электрохимического анодирования [4].

Износостойкое покрытие получают следующим образом: смесь из оксидов алюминия и титана наносят на материал с использованием подложки из Ni-Cr [5].

В результате можно сделать вывод о том, что свойства функциональных покрытий могут быть разными; для каждой ситуации оптимальным будет свое функциональное покрытие, обладающее рядом нужных свойств и качеств.

## *Библиографический список*

1. Функциональные покрытия - [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: [https://ozlib.com/830887/tehnika/funktsionalnye\\_pokrytiya](https://ozlib.com/830887/tehnika/funktsionalnye_pokrytiya) (дата обращения 04.04.2020).

2. Электроизоляционная конструкция с равнотолщинным гидрофобным покрытием - [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://findpatent.ru/patent/249/2496168.html> (дата обращения 05.04.2020).

3. Гидрофобные покрытия не дают металлам ржаветь не только отталкивая воду - [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://indicator.ru/chemistry-and-materials/supergidrofobnye-pokrytiea-korroziya-21-06-2017.htm> (дата обращения 05.04.2020).

4. "Защита строительных конструкций от коррозии" Строительные нормы и правила N 2.03.11-85, Изд-во Государственный Комитет СССР по делам строительства, М., 1986 г

5. Борисов Ю.С., Харламов Ю.А., Сидоренко С.Л. Справочник "Газо-термические покрытия из порошковых материалов", Киев: Наукова думка, 1987 г

## **АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ**

Д.В. Корольков

Научный руководитель – Сливкин Е.В., канд. техн. наук, ст.преподаватель

Одной из основных задач повышения качества электрической энергии, поставляемой промышленным и бытовым потребителям, является задача компенсации реактивной мощности. При наличии в сети реактивной нагрузки, которой является, в большинстве своем, индуктивность асинхронных двигателей, различной пускорегулирующей аппаратуры и блоков питания, снижается пропускная способность линии. Происходит это по той причине, что отстающие друг от друга по фазе ток и напряжение не выполняют активную работу, но присутствуют в сети [1]. Реактивная мощность создает электромагнитные поля в обмотках электродвигателей, трансформаторах, линиях. Для компенсации реактивной мощности используются специальные установки, которые были изучены в этой работе.

В ходе проведения работы установлено, что нерегулируемые установки практически не реализуются, так как постоянно меняющаяся нагрузка требует изменения коэффициента компенсации. Компенсаторы со ступенчатым регулированием контакторами активно используются в электроэнергетических системах. Они достаточно просты в устройстве и недороги. Однако, ступенчатое регулирование не может обеспечить совершенную компенсацию. Также недостатком систем данного типа является то, что постоянные переключения контакторов приводят к их быстрому выходу из строя. Совершенствование конструкции контакторов и использование полупроводниковых силовых ключей решает эту проблему [2]. Их основные преимущества – это возможность плавного регулирования и отсутствие движущихся частей в силовых элементах. Недостатками таких устройств являются наличие потерь в силовых ключах, вызывающие их нагрев, и сложность системы регулирования. Несмотря на указанные недостатки, данные методы компенсации реактивной мощности являются перспективными и будут исследованы в дальнейшем.

### *Библиографический список*

1. Пионкевич, В. А. Математическое моделирование статического компенсатора реактивной мощности для решения задач регулирования напряжения в энергетических системах. – ВЕСТНИК ИРГТУ №12 (107) 2015
2. Far, A.; Jovsic, D. Проектирование, моделирование и управление гибридным выключателем постоянного тока на быстрых тиристорах. институт IEEE. Транс. Сила Дел. 2018, – pp. 919-927.

## **СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БАЗЫ АО "РЯЗАНЬГОРГАЗ" ПО АДРЕСУ Г.РЯЗАНЬ, УЛ.ЗУБКОВОЙ, 4Б**

Т.Р. Котова

Научный руководитель – Агальцов К.Д., ст. преподаватель кафедры Пэл

Цель работы: анализ технических параметров современных аппаратов, применяемых на распределительных устройствах с номинальным напряжением 10 кВ, современных методов переустройства оборудования распределительных устройств, экономически обоснованный выбор определения и оборудования. [1]

В результате анализа системы электроснабжения производственной базы АО «Рязаньгоргаз» были выявлены недостатки:

1. устаревшее оборудование;
2. перегруженность линии электропередач;
3. некачественная электропроводка;
4. выход из строя оборудования.

Реконструкция системы электроснабжения производственной базы АО «Рязаньгоргаз» обусловлено необходимостью использования оборудования, которое отвечает современным требованиям к показателям качества, технологичности и надежности в противопоставление имеющемуся устройству которое на данный момент времени является электротехнологически не пригодным для использования ввиду новых стандартов качества и использования. Устаревшее эксплуатационное оборудование и низкий рост процесса реконструкции распределительного устройства способствует накоплению изношенного оборудования и, как следствие, росту затрат на его ремонт и ухудшению технико-экономических показателей работы предприятий (удельных расходов, расходов электроэнергии на собственные нужды, потерь электроэнергии в сетях). [2]

Электроснабжение электроприемников производственной базы АО «Рязаньгоргаз» предусматривается от трансформаторной подстанции, расположенной на территории базы.

Электрическое хозяйство предприятия АО «Рязаньгоргаз» является сложной структурой. Для наиболее оптимального расчета системы электроснабжения производственной базы нужно изучить всю систему полностью: описать все элементы системы; определить связь между ними; рассмотреть технологический процесс. [3]

### *Библиографический список*

1. Электротехнический справочник: В 3 т. Т.3. Кн. 1. Производство и распределение электрической энергии Под общ. ред. Орлова И.Н. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 446 с.
2. . Б.Ю.Липкин. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. – М.: Высшая школа, 1990.
3. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. 3-е изд., перераб. и доп. Учебник для техникумов. М.: Энергоатомиздат, 1987. - 648 с.

# **АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПЕРВОЙ КАТЕГОРИИ И ПОВЫШЕНИЕ ЕЕ НАДЕЖНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ООО ИПО «ЭКОТЕРМО»**

А.А. Кузин

Научный руководитель – Махмудов М.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент

Цели работы – ознакомление с основными принципами деления потребителей по категориям электроснабжения, анализ особенностей электроснабжения потребителей первой категории, разработка системы электроснабжения предприятия с целью повышения надежности существующей.

Анализируются и описываются основные принципы деления потребителей электроэнергии по категориям. Приводятся возможные схемы резервирования питания потребителей первой категории.

Производится описание нагрузок предприятия. Изучается существующая система электроснабжения потребителей первой категории. Разрабатывается новая система резервирования питания с целью увеличения надежности существующей.

В результате анализа электроприемников были сделаны следующие выводы:

- Электроприемники первой категории это электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к: остановке производства, возникновению опасности для жизни людей, повреждению дорогостоящего основного оборудования;
- Электроприемники первой категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух взаимно резервирующих независимых источников питания, согласно существующим схемам резервирования.

В результате анализа и изучения схемы электроснабжения предприятия были сделаны следующие выводы:

- Изучены нагрузки, присутствующие на предприятии и их характеристики.
- Проанализирована существующая система электроснабжения предприятия и разработана новая с целью повышения ее надежности.

## *Библиографический список*

1. Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий / Э.А. Киреева. - М.: КноРус, 2013. - 368 с.
2. Кудрин, Б.И. Электроснабжение потребителей и режимы: Учебное пособие / Б.И. Кудрин, Б.В. Жилин, Ю.В. Матюнина. - М.: МЭИ, 2013. - 412 с.
3. Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение промышленных и гражданских зданий: Учебник / Ю.Д. Сибикин. - М.: Инфра-М, 2017. - 89 с

## РЕКЛОУЗЕРЫ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 6...10 КВ

П.П. Маючий

Научный руководитель – Махмудов М.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент

Цели работы – ознакомление с основными функциями реклоузера, анализ выбора оптимального количества секционирующих аппаратов на линии и оптимального места их установки.

Анализируется возможность выбора оптимального количества реклоузеров на линии посредством рассмотрения коэффициентов надежности RNRE, ARAE, SAIFI для кольцевого и радиального типов фидера. Приводится краткое описание функций секционирующего аппарата.

Производится анализ выбора оптимального места установки реклоузеров на линии двумя основными способами: методом расчета по годовому недоотпуску электроэнергии и методом расчета по показателям надежности SAIDI/SAIFI.

В результате анализа оптимального количества реклоузеров на линии были сделаны следующие выводы:

- Средняя эффективность применения реклоузеров для радиальной сети уменьшается, начиная с одного аппарата. Наиболее оптимальным для радиального фидера является применение 1-2 реклоузеров;
- Средняя эффективность применения реклоузеров на кольцевом фидере уменьшается, начиная с трех аппаратов. Наиболее оптимальным для кольцевого фидера является применение в общем случае 3-4 секционирующих аппаратов [1].

В результате анализа оптимального места установки реклоузеров на линии были сделаны следующие выводы:

- Формула недоотпуска электроэнергии из-за наличия дополнительного коэффициента спроса более точна, но необходимо находить суммарный недоотпуск для каждого варианта секционирования, что затрудняет расчет.
- Формулы показателей надежности SAIFI/SAIDI лишены недостатка первого метода и позволяет точно найти место установки секционирующего аппарата.

### *Библиографический список*

1. «Таврида Электрик»: [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.tavrida.ru/>.

2. Валерий Воротницкий, Владислав Воротницкий. Надежность распределительных электрических сетей 6(10) кВ. Автоматизация с применением реклоузеров // Новости электротехники. – 2002. -№5(17).

## **АНАЛИЗ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОДСТАНЦИИ НАПРЯЖЕНИЕМ 110/10 КВ**

П.П. Новиков

Научный руководитель – Дягилев А.А., канд. техн. наук, доцент

Цели работы – обзор основного силового оборудования подстанции 110/10 кВ «Ока» и анализ инженерных изысканий по нескольким направлениям для получения подробной информации об объекте реконструкции.

Рассматриваются основные характеристики установленного на подстанции оборудования. Дается краткое описание назначения и функциональных особенностей агрегатов.

Производится анализ топографической схемы расположения участка, на котором расположена подстанция с целью выявления особенностей рельефа и дачи физико-географической характеристики района [1].

В результате инженерно-геодезических исследований получена картограмма в масштабе 1:5000 и схема обоснования геодезической сети [2].

Производится анализ инженерно-геологических изысканий по объекту реконструкции с целью получения информации о геологическом, гидрогеологическом и геоморфологическом строении рассматриваемого участка [3].

В результате инженерно-геологических изысканий получен ряд выводов и рекомендаций. Некоторые из них:

- Инженерно-геологические условия исследованной территории относятся к 2 (средней) категории по совокупности факторов;
- Нормативная глубина сезонного промерзания суглинков составляет 1.4м.

Производится анализ инженерно-экологических исследований по направлениям:

1. Химические исследования почвы;
2. Радиационное обследование почвы и жидкостей;

В результате инженерно-экологических исследований получен вывод о том, что по степени загрязненности район относится к чистым.

### *Библиографический список*

1. ГКИНП-17-002-93 "Инструкция о порядке осуществления государственного геодезического надзора в Российской Федерации";
2. ГКИНП (ОНТА)-02-262-02 "Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS";
3. СП 11-105-97 "Инженерно-геологические изыскания для строительства".
4. ПУЭ издание 7, ОАО «ВНИИЭ»

# **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ГИБРИДНАЯ СИСТЕМА ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ЧАСТНОГО ДОМОВЛАДЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗМОЖНОСТИ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К СЕТИ**

Д.О. Хлыстов

Научный руководитель – Суворов Д.В., канд. техн. наук, доцент

Цели работы – обзор и выбор оборудования для частного дома на основе ветряной и солнечной энергии с использованием одновременного подключения к сети.

Рассматриваются характеристики основного оборудования от разных производителей с учетом их недостатка и подходящие под характеристики электроснабжения дома и заданным характеристикам. Идет сравнение нескольких оборудований между собой для выявления одного подходящего по ценовой политике и определенным параметрам.

Производится анализ расположений данного типа систем по географической местности с учетом погодных условий для определения наилучшего преобразования электрической энергии. [1]

В результате был составлен список местностей с учетом выбранного оборудования. [2]

Было спроектировано электроснабжение частного домовладения и разработана опытная математическая модель для выявления дефектов в ходе работы данного оборудования для разных местностей и обзор параметров энергии, генерирующей данными устройствами.[3]

В ходе исследования были сделаны вывод, что в зависимости от географического расположения при использовании одного и того же оборудования появлялись проблемы с генерацией энергии и поддержанием работоспособности некоторых установок с течением времени. Отсюда вытекает, что под разные климаты и широты будет изменяться как само оборудование, так и цена на это комплекс.

## *Библиографический список*

1. Иванникова Е.М., Систер В.Г., Василенко А.П., Кольцова Е.С., Иванникова Ю.М. ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ПОДДЕРЖКА ГОСУДАРСТВА. *Альтернативная энергетика и экология (ISJAEЕ)*. 2015;(17-18):172-175;
2. База данных по ресурсам солнечной и ветровой энергии на территории России на основе RETScreenInternational.;
3. Карамов Д.Н. Математическое моделирование автономной системы электроснабжения использующей возобновляемые источники энергии // Вестник ИрГТУ. №9(104). 2015. С.133-140.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕДСТВ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

Р.С. Холопов

Научный руководитель – Трубицын А.А., д-р физ.-мат. наук, профессор

Цели работы – обзор принципов работы высоковольтного оборудования для проведения испытаний, разбор характеристик устройств для получения полной информации о способах его применения.

Рассматриваются основные функции устройств типа АИД-70, его функционал. Делается краткое описание назначения особенности данного устройства

Производится анализ типовых схем, характеристик, принципов работы, производятся испытания устройства [1]

В результате испытаний получены схемы работы устройств, были протестированы характеристики и зафиксированы результаты.[2]

Исходя из выводов и результатов проводимых испытаний, получен ряд рекомендаций. Например:

- По завершению испытаний объекта рекомендуется дать поработать устройству некоторое время, что бы АИД-70 снял остаточный заряд;
- Результаты справедливы только если окружающая температура воздуха более 0 °С.

Дальнейшие испытания будут проводиться над устройствами такого типа как:

1. Средства защиты типа УВНК-10.
2. Изолирующими свойствами лейтеров, искровых промежутков.

В результате испытательных следований был сделан вывод, что высоковольтное устройство АИД-70 подходит для модернизации испытаний электрооборудования

### *Библиографический список*

1. Электротехника: учебник для учреждений нач. проф. образования/ В.М. Прошин .- 3-е изд. стер.- М.: Издательский центр «Академия», 2012.
2. Правила безопасности при эксплуатации электроустановок тяговых подстанций и районов электроснабжения железных дорог ОАО «РЖД».М.:ООО «Центр Инноваций и Развития «ТЕХИНФОРМ», 2019.

## **АНАЛИЗ РЕКОНСТРУКЦИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПОДСТАНЦИИ НАПРЯЖЕНИЕМ 110/10 КВ**

Д.В. Борисов

Научный руководитель – Дягилев А.А., канд. техн. наук, доцент

Цели работы – изучение схемы подстанции 110/35/6 кВ №530 «Фосфоритная». Обзор основного оборудования подстанции, а также его состояния, для принятия мер по реконструкции данной ПС.

Указываются: расположение подстанции, здания и сооружения находящиеся на ней, а также рассматриваются основные характеристики установленного на подстанции оборудования. Дается краткое описание назначения и внешнего состояния агрегатов.

Приводится схема ПС №530 «Фосфоритная» [1].

Производится анализ сравнительной характеристики масляного выключателя типа МКП–110 [2] и элегазового выключателя типа ВТБ–110 [3].

В результате анализа и изучения характеристик выключателей был сделан вывод, что в ближайшее время необходимо произвести замену масляных выключателей на элегазовые выключатели, в целях экономии, а также уменьшении наносимого вреда окружающей среде.

### *Библиографический список*

1. ВЭС ПАО «МОЭСК» - схема ПС №530 «Фосфоритная»;
2. ИВЕЖ.674122.004РЭ «Руководство по эксплуатации элегазовых выключателей ВТБ-110»;
3. Ред. Иглицын, И.Л. Инструкция по эксплуатации масляных выключателей типа МКП-110/ И.Л. Иглицын – Москва, 1953. - 59 с.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И ОХРАНЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПЛОЩАДКИ АО «ГРПЗ»**

А.В. Устинкин

Научный руководитель – Дягилев А.А., канд. техн. наук, доцент

Цели работы – обзор видов охранно-пожарных сигнализаций, классификация предметов защиты и нарушителей, а также знакомство с процедурами проектирования систем безопасности.

Обозреваются виды и функции охранно-пожарных сигнализаций. Происходит ознакомление с их предназначением и имеющимися подсистемами [1].

Исследуется классификация предметов защиты. Происходит деление объектов по категориям, далее, в зависимости от категории объекты делятся на группы. В случае криминальных угроз, охраняемый объект может быть поделён на несколько классов.

Исследуется классификация нарушителей и потенциальных угроз безопасности. Происходит определение возможных угроз предметам защиты и моделей вероятных исполнителей угроз. Устанавливаются задачи, которые должны быть решены при обеспечении безопасности охраняемого объекта [2].

Происходит знакомство с процедурами проектирования систем безопасности. Рассматриваются основные возможные риски, их влияние на систему безопасности [3].

#### *Библиографический список*

1. Собурь С.В. Установки пожарной сигнализации. – М.: Пожкнига, 2004. – 312 с.;
2. Любимов М.М., Собурь С.В. Пожарная и охранно-пожарная сигнализация. Проектирование, монтаж, эксплуатация и обслуживание. –М.: Пожкнига, 2014. – 256 с.;
3. Рыжова В.А. Проектирование и исследование комплексных систем безопасности. – СПб.:НИУ ИТМО, 2013. – 156 с.

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДСТАНЦИЙ, ОБОРУДОВАННЫХ СИСТЕМАМИ ОПЕРАТИВНОГО ТОКА**

А.Г. Каширкин

Научный руководитель – Фефелов А.А., канд. техн. наук, доцент

Цели работы – анализ оборудования собственных нужд подстанции, анализ состава электроприемников собственных нужд подстанции и подбор альтернативного источника питания для электродвигателя обдува трансформатора.

Рассматриваются теоретические основы оборудования собственных нужд подстанций, среди которых питание потребителей собственных нужд подстанции и потребители собственных нужд.

Производится обзор состава электроприемников собственных нужд подстанции. К ним относятся: обогрев оборудования, освещение территории и питание систем управления [1].

Выполняется расчет расхода электроэнергии на собственные нужды подстанции. Для этого находим расчетную нагрузку оборудования собственных нужд выбранной подстанции [2].

Для подбора альтернативного источника питания для электродвигателя обдува трансформатора будем использовать аккумулятор, заряженный от ветроустановки [3].

В результате расчетов стало ясно, что работы аккумулятора хватит на 3,6 часа при постоянной работе, но учитывая что при достижении определенной температуры трансформатора электродвигатель обдува начинает работать, время работы электродвигателя будет еще больше.

Таким образом, увеличилась работа этой энергетической системы, высвободилась мощность и снизилась нагрузка на трансформатор собственных нужд [4].

#### *Библиографический список*

1. РД 34.09.208 Инструкция по нормированию расхода электроэнергии на собственные нужды подстанций 35-500 КВ;
2. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности инженерных систем и сетей. Учебное пособие. Санкт-Петербург, 2013;

3. Якшина Н.В. Целесобразность применения трансформаторов со сниженным электропотреблением // Энергоэксперт. – 2015. – С.4 – 8;
4. СТО 702384424.240.10.013-2019. Системы собственных нужд подстанций, Москва, 2009.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ**

С.И.Овчинников

Научный руководитель – Сливкин Е.В., канд. техн. наук, ст. преподаватель

Цели работы – исследование электрофизических характеристик и разработка методики для проверки автоматических выключателей компании IEK.

Рассматриваются основные электрофизические характеристики автоматических выключателей (ВА). Дается краткое описание назначения и функциональных особенностей ВА.

Производится анализ конструкции автоматических выключателей, проводятся испытания проверки теплового и электромагнитного расцепителя, показания превышения температуры [1].

В результате инженерных исследований получены:

1. Показания характеристик расцепления согласно ГОСТу Р 50345-2010 [2].

2. Показания превышения температуры путем пропускания номинального тока через все полюса выключателя согласно ГОСТу 6827-76 [3].

В результате инженерных изысканий получен ряд выводов и рекомендаций.

Один из них: добавить химический анализ контактных групп ВА соответствует Директиве 2011/65/ЕС от 27/01/03 RoHS запрещающие использование вредных веществ - свинца, ртути, кадмия, шестивалентного хрома [4].

### *Библиографический список*

1. Рябов В.И. «Электрооборудование»-5-е изд. перераб.- М.: Экономика, 2010;
2. ГОСТ Р 50345-2010 «АППАРАТУРА МАЛОГАБАРИТНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ СВЕРХТОКОВ БЫТОВОГО И АНАЛОГИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ»;
3. ГОСТ 6827-76 «ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ПРИЕМНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ. РЯД НОМИНАЛЬНЫХ ТОКОВ»;
4. ЛАЙТИНЕН Г.А. «ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ»-2-Е ИЗД., ПЕРЕРАБ.- М.: ХИМИЯ, 2000;

# **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ И ПОВЫШЕНИЮ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АО «РКБ «ГЛОБУС»**

П.М. Прохоров

Научный руководитель – Дягилев А.А., канд. техн. наук, доцент

Цели работы – исследование и разработка мероприятий по энергосбережению, направленных на повышение эффективности электроснабжения.

Произведен обзор действующего электрооборудования на территории предприятия АО «РКБ «Глобус», изучено поведение мощности на предприятии [1,2].

Производится детальный обзор и анализ литературы на соответствующую тему.

Выявлено что на территории предприятия очень много устаревшего оборудования и трансформаторов, которые предлагаются к замене [3,4].

На выбранном объекте исследования, участке 402 цеха 80 механообработки и слесарной сборки металла АО РКБ «Глобус», отсутствует устройство компенсации реактивной мощности. Исходя из расчетов, предлагается к установке конденсаторная установка УКРМ-0,4-54-13,5-УЗ мощностью 54 кВт.

## *Библиографический список*

1. Отчет о проведении обязательного энергетического обследования АО РКБ «Глобус»;
2. График планово-предупредительного ремонта и регламентированного технического обслуживания технологического оборудования АО РКБ «Глобус»
3. Энергетический паспорт АО РКБ «Глобус»;
4. Федеральный закон от 23.11.2009 №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», п.1 ст.15 гл.4.

## **СЕКЦИЯ «МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА»**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛУБОКИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ В АМОРФНОМ ГИДРОГЕНИЗИРОВАННОМ КРЕМНИИ**

М.Ф. Мантя

Научный руководитель – Гудзев В.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

В последнее время исследование электронных явлений в неупорядоченных полупроводниках заняло одно из центральных мест в физике конденсированной среды. Это связано не только с большим принципиальным интересом, но и с возросшей практической важностью.

В работе проводятся исследования энергетического спектра электронных состояний в неупорядоченных полупроводниках. Для этого, прежде всего, были проанализированы существующие методы исследования энергетического спектра.

Наиболее чувствительным методом по измерению концентрации глубоких центров является метод релаксационной спектроскопии глубоких уровней. Данный метод позволяет определять следующие параметры глубоких уровней: энергию активации, концентрацию и сечение захвата [1]. В связи с этим метод РСГУ был выбран в качестве основного.

Объект исследований методом РСГУ должен обладать барьерными свойствами. Проверка барьерных свойств исследуемых структур осуществлялась методами вольт-амперных (ВАХ) и вольт-фарадных (ВФХ) характеристик.

Наряду с очевидными преимуществами – максимальной чувствительностью и высокой разрешающей способностью, метод РСГУ не свободен от недостатков. Это, прежде всего, предположение об экспоненциальной форме релаксации ёмкости и тока, что не всегда выполняется и вносит значительные ошибки в определение энергии активации и концентрации глубоких центров.

Было проведено исследование влияния энергетического спектра электронных состояний на характеристики и параметры структур.

Для анализа результатов РСГУ-спектров в барьерных структурах на основе неупорядоченных полупроводников использовались генерационно-рекомбинационная модель Шокли-Рида и активационно-дрейфовая модель П.Т. Орешкина. Для проведения расчетов на ЭВМ и моделирования использовались численные методы.

1. Гудзев В. В. Исследование глубоких энергетических уровней в барьерных структурах на основе кристаллического и аморфного гидрогенизированного кремния: дис. на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук, Рязань, 2015. 168 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ШУМОВ В МАГНИТНЫХ КОНТАКТАХ

А.В. Баскакова, Д.С. Логинов

Научный руководитель – Холомина Т.А., д-р физ.-мат. наук, профессор

Целью настоящей работы явилось изучение спектральной плотности мощности (СПМ) НЧ шума герконов партии МКА-14103. Образцы для исследования были предоставлены предприятием АО «РЗМКП».

Исследования проводились при помощи автоматизированного комплекса для исследования спектров НЧ шума [1] и разработанного коммутационно-усилительного блока.

Измерения герконов проводились при коэффициенте усиления  $K_{yc}=50$  и с напряжением смещения  $U=1,5$  В. Этот режим работы обеспечивает необходимую чувствительность установки.

Частотные зависимости  $S(f)$  для различных структур схожи и характеризуются изменением наклона кривых. На низких частотах (до 1 Гц) СПМ шума подчиняется закону  $1/f^\beta$ . По показателю степени  $\beta$  можно судить о природе НЧ шума.

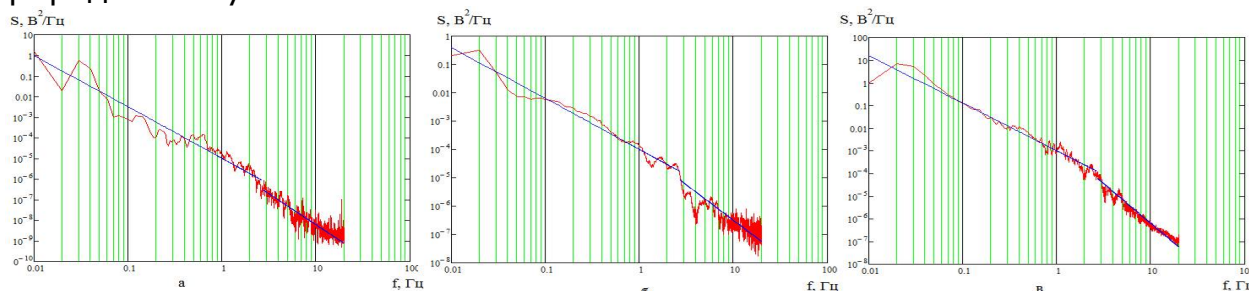


Рисунок 1 - СПМ шума партии №3: а – образец №2, б – образец №7, в – образец №11. Аппроксимация выполнена подбором коэффициентов

В таблице 1 представлены значения  $\beta$ , полученные двумя методами аппроксимации ( $\beta_1$  - методом подбора коэффициентов,  $\beta_2$  - методом линейного регрессии) для 15 образцов. СПМ измерена на частоте 1 Гц.

Таблица 1 – Параметры низкочастотного шума

Номер образца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
СПМ·10 <sup>-4</sup> , В <sup>2</sup> /Гц	1,0	0,1	3,5	3,6	4,6	2,8	1,0	0,4	2,0	0,6	8,9	0,8	0,2	6,9	5,5
$\beta_1$	2,1	2,5	2,4	2,4	1,9	1,9	1,8	2,4	1,5	2,3	2,1	1,9	1,7	2,8	1,9
$\beta_2$	2,2	2,4	2,4	2,5	2,4	1,8	1,8	2,3	1,5	2,3	2,2	1,6	1,8	2,8	2,3

Основываясь на полученных результатах можно сделать вывод, что природа возникновения НЧ связана с флуктуациями концентрации электронов в проводящих покрытиях катода и анода герконов, проявление которых коррелирует с особенностями структуры поверхности образцов в соответствии с вакансионной моделью Г.П. Жигальского [1].

1. Семенов А.Р., Литвинов В.Г., Холомина Т.А., Ермачихин А.В., Кострюков С.А., Логинов Д.С. Разработка автоматизированного комплекса для исследования спектров низкочастотного шума в элементах и структурах электронной техники // Радиотехника. 2017. № 5. С. 179-185.

## ОЦЕНКА МЕТОДОВ АНАЛИЗА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СТРУКТУР НА ПРИМЕРЕ ОДНОМЕРНЫХ ПРОФИЛЕЙ

Е.Н. Люфт

Научный руководитель – Рыбина Н.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

В связи с повышенными требованиями к свойствам применяемых материалов в микро- и наноэлектронике их структура представляет собой сложную многокомпонентную систему. Для получения информации о таких структурах необходимо применять специальные методики.

Целью работы была апробация метода DFA (Detrended Fluctuation Analysis) [1], метода средней взаимной информации (СВИ [1]) на модельных одномерных профилях различной сложности. Для оценки корреляционных свойств одномерных профилей также применялись расчет автокорреляционной функции и преобразование Фурье.

В данной работе были промоделированы и исследованы простые синусоиды с различными амплитудами и периодами, а также сложные синусоидальные профили с несколькими гармониками и наложением шума. Затем была произведена математическая обработка полученных синусоид с помощью аналитических методов на предмет выявления в них корреляций.

Как показывают результаты, приведенные аналитические методы позволяют хорошо определить периоды простой синусоиды, но в случае наложения нескольких гармоник наблюдаются искажения и неточности.

Так, при анализе синусоидального профиля с тремя гармониками с помощью автокорреляционной функции наблюдается краевой эффект, в результате чего не точно определяются периоды гармоник. По изображению DFA также нельзя точно определить все периоды, поскольку они находятся на близком расстоянии друг от друга и сливаются. В данном случае лучше использовать методику scale-space [2]. В данном случае довольно точно определить периоды гармоник позволяет преобразование Фурье.

Следующим этапом было добавление к синусоидальным профилям шума с различной амплитудой, далее также была произведена обработка данных для выявления периодичности.

Проведенная обработка показывает, что лучше всего себя показывает метод DFA, но только в случае с гармониками с одним периодом. В случае с несколькими периодами становится затруднительно определить периоды, поскольку в изображении присутствует еще и шумовая составляющая. Преобразование Фурье в свою очередь также четко позволяет определить периоды синусоид.

### *Библиографический список*

1. Алпатов А.В., Вихров С.П., Вишняков Н.В., Мурсалов С.М., Рыбин Н.Б., Рыбина Н.В. Комплексный метод исследования корреляционных параметров самоорганизованных структур // ФТП, т. 50, вып. 1, 2016 г. С. 23-29.
2. Алпатов А.В., Рыбина Н.В. Применение методики Scale-Space к исследованию самоорганизующихся структур // ПОВЕРХНОСТЬ. РЕНТГЕНОВСКИЕ, СИНХРОТРОННЫЕ И НЕЙТРОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. №7, 2019. С. 92-98.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА CELIV ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕУПОРЯДОЧЕННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Д.Р. Назимов

Научный руководитель – Мишустин В.Г., канд. ф.-м. н., доцент

Одним из эффективных методов для измерения подвижности равновесных носителей заряда в пленках неупорядоченных полупроводников с толщиной менее 100 нм является метод CELIV (Charge Extraction by Linearly Increasing Voltage). Суть метода состоит в том, что к электродам образца прикладываются два импульса напряжения, линейно возрастающие со временем. Так через измерительную схему протекает переходной ток, состоящий из тока смещения и тока проводимости, связанный с экстракцией носителей из слоя полупроводника. При этом ток обусловлен преимущественно транспортом собственных равновесных носителей заряда, а не инжектированных через электроды [1].

Известно, что переходный ток проходит через максимум, время достижения которого связано с подвижностью носителей заряда [2]. Экстракция заряда определяется нестационарными процессами, связанными с токами смещения и проводимости, при малом времени задержки  $t_{del}$  между двумя импульсами напряжения. Назначение второго импульса напряжения – контроль характеристик запирающего контакта, а изменение  $t_{del}$  позволяет оценить время релаксации заряда в исследуемой структуре.

Метод был адаптирован и начал использоваться и для экстракции носителей, генерируемых под действием импульса света (Photo-CELIV). Исследования данным методом проводятся следующим образом: сначала лазерный импульс возбуждает избыточные носители заряда внутри фотоактивного слоя, а затем они экстрактируются под действием линейно возрастающего напряжения. Для расчета подвижностей носителей заряда измеряется время достижения максимального значения тока.

Однако опыты имеют невысокую производительность из-за сложности объектов исследований – тонкопленочных структур на основе неупорядоченных полупроводников. Экспериментальные структуры должны иметь с одной стороны запирающий контакт, а с другой – омический. Также некоторую трудность представляет обработка экспериментальных данных [3].

Таким образом, метод CELIV представляет много возможностей, как для исследователей практиков, так и для ученых теоретиков.

### *Библиографический список*

1. Никитенко В.Р., Амракулов М.М., Хан М.Д. Теория аномальной диффузии носителей заряда в неупорядоченных органических материалах для условий эксперимента CELIV // Физика и техника полупроводников, 2016. Т. 50. Вып. 4. С. 441 – 446.

2. Мишустин В.Г. Исследование влияния локализованных состояний на распределение пространственного заряда в барьерных структурах на основе неупорядоченных полупроводников. Автореферат диссертации на соискание уч. ст. канд. физ.-мат. наук. Рязань, 2008.

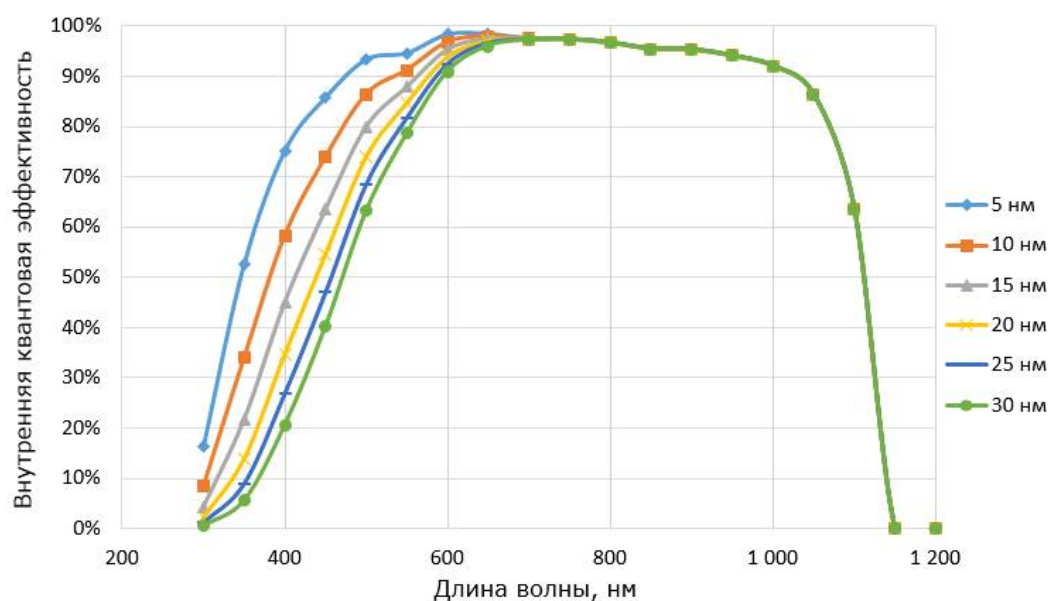
3. Litvinov V.G., Vishnyakov N.V., Mishustin V.G., et. al. Measuring complex for analysis of recombination deep traps in semiconductor solar cells // USB Proceedings 2015 IEEE ICIT, Seville, Spain, 2015, 1071 – 1074.

## ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЛОЕВ a-Si:H НА СПЕКТРАЛЬНУЮ ЗАВИСИМОСТЬ КВАНТОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ HIT-СТРУКТУРЫ

А.Ю. Судакова, А.Д. Маслов

Научный руководитель – Вишняков Н.В., канд. техн. наук, доцент

Потребность в альтернативной энергетике выводит на передовые позиции солнечную энергетику, основой которой являются полупроводниковые фотоэлектрические преобразователи (ФЭП). Начиная с 2013 года стали широко изучаться и использоваться ФЭП на основе высокоэффективных гетеропереходных элементов, более известных как HIT (Heterojunction with Intrinsic Thinlayer). В настоящей работе были проведены исследования HIT-структур с целью определения влияния толщин эмиттерного и буферного слоев на эффективность ФЭП. Модельная структура представляла многослойную гетероструктуру с чередующимися слоями: ZnO-прозрачный электрод (80 нм), a-Si:H(p)-эмиттер (5...30 нм), a-Si:H(i)-буферный слой (0...10 нм), c-Si-область генерации (300 мкм), a-Si:H(i)-буферный слой (0...10 нм), a-Si:H(n)-коллектор (10 нм). С фронтальной и тыльной стороны структуры сформированы омические серебряные контакты. Моделирование HIT-структуры в программной среде AFORS-HET позволило получить зависимость внутренней квантовой эффективности (КЭ) от длины волны монохроматического излучения для разной толщины эмиттерного слоя a-Si:H(p).



Зависимость внутренней квантовой эффективности от длины волны

Из полученных зависимостей можно сделать следующие выводы:

1. На длинах волн излучения 300...650 нм при росте толщины эмиттерного слоя наблюдается спад КЭ. Это связано с ростом вклада рекомбинации фотогенерированных носителей заряда в области эмиттера.
2. Максимум КЭ наблюдается в диапазоне длин волн 600...1000 нм. Далее на участке 1000...1150 нм наблюдается резкий спад КЭ. Таким образом, HIT эффективен с КЭ > 70% в диапазоне 400...1000 нм при минимальной толщине эмиттера.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЛАКСАЦИИ ЕМКОСТИ БАРЬЕРНОЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ СТРУКТУРЫ

Н.И. Штырков

Научный руководитель – Гудзев В.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

Глубокие центры могут придавать полезные или, чаще, нежелательные свойства материалам и приборам. Поэтому исследования глубоких энергетических уровней в структурах, являющихся основой современных элементов микро- и нанoeлектроники, позволяют понять физику процессов, происходящих в них, и выбрать режимы технологического процесса для уменьшения дефектообразования. Для исследования глубоких центров широко применяется метод релаксационной спектроскопии, который основан на изучении изменения барьерной емкости полупроводниковых структур [1].

Для оценки полученных экспериментальных данных и снижения временных затрат для проведения эксперимента необходимо проводить моделирование процессов релаксации емкости в различных температурных режимах. Для моделирования относительного изменения емкости от времени полупроводниковой структуры, была использована формула, приведенная в монографии [1]:

$$\frac{\Delta C}{C} = -\frac{N_t}{2N_D} \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right). \quad (1)$$

где  $N_D$  – концентрация доноров,  $C$  – емкость полупроводниковой структуры с глубокими центрами,  $N_t$  – концентрация глубоких центров,  $\tau$  – время релаксации емкости полупроводниковой структуры.

Результаты моделирования показали, что с повышением температуры образца относительное изменение емкости происходит за более короткий промежуток времени. Таким образом, с увеличением температуры уменьшается время перезарядки барьерной емкости полупроводниковой структуры. На время перезарядки барьерной емкости влияют процессы генерации и рекомбинации, происходящие в области пространственного заряда барьерной структуры. Это связано, с одной стороны, с положением глубокого уровня в запрещенной зоне, а с другой, с такими свойствами глубокого центра как сечение захвата. Таким образом, моделирование релаксационных процессов перезарядки глубоких центров позволяет осуществить анализ суперпозиции факторов, влияющих на процессы генерации и рекомбинации при равновесных и неравновесных условиях в барьерных полупроводниковых структурах.

1. Гудзев В.В. Исследование глубоких энергетических уровней в барьерных структурах на основе кристаллического и аморфного гидрогенизированного кремния / Дисс. канд. физ. мат. наук: Рязань, 2015. 168 с.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ГЛУБОКИХ ЦЕНТРОВ ПО СПЕКТРАМ ТОКОВОЙ РСГУ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ БАРЬЕРНЫХ СТРУКТУРАХ

Н.Е.Гришин

Научный руководитель – Зубков М.В., канд. техн. наук, доцент

Для исследования параметров ГЦ в полупроводниковых барьерных микро и наноструктурах широко применяются электрофизические методы, такие как релаксационная спектроскопия глубоких уровней (РСГУ) [1], спектроскопия низкочастотных шумов.

Наиболее предпочтительным среди перечисленных методов можно считать метод РСГУ. Его достоинствами являются высокая чувствительность по концентрации глубоких центров, возможность независимого определения энергии ионизации и сечения захвата, высокая разрешающая способность по энергии ионизации, наглядность измерения и обработки спектров. Токковый вариант метода РСГУ обладает более высокой чувствительностью по сравнению с ёмкостным методом РСГУ. Однако широкое применение токовой РСГУ в ряде случаев ограничивается наличием большого количества существующих в литературе методик расчета концентрации ГЦ. Более того, используя различные формулы для расчета , например , активной части ОПЗ, можно получить различные варианты профиля концентрации глубоких центров.

Проблема корректного определения концентрации глубоких центров и профиля концентрации является одной из основных в теории и практике релаксационной спектроскопии глубоких уровней (РСГУ). В ряде случаев только по изменению профиля концентрации глубоких центров можно судить о влиянии режимов технологических процессов на параметры изделий микро- и нанoeлектроники, а также выявлять возможную причину (природу) возникновения электрически активных дефектов с глубокими уровнями.

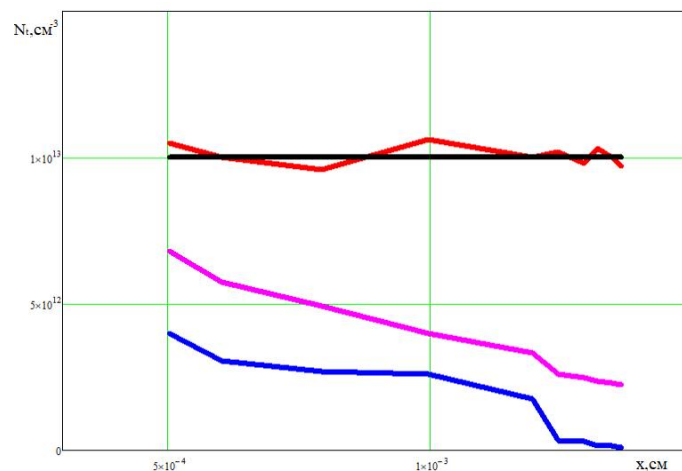


Рисунок 1 – Профиль концентрации глубоких центров в диодах Шоттки  $Al-n-Si$  при различных подходах к определению активной части ОПЗ

При расчете концентрации глубоких центров по спектрам токовой РСГУ следует придерживаться традиционных подходов при определении активной области ОПЗ [2](на рисунке 1 показаны красным и черным цве-

том), в противном случае можно получить заниженные значения  $N_t$  вблизи границы раздела металл-полупроводник (на рисунке 1 показаны розовым и синим цветом).

#### *Библиографический список*

1. Зубков М.В. Резонансная релаксационная спектроскопия глубоких уровней /Дис. канд. техн. наук: Рязань, 1989. 215 с.
2. Lang D.V. Space charge spectroscopy in semiconductors // Thermally stimulated relaxation processes in solids / Ed. by P. Braunlich. New York: Spingler – Verlag, 1979 . P. 39 – 133.
3. Farmer J.W. , Nugent J.C. Transient current spectroscopy of neutron irradiated silicon // Neutron Transmutat. Doping Semicond.: Mater. Proc.4<sup>th</sup> Neutron Transmutat. Doping Conf., Gaithersburg, Md, 1-3 June, 1982. NewYork, London, 1984 .P. 225 – 239.
4. Денисов А.А., Лактюшкин В.Н., Садофьев Ю.Г. Релаксационная спектроскопия глубоких уровней // Обзоры по электронной технике. Сер. 7, вып. 15 (1141). – М.: ЦНИИ “Электроника”, 1986. 56 с.
5. Автоматизированный измерительно-аналитический комплекс релаксационной спектроскопии глубоких уровней с базой данных / В.В. Гудзев, М.В. Зубков, В.Г. Литвинов // Межвуз. сб. научных трудов «Электроника». Рязань, 2009. С. 73–83.

## **ТЕРМОСТИМУЛИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР**

А.С. Нюхова

Научный руководитель - Литвинов В.Г., канд. физ.-мат. наук, доцент

В работе рассматриваются термостимулированные методы и их физические основы.

Термостимулированные методы являются одними из самых информативных с точки зрения идентификации взаимодействия между электрическим полем, зарядом и электронными энергетическими состояниями. Эти методы позволяют изучать релаксационные зарядовые процессы в их взаимосвязи с динамикой молекулярной структуры. Это методы термостимулированного тока (ТСТ), термостимулированной деполяризации (ТСД), термостимулированной емкости (ТСЕ) и т.д. [1, 3].

### 1. Метод термостимулированной деполяризации

Метод ТСД нашел широкое применение при исследовании электрофизических явлений в полупроводниках, диэлектриках, а также в различных приборах и элементах интегральных схем, изготовленных на основе указанных материалов [2]. Метод ТСД является одним из методов терморезонансной спектроскопии. Физическая природа метода заключается в том, что при изменении температуры объекта по определенному закону термически стимулируется переход вещества из неравновесного состояния в новое, приближающееся к термодинамически равновесному. Этот переход может сопровождаться излучением света, эмиссией электронов (термостимулированная электронная эмиссия), изменением проводимости (термо-

стимулированная проводимость). Анализ температурной зависимости изменяющегося физического свойства вещества позволяет исследовать параметры электрически или оптически активных дефектов, механизмы происходящих в этом веществе релаксационных процессов [2].

Выражение для термостимулированного тока деполяризации [2]:

$$j(T) = \frac{f\sigma_0 P_0}{\varepsilon_0 \varepsilon_2} \exp \left[ -\frac{H}{kT} - \frac{f\sigma_0 k}{\alpha H \varepsilon_0 \varepsilon_2} \exp \left( -\frac{H}{kT} \right) \right], \quad (1)$$

где  $\sigma_0$  – постоянная,  $H$  – энергия активации,  $\varepsilon_0$  и  $\varepsilon_2$  – абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума и диэлектрическая проницаемость образца,  $k$  – постоянная Больцмана,  $T$  – температура,  $\alpha$  – тепловой эффект реакции,  $f$  – величина фактора уменьшения электрического поля в образце.

## 2. Метод термостимулированных токов

При изучении методом ТСТ глубоких центров (ГЦ) или дефектов, образующих глубокие энергетические уровни в запрещенной зоне в полупроводнике, образец при низкой температуре возбуждают, например, светом, под влиянием которого ловушки переходят в неравновесное состояние. Затем образец нагревают с постоянной скоростью и регистрируют изменение его проводимости, обусловленное переходом полупроводника в состояние равновесия. Сравнение результатов таких измерений и измерений, проведенных без предварительного возбуждения полупроводника, позволяет обнаружить пики проводимости, связанные с опустошением ловушек. На основании экспериментальных данных можно установить положение соответствующих энергетических уровней в запрещенной зоне [4].

## 3. Метод термостимулированной емкости

Метод ТСЕ заключается в измерении емкости при непрерывном нагреве образца в отсутствие оптической эмиссии носителей заряда, т. е. в темноте. Используется метод ТСЕ для определения параметров глубоких центров при условии, что напряжение смещения превышает контактную разность потенциалов ( $U \gg U_k$ ).

Метод ТСЕ целесообразно использовать для быстрой и приближенной оценки параметров глубоких центров. Основное преимущество этого метода является его простота.

### *Библиографический список*

1. Берман Л.С., Лебедев А.А. Емкостная спектроскопия глубоких центров в полупроводниках. Л.: Наука. - 1981. - 176 с.
2. Сынов В.Ф., Сысов В.И., Линчик З.Д. Учебное пособие. Релаксационные методы исследования энергетического спектра локализованных состояний в полупроводниках. Воронеж: Изд-во ВГУ. - 1982. - 180 с.
3. Гороховатский Ю.А. Основы термодеполаризованного анализа. М.: Наука. - 1981. - 176 с.
4. Бойцов В.Г., Рычков А.А. Определение механизма релаксации заряда в неполярных диэлектриках. ЖТФ. Т. 55. - 1985. - 881–886 с.

## МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ЕМКОСТНОГО РСГУ-СИГНАЛА

Я.С. Шипилов

Научный руководитель – Гудзев В.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

Достоверность получаемой информации о глубоких центрах при исследовании их методом релаксационной спектроскопии глубоких уровней (РСГУ) зависит не только от первичных преобразователей (ток-напряжение, емкость напряжение), но и в значительной степени от качества обработки оцифрованного РСГУ-сигнала [1].

При анализе сигнала релаксации емкости предложена следующая методика обработки РСГУ-сигнала. Для емкостной РСГУ релаксационный сигнал описывается выражением:

$$C(t) = C_0 \exp(-t/\tau) + \text{rnd}(a) \dots\dots\dots(1)$$

где  $\tau$  - постоянная времени релаксационного процесса,  $a$  - амплитуда шума. Составляющая  $\text{rnd}(a)$  показывает, что шум представляет собой случайную функцию.

Шумовую составляющую можно представить в виде эргодического случайного процесса, для которого статистические характеристики совпадают на любом промежутке длительности. Исключить случайную шумовую составляющую релаксационного сигнала позволяет метод регрессионного анализа. Отфильтрованная от шума экспонента восстанавливается следующим образом:

$$CF(t)_i = b_0 \exp(b_1 t_i) \dots\dots\dots(2)$$

где  $b_0$  и  $b_1$  – коэффициенты экспоненциальной регрессии.

Далее проводится обработка РСГУ-сигнала с помощью корреляционного анализа с применением взвешивающей функции. Корреляционная обработка релаксационного сигнала производится с помощью следующего выражения:

$$P(T, \tau) = \int_{b_1}^{b_2} CF(t, T) W(t, \tau) dt \dots\dots\dots(3)$$

где  $CF(t, T)$  – входной релаксационный сигнал,  $W(t, \tau)$  – взвешивающая функция.

Постоянная корреляция  $\tau$  задается следующим образом:

$$\tau = \frac{t_2 - t_1}{\ln(t_2 / t_1)} \dots\dots\dots(4)$$

где  $\tau$  характеризует постоянную времени релаксационного процесса.

РСГУ-спектр формируется следующим образом. Величина  $P(T, \tau)$  записывается для разных значений температур  $T$  и представляется в виде графика зависимости  $P=f(T)$  при наборе фиксированных  $\tau$ . Спектры, записанные для разных значений  $\tau$ , используются для построения прямых Аррениуса, по которым определяется энергия активации ГУ.

1. Литвинов В.Г., Гудзев В.В., Милованова О.А., Рыбин Н.Б. Релаксационная спектроскопия глубоких уровней и ее применение для исследования полупроводниковых структур микро- и наноэлектроники. Датчики и системы. 2009. № 9. С. 71-78.

## СЕКЦИЯ «АВТОМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ»

### ЦИФРОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ УРОВНЕМ ЖИДКОСТИ В ДВУХ СВЯЗАННЫХ СФЕРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРАХ

О.Н. Буркина

Научный руководитель – Бобиков А.И., канд. техн. наук, профессор

В работах [1], [2] были построены и исследованы на качество цифровые системы управления уровнем жидкости в резервуарах, используемых в нефтехимической промышленности, а именно, в сферическом и коническом резервуарах. Данная работа является продолжением исследования линейки резервуаров различной геометрической формы.

В докладе предлагается цифровая реализация регулятора для нелинейного объекта второго порядка в виде двух связанных сферических резервуаров в контексте согласования управления/функции Ляпунова.

Для анализа качества используемого метода вычислена интегральная абсолютная ошибка и интегральная квадратическая ошибка между выходом непрерывной и цифровой системы для двух порядков приближения  $m$  при различных периодах дискретизации  $T$  (см. таблицы 1 и 2).

Таблица 1. Вычисление интегральной абсолютной ошибки

Порядок приближения $m$	Период дискретизации $T$		
	$T=0.01c$	$T=0.1c$	$T=0.3c$
$m=0$	$J=0.001131$	$J=0.01141$	$J=0.03528$
$m=1$	$J=0.001119$	$J=0.009902$	$J=0.01559$

Таблица 2. Вычисление интегральной квадратической ошибки

Порядок приближения $m$	Период дискретизации $T$		
	$T=0.01c$	$T=0.1c$	$T=0.3c$
$m=0$	$J=5.221 \cdot 10^{-8}$	$J=5.342 \cdot 10^{-6}$	$J=5.164 \cdot 10^{-5}$
$m=1$	$J=5.114 \cdot 10^{-8}$	$J=4.003 \cdot 10^{-6}$	$J=8.967 \cdot 10^{-6}$

В таблицах 1 и 2 представлены результаты, свидетельствующие о том, что при увеличении порядка приближения цифровая реализация системы становится более близкой к непрерывной реализации.

#### Библиографический список

1. Бобиков А.И., Буркина О.Н. Цифровой ЗСУР-регулятор уровня жидкости для объектов нефтехимической промышленности // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2018. № 66.
2. Бобиков А.И., Буркина О.Н. Цифровой ЗСУР-регулятор для нелинейного объекта управления в виде конического резервуара// II Международный научно-технический форум СНТО-2019. Рязань. 2019.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ЛОКАЛИЗАЦИИ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ**

Ю.И. Баранова

Научный руководитель – С.А. Смирнов, канд. техн. наук, доцент

В настоящее время системы технического зрения широко применяются для анализа транспортной обстановки. Из-за увеличения потока автотранспортных средств существенно усложняется задача управления автомобилем. Водитель должен одновременно обращать внимание на других участников дорожного движения, на качество дорожного полотна, на линии разметки, на дорожные знаки и т. п. В качестве помощи водителям могут использоваться системы видеоаналитики, предназначенные для выделения и распознавания дорожные знаки. Результаты работы таких систем могут проецироваться на лобовом стекле.

Выделение дорожного знака является сложной задачей. Зачастую требуется отсечь множество других схожих по форме и цвету объектов, если он не сливается с фоном. Способ выделения дорожного знака можно разделить на два этапа: на первом осуществляется пороговая сегментация в пространстве HSV, на втором – применение преобразования Хафа к сегментированному бинарному изображению.

Сегментация в пространстве HSV исходит из восприятия цветов зрением человека и состоит из трех составляющих – оттенка, насыщенности и значения цвета [1]. При преобразовании Хафа строится аккумуляторное пространство, на котором формируется отклик из числа точек, соответствующий линии [2].

Пошаговый алгоритм выделения дорожного знака можно представить следующим образом:

1. пороговая сегментация на исходном изображении;
2. фильтрация морфологическими функциями;
3. выделение контура дорожного знака преобразованием Хафа.

Работа алгоритма оценивалась визуально. При последовательном применении двух этапов в 92% случаев из 74 изображений треугольные знаки выделяются точно, в 78% случаев из 55 изображений выделяются круглые знаки. При наличии сложных изображений существует вероятность появления ложно локализованных линий, которые возникают при схожести дорожных знаков с объектами на фоне.

Внедрение системы выделения дорожных знаков позволит развитие распространение беспилотных автотранспортных средств, а также водителям соблюдать ПДД и предотвращать аварийные ситуации на дорогах.

### *Библиографический список*

1. Якимов. П. Ю. Предварительная обработка цифровых изображений в системах локализации и распознавания дорожных знаков //Компьютерная оптика. – 2013. – Т. 37 - №. 3 – С. 401-405.

2. Фурсов В. А., Бибииков С. А., Якимов П. Ю. Локализация контуров объектов на изображениях при вариациях масштаба с использованием преобразования Хафа // Компьютерная оптика. – 2013. – Т. 37. – № 4.

# КОМПРЕССИЯ ЗАШУМЛЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СУБПОЛОСНОГО ТЕКСТУРНОГО ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА

А.И. Богданович

Научный руководитель – Бехтин Ю. С., д-р техн. наук, профессор

Подавление аддитивного шума в изображениях обычно не вызывает значительных проблем. Однако если изображения искажены мультипликативным шумом, то его устранение приводит к сложностям из-за неадекватного его поведения в различных участках спектра [1]. Для решения проблемы подавления мультипликативного шума существуют два пути: либо использовать многократный обзор одного и того же участка местности с последующим накоплением сигнала (что приводит только к частичному ослаблению шума), либо применять методы цифровой обработки (фильтрации) изображений (что приводит к искажению оригинала). [3]

Кроме проблемы мультипликативного шума для видеокomпьютерных систем возникает проблема сжатия данных таких изображений из-за их большой размерности (несколько миллионов пикселей) и огромного количества, скопившегося за несколько лет мониторинга. [2]

Целью работы является:

- 1) разработать методику текстурного анализа зашумленного изображения непосредственно на этапе быстрого вейвлет-преобразования (схема разложения Малла) для выявления однородных сегментов;
- 2) улучшить зашумленное изображение перед его компрессией за счет замены искаженных вейвлет-коэффициентов их оценками;
- 3) разработать алгоритм работы кодера, адаптивно регулирующей «нулевую» зону на основе полученных оценок вейвлет-коэффициентов.

Алгоритм сжатия данных зашумленных изображений. Главная идея, которая преследовалась при разработке алгоритма сжатия зашумленных изображений, заключалась в максимальном использовании результатов предварительной сегментации вейвлет-коэффициентов.

Разработанный алгоритм был проверен на многих изображениях, включая тестовые изображения из библиотеки MATLAB, реальные лазерные голограммы и изображения, полученные с помощью радаров с синтезированной апертурой. Предложенный алгоритм сжатия зашумленных изображений учитывает результаты предварительной текстурно-зависимой обработки вейвлет-коэффициентов. Особенностью алгоритма является итерационный поиск оптимального распределения бит с учетом результатов сегментации вейвлет-изображений в субполосах.

## *Библиографический список*

1. Y. Zhang, "Understanding Image Fusion", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, vol. 70, no. 6, 2004, pp. 653-760.
2. Image Fusion: Algorithms and Applications / Ed. Tania Stathaki. Academic Press, 2008. p. 519.
3. Бехтин Ю.С. Теоретические основы вейвлет-кодирования зашумленных сигналов / Монография, изд-во РГРТУ, Рязань, 2009. 124 с.

# КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ПОРОГОВОЙ ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРАЦИИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Л.А. Зевалова

Научный руководитель – Бехтин Ю.С., д-р техн. наук, профессор

Радиолокационные изображения (РЛИ) часто регистрируются с искажениями, обусловленными действием мультипликативного спекл-шума. Основным способом вейвлет-фильтрации является пороговая обработка вейвлет-коэффициентов (thresholding), когда по результатам сравнения с некоторым порогом две части вейвлет-коэффициентов модифицируются определенным образом [1]. В практических приложениях с РЛИ чаще всего используют какой-либо один способ пороговой обработки, а именно т.н. грубую или мягкую пороговую обработку (hard или softthresholding) [2]. Очевидно, что в ряде случаев эффективность только одного способа обработки невысока, что приводит к необходимости расширять набор алгоритмов пороговой обработки вейвлет-коэффициентов и применять тот из алгоритмов, который наилучшим образом проводит фильтрацию РЛИ в смысле некоторого критерия.

Комплексирование (объединение) методов пороговой обработки предполагает следующую формализацию. Пусть имеется набор  $q$  алгоритмов пороговой обработки  $\{A_1, A_2, \dots, A_q\}$ , в результате применения которых для поиска когерентных структур РЛИ в выбранном базисе получены значения целевых функций  $\{f_i(M_i)\}_{i=1}^q$  и соответствующие количества значимых вейвлет-коэффициентов  $\{M_1, M_2, \dots, M_q\}$ . Тогда для отбора лучшей когерентной структуры на данной итерации необходимо использовать критерий:

$$M_{opt} = M(A_{i^*}) = \arg \max_{i=1, \dots, q} \{f_i(M_i)\}.$$

Отфильтрованное изображение получается как сумма когерентных структур, полученных в результате применения выбранных алгоритмов пороговой обработки вейвлет-коэффициентов.

Было произведено компьютерное моделирование предложенного подхода для набора трех алгоритмов пороговой обработки: hard, soft и Vidacovithresholding. Алгоритмы пороговой обработки SURE и метод «оракула» (Oraclerule) применялись для сравнения. В качестве критериев эффективности вычислялись пиковое отношение сигнал-шум (ПОСШ, дБ) и индекс структурного сходства SSIM. При моделировании применялись различные тестовые изображения, в том числе отличающиеся по текстуре. В результате моделирования была подтверждена эффективность комплексирования алгоритмов пороговой обработки при фильтрации зашумленных РЛИ по выбранным критериям.

## Библиографический список

1. Vidakovic B., "Statistical Modeling by Wavelets". //John Wiley & Sons, 1999.
2. Малла, С. Вейвлеты в обработке сигналов. М.: Мир, 2005.

# ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ И РАСПОЗНАВАНИЯ ТИПА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

А.А. Ильин

Научный руководитель – Бабаян П.В., канд. техн. наук, доцент

Одним из основных методов распознавания образов на изображении является применение нейронных сетей. Наиболее распространенным вариантом тренировки нейронной сети является «обучение с учителем», для которого обычно используется заранее подготовленная обучающая выборка [1].

Для тренировки сети обучающая выборка должна быть достаточно объемной, чтобы описывать искомое множество объектов как можно полнее. Обучающая выборка должна удовлетворять трем критериям: достаточность, разнообразие, равномерность представления данных [2].

Предварительная обработка обучающей выборки позволяет отфильтровать возможные шумы на изображении, лучше выделить объекты обучения и повысить качество тренировки нейронной сети.

Для распознавания транспортных средств была создана обучающая выборка, разработано программное обеспечение для предварительной обработки обучающей выборки и обучения нейронной сети на обучающей выборке.

Обучающая выборка включает в себя по 1500 изображений пяти различных типов транспортных средств. Изображения для обучающей выборки были взяты из поисковой системы Яндекс и сжаты в разрешение 200 на 200 пикселей. Использован фильтр Собеля для выделения границ объектов на изображении. Для обработки изображений и выделения границ при помощи фильтра Собеля была использована библиотека Emgu.

Разработанное программное обеспечение включает в себя алгоритм предварительной обработки изображения с использованием фильтра Собеля, компиляцию и обучение сверточной нейронной сети с использованием библиотеки машинного обучения Keras.Net, а также алгоритм поиска и выделения объекта на изображении с использованием скользящей рамки. Обучение нейронной сети производилось с использованием ресурсов видеокарты NVidia при помощи библиотек Cuda и специализированных драйверов.

Точность распознавания модели транспортных средств на обучающей выборке составила 99%, на проверочной выборке 85%. Обученная нейронная сеть смогла успешно определить тип транспортного средства, изображенного на картинке и определить его местоположение, выделив красным прямоугольником.

## *Библиографический список*

1. С.Короткий, Нейронные сети. Алгоритм обратного распределения
2. Галушка В.В., Фатхи В.А., Формирование обучающей выборки при использовании искусственных нейронных сетей в задачах поиска ошибок баз данных

## **СЛЕЖЕНИЕ ЗА ОБЪЕКТОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА ЛУКАСА-КАНАДЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОПТИЧЕСКОГО ПОТОКА**

Д.В. Ловкин

Научный руководитель – Корепанов С.Е., канд. техн. наук

Задача слежения за объектом на видеопоследовательности является актуальной на сегодняшний день. Суть задачи заключается в определении местоположения объекта на каждом кадре при неподвижном видеодатчике. Один из существующих методов решения задачи слежения за объектом основан на оценке оптического потока [1].

В докладе рассматривается алгоритм слежения за автомобилем, основанный на оценке оптического потока с использованием метода Лукаса–Канаде [2]. На первом кадре положение объекта известно и задается соответствующими координатами его центра и размерами или целеуказанием оператора. Также формируется область поиска объекта относительно его центра на изображении. Рассмотрим поэтапно работу алгоритма на остальных кадрах видеопоследовательности.

На первом этапе формируется зона поиска объекта на текущем изображении, положение которой соответствует положению зоны на предыдущем кадре.

На втором этапе происходит вычисление оптического потока на соседних кадрах в соответствующих зонах поиска объекта с использованием метода Лукаса–Канаде.

На третьем этапе происходит сегментация изображения зоны поиска с использованием пороговой обработки. В данном алгоритме в качестве порога выбирается среднее значение модулей векторов на карте скоростей.

На четвертом этапе производится морфологическая обработка бинарного изображения для объединения распавшихся близкорасположенных сегментов и заполнения дыр внутри сегментов.

На пятом этапе алгоритма производятся разметка и параметризация сегментов в рассматриваемой области. В результате формируется список параметров сегментов (координаты и размеры).

На шестом этапе осуществляется поиск объекта. В качестве объекта выбирается сегмент с наибольшей площадью. Вычисляются координаты объекта на изображении.

На седьмом этапе происходит обновление зоны поиска в соответствии с вычисленными координатами объекта.

Алгоритм разработан в среде моделирования MATLAB. Экспериментальная проверка алгоритма производилась на пяти видеосюжетах. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что алгоритм позволяет следить за объектом при отсутствии заслонений объекта, а также при незначительных изменениях яркости фона и объекта.

### *Библиографический список*

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В. Методы обработки и анализа изображений в бортовых системах обнаружения и сопровождения объектов // Цифровая обработка сигналов. – 2006. - №2. – С. 45-51.
2. Bruce D. Lucas, and Takeo Kanade. An iterative image registration technique with an application to stereo vision// IJCAI, 1981, P. 674–679.

## **АЛГОРИТМ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ОБЪЕКТОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДАПТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ЭТАЛОНА**

А.Ю. Овчинников

Научный руководитель – Корепанов С.Е., канд. техн. наук

Решение задачи слежения за объектом состоит в определении координат объекта слежения на каждом кадре наблюдаемой видеопоследовательности [1]. В докладе рассмотрены адаптивные корреляционные фильтры, используемые для слежения за объектами при наличии геометрических преобразований изображения объекта (изменение масштаба, ракурса, сдвига, и других преобразований).

Примерами адаптивных корреляционных фильтров являются: фильтр с минимальной выходной суммой квадратичной ошибки MOSSE [2], фильтр с усредненным результирующим значением ASEF [2] и др.

Фильтр MOSSE и ASEF – это искусственно создаваемый шаблон, корреляция которого с исходным кадром позволяет получить заранее заданную желаемую реакцию при обнаружении объекта слежения. Фильтры учитывают следующие особенности наблюдаемой сцены: геометрические преобразования изображения объекта (изменение ракурса, сдвига и поворота), частичное заслонение объекта другими объектами или фоном. При этом фильтр ASEF отличается от MOSSE способом получения результирующего фильтра.

Были проведены экспериментальные исследования следующих алгоритмов слежения: классический корреляционный алгоритм, разностный корреляционный алгоритм, алгоритмы на основе фильтров ASEF и MOSSE. Разработанный алгоритм слежения на основе фильтра MOSSE показал себя лучше, по сравнению с ASEF, и другими исследуемыми алгоритмами:

-алгоритм слежения на основе MOSSE фильтра показал наилучшие результаты с точки зрения точности на сюжетах со сложными условиями наблюдения, характеризующимися изменениями сдвига, поворота, а также изменения его ракурса, наличия шума на изображении, частичным заслонением объекта слежения участками фона и другими объектами;

-вычислительная сложность разработанного алгоритма оказалась наименьшей. Так скорость обработки одного кадра сюжета данным алгоритмом составила 0.007 секунды, что в десятки раз быстрее, чем у корреляционных алгоритмов, и в 2 раза быстрее, чем алгоритм слежения, основанный на ASEF фильтре.

### *Библиографический список*

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.

2. Bolme D. S. et al. Visual object tracking using adaptive correlation filters //2010 IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition. – IEEE, 2010. – С. 2544-2550.

# ФОРМИРОВАНИЕ ЭТАЛОННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ АЛГОРИТМАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА

А.А. Федичкин

Научный руководитель – Селяев А.А., канд. техн. наук, доцент.

Своевременное обновление эталонного изображения объекта является обязательным условием устойчивого слежения за объектом с помощью корреляционно-экстремального алгоритма. Распространенным алгоритмом обновления эталона является алгоритм межкадрового сглаживания [1]:

$$h_n[i, j] = \beta \cdot h_{n-1}[i, j] + (1 - \beta) \cdot g_n[i + \gamma^*, j + \mu^*] \quad (1),$$

где  $g_n[i + \gamma^*, j + \mu^*]$  - элементы текущего  $n$ -го кадра изображения объекта;  $h_n[i, j]$ ,  $h_{n-1}[i, j]$  - элементы эталонного изображения в  $n$ -м и в  $(n-1)$ -м кадрах соответственно;  $\gamma^*$ ,  $\mu^*$  - координаты объекта в текущем кадре;  $\beta$  - коэффициент, определяющий величину эффективной памяти сглаживающего фильтра.

В докладе проводится исследование данного алгоритма применительно к различным искусственным и реальным объектам. В качестве искусственного объекта выбирался квадрат, яркость которого изменялась по определенному закону. Изображением фона выступало реальное изображение. В каждом кадре проводилось определение координат объекта по выражению (2):

$$F_3(\gamma, \mu) = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M \left( g \left[ i + \gamma - \frac{M}{2}, j + \mu - \frac{M}{2} \right] - h[i, j] \right)^2 \quad (2).$$

Затем найденные координаты использовались для выбора нового местоположения зоны поиска объекта в следующем кадре. Обновление эталонного изображения объекта производилось с помощью алгоритма (1).

В работе исследовалась возможность использования нескольких эталонных изображений, сглаженных с помощью алгоритма (1) с разными коэффициентами сглаживания  $\beta$ .

Данный алгоритм показал хорошую работоспособность. При изменении значения коэффициента  $\beta$  в зависимости от скорости изменения изображения объекта получаем более устойчивое слежение за объектом, чем при заданном фиксированном значении  $\beta$ .

1. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление / Б.А. Алпатов, П.В. Бабаян, О.Е. Балашов, А.Е. Степашкин. – М.: Радиотехника, 2008. – 176с.

## АЛГОРИТМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТЕПЛОВИЗИОННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ С ГЕОМЕТРИЧЕСКИМ ШУМОМ

М.Ю. Яблоков

Научный руководитель – Бехтин Ю.С., д-р техн. наук, профессор

Для восстановления тепловизионного изображения на выходе фотоприемника, искаженного действием геометрического шума, целесообразно использовать частотную фильтрацию в электронном тракте многоэлементного фотоприемника (МФП) [1]. Предлагается в электронных трактах разместить полосовые фильтры второго порядка, которые подавляют каналные шумы МФП и таким образом повышают отношение сигнал шум для слабых оптических сигналов [2].

Предлагается методика оценки эффективности использования полосового фильтра при обработке сигналов многоэлементного ФПУ путём его сравнения с оптимальным фильтром, который, как известно, не является физически реализуемым. Рассматриваемая в работе структурная схема тракта тепловизора со всеми видами сигналов и шумов представлена на рис.1.

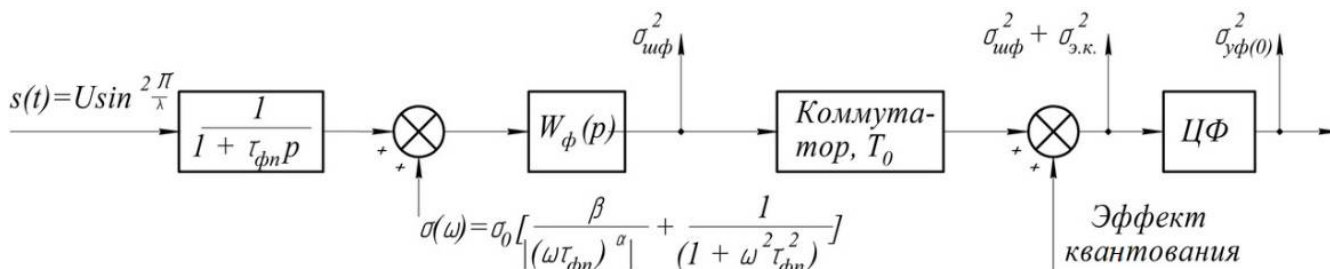


Рис.1. Структурная схема тракта тепловизора по сигналу и шуму

В среде Matlab были промоделированы фильтры, при этом оказалось, что полосовой фильтр проигрывает оптимальному фильтру в дисперсии канального шума на выходе 8%. Тогда чтобы повысить (оптимизировать) значение сигнал-шум, необходимо подобрать параметры полосового фильтра, что в условиях большой неопределенности целесообразно осуществлять с помощью генетического алгоритма [3,4].

### Библиографический список

1. Аксененко М.Д., Бараночников М. Л., Смолин О.В. Микроэлектронные фотоприемные устройства, 1984.
2. Hartmann A.K., Rieger H. Optimization Algorithms in Physics. — Berlin: Wiley-VCH, 2002 — 383 с. — ISBN 3527403078
3. Periaux J. Combining Game Theory and Genetic Algorithms with Application to DDM-Nozzle Optimization Problems // Proceedings of DDM. — Greenwich, 1998 — 17 с.
4. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы [Текст]/ Под ред. В.М. Курейчика. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006 — 320 с. — ISBN 5-9221-0510-8.

# **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУМЕРНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РАБОТЫ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ ИЗМЕРЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ**

Ю.Р. Алланазарова

Научный руководитель – Фельдман А.Б., канд. техн. наук, доцент

Измерение координат движущихся объектов – одна из основных задач бортовых систем автоматического обнаружения и сопровождения объектов [1]. Измерение координат – это определение местоположения точки, принимаемой за центр объекта, в конкретном кадре анализируемой последовательности изображений. Измерение координат является частью более сложного процесса, называемого слежением. В ходе процесса слежения в течение достаточно длительного времени учитываются и фильтруются во времени измерения координат отдельных объектов, обрабатываются события, связанные с пересечением траекторий объектов и их временным заклонением, решаются задачи прогнозирования местоположения объектов. Понятно, что качество слежения за движущимися объектами во многом определяется точностью измерения их координат в каждом отдельно взятом кадре.

В практике реализации бортовых систем широкое распространение получили корреляционно-экстремальные алгоритмы, которые реализуют принцип сопоставления наблюдаемого изображения с изображением объекта-интереса (эталоном). Популярность этих алгоритмов вызвана их высокой помехоустойчивостью и невысокими требованиями к качеству обрабатываемых изображений [2]. К недостаткам корреляционно-экстремальных алгоритмов обычно относят высокую вычислительную сложность и требования к наличию априорной информации – требуется задание эталонного изображения объекта-интереса [3].

В данной работе рассматривается идея того, как с помощью применения двумерной интерполяции массива значений целевой функции улучшить точность измерения координат корреляционно-экстремальных алгоритмов, реализуемых как в пространственной области, так и в области пространственных частот. Для реализации данной идеи выполняется поиск точки наилучшего совмещения текущего изображения и объекта-интереса (эталона), соответствующей экстремуму целевой функции [3]. Затем в окрестности этого экстремума осуществляется переход к более точной пространственной сетке, и уже на этой новой сетке происходит уточнение местоположения экстремума.

В экспериментальных исследованиях были задействованы реальные видеосюжеты, сформированные при помощи датчика с узким полем зрения. Объекты-интереса, автомобили, наблюдались на достаточно сложном пересеченном фоне в присутствии посторонних объектов.

Результаты экспериментов показали, что с помощью двумерной интерполяции массива значений целевой функции повышается точность измерения координат объектов. Также ее применение положительно сказывается в части уменьшения частоты срывов слежения. Скорость работы алгоритмов при внедрении интерполяции страдает незначительно.

### *Библиографический список*

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.: ил.
2. Алпатов Б.А., Бабаян П.В. Методы обработки и анализа изображений в бортовых системах обнаружения и сопровождения объектов. // Цифровая обработка сигналов. – 2006. – №2. – С. 45-51.
3. Баклицкий В.К. и др. Методы фильтрации сигналов в корреляционно-экстремальных системах навигации – В. К. Баклицкий, А. М. Бочкарев, М. П. Мусьяков; Под ред. В. К. Баклицкого — М.: Радио и связь, 1986. — 216 с. ил.

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ**

В.С. Воробьев

Научный руководитель – Смирнов С. А., канд. техн. наук, доцент

Анализ трафика является одной из важных задач в системах видеонаблюдения и видеоаналитики. Данное направление позволяет на основе данных, полученных с камер видеонаблюдения, анализировать пешеходный и автомобильный трафик на дорогах, а также оценивать параметры объектов наблюдения: количество объектов, их скорость, направление и траекторию движения, а также некоторые другие параметры. В некоторых задачах помимо данных оценок необходимо осуществить слежение за конкретным объектом, выделение которого осуществляется на основе выявленных признаков.

Основной задачей систем видеонаблюдения является выделение объектов интереса и слежение за ними в последующие отрезки времени. В данной работе были рассмотрены наиболее известные и используемые методы формирования фонового изображения и выделения движущихся объектов:

- выделение на основе попиксельного сравнения текущего кадра с предыдущим;
- выделение на основе попиксельного сравнения текущего кадра с оценкой фона, сформированной на основе усреднения  $N$  предыдущих кадров;
- выделение с использованием метода экспоненциальной фильтрации фона [1];
- выделение на основе моделирования распределения яркостей точек фона смесью Гауссовских распределений [2];
- выделение движущихся объектов на основе контурной обработки изображения.

Исследование качества работы алгоритма проведено в два этапа. На первом этапе проведено сравнение качества выделения движущихся объектов разными методами выделения. Для данной задачи выбрана тестовая видеопоследовательность с заранее выделенными эталонными изображениями движущихся объектов на каждом кадре видеопоследовательности

[3]. На втором этапе проведено исследование качества подсчета движущихся объектов. С этой целью выбраны видеозаписи со сложными условиями съемки. Видеопоследовательности отличаются изменяющимися погодными условиями, наличием большого количества теней и интенсивностью дорожного движения. Автомобили движутся с переменной скоростью и на пути движения совершают остановки.

Для определения численного значения точности выделения объектов учитывались следующие характеристики: частота правильного выделения точек объекта  $\hat{P}_{не}$  и частота ложного выделения  $\hat{P}_{ле}$  точек объекта. Если  $\hat{r}(i, j, n)$  – оценка бинарного изображения, полученная на n-ом кадре, а  $r(i, j, n)$  – эталонная бинарная маска объекта, то  $\hat{P}_{ле}$  частоты ложного и  $\hat{P}_{не}$  правильного выделения можно найти по следующим формулам:

$$\hat{P}_{ле} = \left[ \frac{\sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_y} \hat{r}(i, j, n)(1 - r(i, j, n))}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (1 - r(i, j, n))} \right], \hat{P}_{не} = \left[ \frac{\sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_y} \hat{r}(i, j, n)r(i, j, n)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M r(i, j, n)} \right]. \quad 1)$$

В результате проведенных исследований наилучшее качество выделения движущихся объектов показал алгоритм, базирующийся на методе выделения объектов на основе моделирования распределения яркостей точек фона смесью Гауссовских распределений.

#### *Библиографический список*

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Обработка изображений и управление в системах автоматического сопровождения объектов / РГРТУ, Рязань, 2011. – 236 с.
2. T. Bouwmans, F. El Baf, B. Vachon Background Modeling using Mixture of Gaussians for Foreground Detection – A Survey // Recent Patents on Computer Science 1, 3. 2008. pp. 219-237.
3. Goyette N, Jodoin PM, Porikli F, Konrad J, Ishwar P (2014) A novel video dataset for change detection benchmarking. ImageProcess IEEE Trans 23(11):4663–4679.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ДО ОБЪЕКТА ДЛЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ**

М.А. Смирнов

Научный руководитель – Смирнов С.А., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время широкое распространение получают различные беспилотные системы. При разработке таких систем одной из важных задач является задача определения дальности до объекта. Для её решения может использоваться подход, основанный на использовании стереоскопической системы технического зрения [1].

Расстояние от объекта до стереосистемы, состоящей из двух разнесенных на определенное расстояние цифровых камер, работающих в синхрон-

ном режиме, определяется величиной смещения объекта на изображениях, полученных с этих камер [2]. Левая и правая камера одновременно формируют два изображения  $l_1(i, j, n)$  и  $l_2(i, j, n)$  одинакового размера. На основании этих изображений на  $n$ -м кадре вычисляется дальность до объекта по формуле [2]:

$$P(n) = \frac{B * R}{2 * D(n) * \operatorname{tg}\left(\frac{f}{2}\right)}, \quad (1)$$

где  $B$  – база стереосистемы в метрах;

$R$  – разрешение изображения по горизонтали в пикселях;

$D(n)$  – значение диспаратности в пикселях, вычисленное на  $n$ -м кадре;

$f$  – ширина поля зрения камеры в градусах.

В основе любой стереосистемы лежит некоторый метод установления соответствия между точками или фрагментами двух изображений стереопары отвечающих одним и тем же элементам сцены [2]. Для решения этой задачи был разработан алгоритм, в котором применяются два способа определения диспаратности. Первый способ основан на использовании детектора и дескриптора особых точек к стереопаре изображений, полученных пассивной стереоскопической системой. Далее производится оценка диспаратности между пикселями объекта интереса на основе найденных совпадающих пар особых точек на двух изображениях. Второй способ базируется на вычислении разностной корреляционной функции. С помощью найденных оценок диспаратности производится расчет по формуле (1) расстояния от объекта интереса до стереоскопической системы. В качестве критерия оценки качества разработанного алгоритма выступала величина, определяющая ошибку измерения расстояния. Данная величина рассчитывается как разность эталонной и измеренной дальности в метрах.

Экспериментальные исследования проводились на свободно распространяемом наборе данных. Результаты экспериментальных исследований алгоритма стереозрения при различных способах расчета диспаратности показали, что наилучший результат, с точки зрения ошибки оценивания расстояния до объекта интереса, показал способ с использованием особых точек. Разработанный алгоритм способен определить расстояние до объекта интереса, не превышая определенной погрешности.

#### *Библиографический список*

1. Старовойтов, Е. Современные технические средства пассивной оптической локации / Е.А. Старовойтов // Современная электроника. - 2011, № 2. - С. 40 - 43.

2. Корепанов С.Е., Смирнов С.А., Стротов В.В. Алгоритм определения дальности до объекта для стереоскопической системы технического зрения реального времени // Цифровая обработка сигналов. – 2011, №3. - С. 57 - 61.

## **ОЦЕНИВАНИЕ КАЧЕСТВА ДИСКРЕТНОГО КАНАЛА СВЯЗИ НА ОСНОВЕ УСЛОВНОГО НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА**

К.С. Колдаева

Научный руководитель – Гаврилов А.Н., канд. техн. наук, доцент

В современных телекоммуникационных системах формируется неоднородная среда передачи данных, характеризующаяся разной эффективностью процесса передачи данных. Изменения в ней происходят случайным образом, что приводит к нестационарности потоков ошибок, возникающих в образующемся дискретном канале связи. В таких условиях является оптимальным использование адаптивных протоколов передачи данных, изменяющих свои параметры в зависимости от текущего состояния канала связи.

Чтобы обеспечить адаптивное управление передачей данных необходимо осуществлять непрерывный оперативный контроль канала связи. Для этого используются различные процедуры оценивания состояния дискретного канала, от оперативности которых и надежности получаемых ими оценок, зависит качество связи.

В условиях реального функционирования канала связи отсутствует информация о состоянии канала. Однако во многих случаях можно считать, что канал может переходить из одного стационарного состояния в другое, и определение моментов перехода из одного такого состояния в другое – актуальная научно-техническая задача.

Достаточно эффективными представляются процедуры, основанные на контроле блоков, передаваемых данных с помощью обнаруживающих ошибки кодов [1]. Причем, более предпочтительной, с точки зрения реализации, представляется процедуры на основе рекурсивных фильтров с экспоненциальным сглаживанием результатов оценивания [1, 2], возможности которых обсуждаются в данной работе.

В условиях отсутствия достоверной информации о поведении квазистационарного канала, когда трудно предложить адекватную модель его поведения, представляется перспективным подход, основанный на использовании логики условного нечеткого вывода, отраженной нечеткими решающими правилами.

Для проведения исследования такой процедуры разработана модель, выполненная в подсистемах Simulink и Fuzzy logic системы математических расчетов MATLAB.

В ходе исследования дана оценка эффективности алгоритма на основе условного нечеткого вывода, получены зависимости оценок состояния канала от вероятности появления ошибок при различных состояниях канала. Полученные результаты, подтверждают эффективность предложенной процедуры условного нечеткого вывода в сравнении с процедурой, предполагающей использование рекурсивного фильтра с экспоненциальным сглаживанием, что позволяет рекомендовать использование этой процедуры на каналах с изменяющейся интенсивностью помехи.

### Библиографический список

1. А.Н. Гаврилов, В.Н. Карпов, Л.П. Коричнев, Ю.М. Коршунов, А.Н. Пылькин. Устройство для приема дискретной информации, закодированной корректирующим кодом. А.С. № 1462492, Б.И. № 8, 1989.
2. Ю. М. Коршунов, А. И. Бобиков, И. А. Вакарин, В. Н. Степаненко, А.И. Степашкин. Расчёт и проектирование цифровых сглаживающих и преобразующих устройств. Под ред. Ю.М. Коршунова. М., «Энергия», 1976. - 336 с. с ил.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КВАДРОКОПТЕР-РОБОТ-МАНИПУЛЯТОР

А.А. Исаев

Научный руководитель – Бобиков А.И., канд. техн. наук, профессор

На сегодняшний день широкое применение в различных промышленных, военных, а также гражданских сферах получили беспилотные летательные аппараты (БПЛА) или квадрокоптеры, которые позволяют вести разведку местности, выполнять задачу доставки товаров, осуществлять видео- и фотосъемку с высоты птичьего полета.

Одним из способов, позволяющих сделать квадрокоптер более универсальным в применении, является его оснащение роботизированной рукой, прикрепленной к корпусу [2,3]. Такой квадрокоптер получил название квадрокоптер-робот-манипулятор, квадрокоптер с рукой робота, воздушный манипулятор. С целью распространить робастный закон управления квадрокоптером, разработанный в [1], на управление объектом в виде квадрокоптера-робота-манипулятора (рис.1), нужно прежде всего получить его математическую модель.

В данной работе решается такая задача: расширить математическую модель квадрокоптера, используемую в [1], математической моделью робота-манипулятора и найти уравнения, связывающие выходные сигналы каждой из этих моделей.

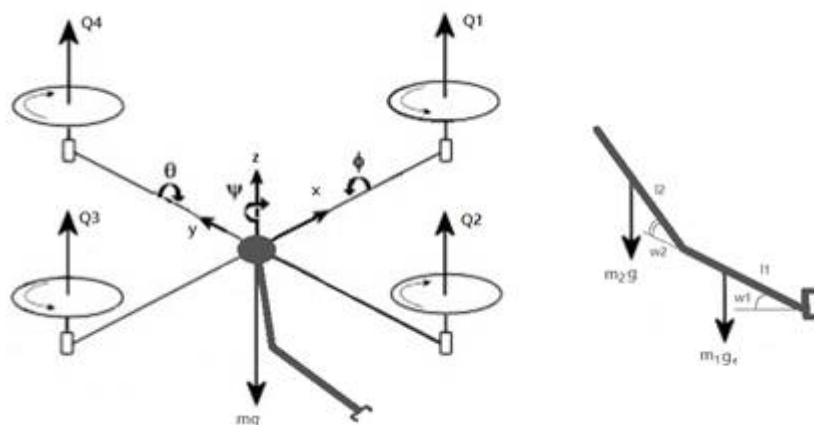


Рисунок 1. Конфигурация квадрокоптера-робота-манипулятора

В настоящее время в научной литературе можно встретить два подхода к проектированию модели воздушного манипулятора. Один из них (де-

централизованный) описывает кинематические и динамические законы движения квадрокоптера отдельно от манипулятора, но с учетом его воздействий на квадрокоптер в качестве источника возмущений [4]. В этом случае БПЛА и присоединенный манипулятор рассматриваются как два независимых объекта и проблемы с мехатроникой и управлением решаются отдельно. В другом подходе (централизованный) модель квадрокоптера-манипулятора разрабатывается как единая система [5] и первым шагом моделирования является вывод их общей динамической модели. Как правило, в этом случае применяют уравнения Эйлера-Лагранжа на основе энергетического описания системы [6] и законы Ньютона на основе фундаментального принципа динамики [7].

Результирующая математическая модель квадрокоптера-робота-манипулятора состоит из двух моделей: модели квадрокоптера с управляющими воздействиями  $u_1, u_2, u_3, u_4$  и координатами положения  $\ddot{x}, \ddot{y}, \ddot{z}, \ddot{\varphi}, \ddot{\theta}, \ddot{\psi}$ , полученной на основе работ [1,2,3] с использованием законов Ньютона и уравнений Эйлера-Лагранжа и учетом влияния манипулятора, и которая имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} \ddot{x} &= (\cos\varphi \sin\theta \cos\psi + \sin\varphi \sin\psi) \frac{u_1}{m}, & \ddot{\varphi} &= \dot{\theta} \dot{\psi} \left( \frac{I_y - I_z}{I_x} \right) - \frac{J_r}{I_x} q \Omega_d + \frac{l}{I_x} (u_2 - \tau_{r\varphi}), \\ \ddot{y} &= (\cos\varphi \sin\theta \sin\psi - \sin\varphi \cos\psi) \frac{u_1}{m}, & \ddot{\theta} &= \dot{\varphi} \dot{\psi} \left( \frac{I_z - I_x}{I_y} \right) + \frac{J_r}{I_y} p \Omega_d + \frac{l}{I_y} (u_3 - \tau_{r\theta}), \\ \ddot{z} &= -g_{earth} + (\cos\varphi \cos\theta) \frac{u_1}{m}, & \ddot{\psi} &= \dot{\varphi} \dot{\theta} \left( \frac{I_x - I_y}{I_z} \right) + \frac{u_4}{I_z}, \end{aligned}$$

где  $x, y, z$  – координаты позиции квадрокоптера;  $\varphi, \theta, \psi$  – углы Эйлера ( $\varphi$  – угол курса,  $\theta$  – угол тангажа,  $\psi$  – угол крена);  $I_x, I_y, I_z$  – диагональные элементы тензора инерции квадрокоптера;  $m$  – масса квадрокоптера;  $g$  – ускорение силы тяжести;  $U = (U_1, U_2, U_3, U_4)$  – виртуальные силы управления, связанные со скоростью вращения двигателей пропеллеров,  $\tau_{r\varphi}$  и  $\tau_{r\theta}$  – реактивные моменты сил  $\tau_{r\varphi}$  и  $\tau_{r\theta}$ , действующие на квадрокоптер и созданные за счет моментов, обусловленных силой тяжести манипулятора.

Второй моделью является математическая модель манипулятора, найденная с применением уравнений Эйлера-Лагранжа, и которая имеет вид

$$M(w)\dot{w}' + C(w, \dot{w}) + g(w) = \tau,$$

где

$M(w) = \begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} \\ M_{21} & M_{22} \end{bmatrix}$  – матрица инерции,  $C(w, \dot{w}) = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22} \end{bmatrix}$  – матрица кориолисовых и центробежных сил,  $g(w) = \begin{bmatrix} g_1 \\ g_2 \end{bmatrix}$  – матрица потенциальных и гравитационных сил,  $\tau$  – моменты сил двигателей манипулятора,  $w = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \end{bmatrix}$  – угловое положение звеньев манипулятора в инерциальной системе координат.

В дальнейшем разработанную математическую модель квадрокоптера-робота-манипулятора предполагается использовать для проектирования робастной системы управления этим объектом с учетом неопределенностей, присущих как квадрокоптеру, так и роботу-манипулятору.

### *Библиографический список*

1. Исаев А. А. Робастное управление ориентацией квадрокоптера. - Новые информационные технологии в научных исследованиях НИТ-2019. Том II. - Рязань: РГРТУ, 2019.
2. Emre Yilmaz. Modeling and Nonlinear Adaptive Control of an Aerial Manipulation System. Stambul: Sabanci University, 2019.
3. Маргун А.А., Зименко К.А., Базылев Д.Н., Бобцов А.А., Кремлев А.С., Ибраев Д.Д., Чех М. Система управления беспилотным летательным аппаратом, оснащенный робототехническим манипулятором. Санкт-Петербург: Университет ИТМО, Пльзень: Университет Западной Богемии, 2014.
4. Chen X., Wang L. Cascaded model predictive control of a quadrotor UAV. In: Proceedings of Australian Control Conference. – 2013.
5. Reyhanoglu M., Damen R., MacKunis W. Observer-based sliding mode control of a 3-DOF hover system. In: Proceedings of International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision. - 2016.
6. Lippiello V., Ruggiero F. Cartesian impedance control of a UAV with a robotic arm. In 10th International IFAC Symposium on Robot Control, Dubrovnik, HR. - 2012.
7. Antonelli G., Cataldi E. Adaptive control of arm-equipped quadrotors. Theory and simulations. In 2014 22nd Mediterranean Conference on Control and Automation, Palermo. - 2014.

## **РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ АППАРАТНО-РЕКОНФИГУРИРУЕМОГО ЦИФРОВОГО МОДУЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Е.Ю. Овчинников

Научный руководитель – Бехтин Ю.С., д-р техн. наук, профессор

Основу функциональной структуры аппаратно-реконфигурируемого цифрового модуля интеллектуального управления робототехническими средствами космического назначения (РСКН) составляет нейросетевой классификатор для определения значений и регламентирования набора параметров, необходимых для реконфигурации в случае неисправностей.

Структура предлагаемого нейросетевого классификатора состоит из следующих нейронных сетей (рисунок 1):

- нейронной сети определения вида неисправности (НС1);
- нейронной сети определения места возникновения неисправности (НС2);
- нейронной сети определения факта возникновения более 1-й неисправности (НС3);

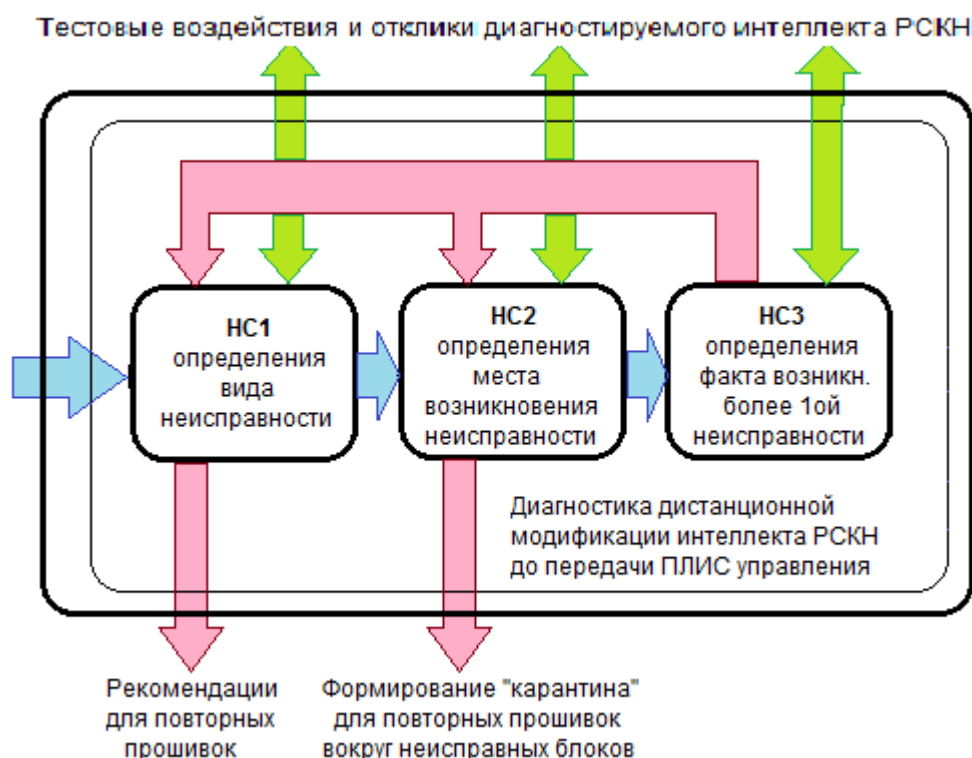


Рисунок 1. Структура нейросетевого классификатора неисправностей, возникающих в процессе реконфигурации интеллекта

Кроме того, в работе рассмотрен вопрос определение числа итераций, применяемых при обучении нейронной сети определения вида неисправности (НС1). Из данных, полученных в ходе моделирования видно, что уже при 2000 итерациях ошибка обучения становится меньше 0,0005. При этом среднеквадратическое значение (СКЗ) ошибки работы ИНС менее 0,003. Далее было обнаружено, что при увеличении количества итераций обучения, ошибка работы ИНС сильно не изменяется. Напротив, показано, что уже после 8000 итераций обучения начинает проявляться эффект переобучения ИНС: СКЗ ошибки работы нейронной сети нейросетевого классификатора начинает увеличиваться. Исходя из результатов моделирования НС1, в качестве регламентирующего значения установлено 2900 итераций обучения. Данное количество итераций позволяет добиться наилучшего соотношения СКЗ ошибок обучения и СКЗ ошибок работы нейронной сети нейросетевого классификатора.

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО СЛЕЖЕНИЯ ЗА ОБЪЕКТОМ

Д.В. Слюсарь

Научный руководитель – Бабаян П.В., канд. техн. наук, доцент

Существуют множество методов для слежения за объектами, самыми известными из них являются: вычитание фона, слежения на основе сопоставления с эталоном, метод на основе сегментации с использованием гистограммы [1].

В данном случае для помехоустойчивого слежения за объектом будем использовать метод *слежения на основе прогнозирования*.

1. Первым шагом, для алгоритма слежения установим соответствие между, найденными в текущем кадре сегментами и объектами, которые отслеживаются.

Учтем, что на видеопоследовательности могут появиться новые объекты, а те, за которыми следили в течении кого-то времени, могут покинуть пределы кадра, или быть на какое-то время заслонены препятствиями, т.е. существуют три ситуации:

- а) найдено соответствие между объектом и сегментом;
- б) для данного объекта не найдено соответствия среди сегментов;
- в) для данного сегмента не найдено соответствия среди объектов.

2. Каждая ситуация приводит к необходимости выполнить различные действия. В случае номер один нужно обновить список параметров объекта на основе параметров соответствующего ему сегмента. В случае два обновить список параметров невозможно, однако, то, что соответствующий сегмент отсутствует, может быть объяснено тем, что объект временно заслонен. Поэтому в данном случае перейдем к прогнозированию параметров объекта, основываясь на предыдущих наблюдениях. Для прогнозирования и уточнения координат объектов используется фильтр Калмана. И в третьем случае сегмент соответствует вновь появившемуся объекту [2].

3. В ходе слежения объекты могут покинуть пределы кадра. В таком случае нужно прекратить их отслеживание. Критерием, который помогает определять подобного рода ситуации, является невозможность в течение достаточно длительного времени установить соответствие между отслеживаемым объектом и каким-либо из выделенных в кадре сегментов.

Данный метод слежения позволяет точно определять траекторию движения объектов и сопровождать их, игнорируя случайные объекты в кадре и автоматически заканчивать слежение за каким-либо объектом, если он покинул кадр. В дальнейшем планируется улучшить данный метод слежения за счет минимизации функции энергии контуров и подсчета объектов в кадре.

#### *Библиографический список*

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.

2. Слюсарь Д.В. Разработка программного обеспечения для слежения за объектом на основе сопоставления с эталоном //СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ СТНО-2019, II МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНОТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ, Сборник трудов, - Том 5. - С. 154-158.

## **СЕКЦИЯ «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ»**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ БЕСКОНТАКТНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЧЕРЕЗ ИНДУКТИВНО СВЯЗАННЫЕ КОНТУРЫ, ВОЗБУЖДАЕМЫЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ РАЗНОЙ ПОЛЯРНОСТИ**

Д.И. Матюшова

Научный руководитель – Карасев В.В., канд. техн. наук, доцент

При организации связи с вращающейся частью информационно-измерительной системы чаще всего используют радиоканал, или устройства на основе воздушного трансформатора (ВТ) [1]. При передаче данных с помощью радиоканала используются его традиционные элементы (модулятор, демодулятор, фильтр), которые усложняют канал, внося дополнительные погрешности преобразования сигналов и увеличивая время передачи одного разряда кода данных из-за переходных процессов, возникающих в тракте преобразования. Устройства на основе ВТ предполагают передачу данных от датчиков, расположенных на рабочих органах вращающегося объекта, в стационарную аппаратуру в импульсной форме и лишены указанных недостатков. Целью моделирования является поиск возможных способов ускорения передачи данных.

Были продолжены исследования различных вариантов импульсного возбуждения. Известен способ [2], основанный на передаче данных с помощью индуктивно связанных контуров (ИСК) импульсами экспоненциальной формы. Данный способ позволяет получить выигрыш в быстродействии по сравнению с возбуждением импульсом прямоугольной формы такой же длительности [1], но при этом амплитуда сигнала на вторичном контуре ИСК проигрывает амплитуде реакции на прямоугольный импульс. В поисках способа повышения помехозащищенности передачи данных были исследованы реакции ИСК на сложные воздействия, показанные на рисунке и получающиеся в результате комбинирования импульсов разной полярности. Оказалось, что возбуждение первичного контура ИСК разнополярными импульсами позволяет получить сигнал, близкий к биполярному. Таким образом, рассмотренный способ возбуждения ИСК представляет интерес при создании устройств бесконтактной передачи данных через воздушный зазор, так как при определенных соотношениях параметров контуров модули амплитуд полуволн получают равными и не уступают по величине амплитуде реакции на экспоненциальный сигнал возбуждения.

#### *Библиографический список*

1. Измерительные системы для вращающихся узлов и механизмов. В.В. Карасев, А.А. Михеев, Г.И. Нечаев; Под ред. Г.И. Нечаева. – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 176 с.
2. Зилотова М.А., Карасев В.В., Николаева А.В. Способ передачи данных через воздушный зазор и устройство для его осуществления. Патент РФ № 2565527. Бюл. № 29, 2015.

# РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧАСТОТНЫХ ДАТЧИКОВ

А.Ю. Анцупова

Научный руководитель – Челебаев С.В., канд. техн. наук, доцент

Информационно-измерительные системы содержат датчики, осуществляющие измерения каких-либо изменяющихся во времени параметров, заданных в виде неэлектрических величин. Для обработки результатов измерений необходимо осуществить преобразование значения аналоговой величины, где информативным параметром является частота следования электрических импульсов, в цифровой код.

Тарировочные характеристики датчиков, задающие зависимость электрической величины от измеряемой неэлектрической, имеют нелинейности [1]. Для дальнейшей обработки результатов измерений эти характеристики должны быть линеаризованы.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи.

1. Произведен обзор частотных датчиков и методов преобразования частоты в код.

2. Разработана математическая модель нейросетевого преобразователя на основе многослойной искусственной нейронной сети прямого распространения и проведен ее анализ.

3. Произведено обучение сети преобразователя на основе использования алгоритма обратного распространения ошибки.

4. Проведено исследование погрешности преобразования при воспроизведении нелинейной зависимости (на примере функции  $y = \sin(\pi x/2)$  на отрезке  $x \in [0;1]$ ) (таблица 1)).

Таблица 1 – Зависимость максимальной ошибки от количества нейронов сети

Количество нейронов	Максимальная погрешность сети с одним скрытым слоем $\Delta_{\max}$ , %	Максимальная погрешность сети с двумя скрытыми слоями $\Delta_{\max}$ , %
10	0.589	0.280
20	0.552	0.207
40	0.537	0.077

На основании исследования погрешности сделан вывод, что для достижения заданной точности воспроизведения нелинейной зависимости необходимо использован перцептрон с двумя скрытыми слоями.

5. Выполнен анализ средств программируемой логики для реализации преобразователя.

6. Разработана структурная схема информационно-измерительной системы.

7. Нейросетевой преобразователь реализован на языке описания аппаратуры VHDL для ПЛИС Altera.

8. Выполнено моделирование работы нейросетевого преобразователя на ПЛИС в среде Altera Quartus II.

1. Локтюхин В.Н., Челебаев С.В., Антоненко А.В. Нейросетевые аналого-цифровые преобразователи – М.: Горячая линия-Телеком, 2010. 128 с.

# ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПАРСИНГА ДАННЫХ ДЛЯ СИСТЕМ РАНЖИРОВАНИЯ И КЛАСТЕРИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

В.Д. Градов

Научный руководитель – Брянцев А.А., канд. техн. наук, доцент

В докладе проводится рассмотрение разработанного прототипа системы парсинга данных. Актуальность рассмотренной темы объясняется спросом на рынке таких систем, при помощи которых веб-мастера автоматизируют процесс оптимизации сайтов, с целью получения лучшей оценки поисковых алгоритмов.

Информационная система написана на языке Python версии 3.5 с использованием дополнительных модулей для отправки запросов и обработки ответов сервера путем использования HTTP протокола. Также используются средства для работы с HTML документами, регулярными выражениями и EXCEL-документами.

Пользователь вводит требуемое ключевое слово, после чего информационная система отправляет запрос в открытые источники-агрегаторы, хранящие требуемую информацию, получает ответ в виде HTML документа, и, используя методы парсинга, извлекает список ключевых слов с их параметрами.

Полученная информация записывается в EXCEL-документ в структурированном табличном виде, например, представленном в таблице 1.

Таблица 1. Пример результата работы парсера

Ключевое слово	Количество слов	Количество символов	Частотность весь мир	Частотность полного вхождения
"нарисовать человека"	2	19	126135	1081
"нарисовать лицо человека"	3	24	3645	95
"нарисовать первобытного человека"	3	32	2812	106

Основываясь на полученной выборке, предполагается, что веб-мастера при оптимизации веб-страниц будут повышать их релевантность путем подбора ключевых слов под определенную тематику контента, размещенного в документе, что повысит количество трафика на сайт и принесет прибыль от рекламодателей.

## *Библиографический список*

1. Введение в библиотеку Pythonlxml // URL: <https://webdevblog.ru/vvedenie-v-biblioteku-python-lxml/> (дата обращения: 2020.04).

2. Что такое семантическое ядро и как его составлять // URL: <https://texterra.ru/blog/kak-sostavit-semanticheskoe-yadro-esli-vy-ne-seoshnik-i-ne-khotite-im-byt.html> (дата обращения: 2020.04).

## РАСПОЗНАВАНИЕ ЛИЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ PYTHON И OPENCV

Д.А. Игнатов

Научный руководитель – Брянцев А.А., канд. техн. наук, доцент

В докладе проводится обзор библиотеки OpenCV для распознавания лиц по цифровому изображению, а также описывается процесс создания системы распознавания лиц при помощи взаимодействия данной библиотеки с Python.

OpenCV является наиболее широко распространенной библиотекой компьютерного зрения. Она включает сотни готовых функций обработки изображений и используется как в академических учреждениях, так и в промышленности[1].

Весь процесс можно разделить на три основных этапа:

1. необходимо найти хорошую базу данных лиц с несколькими изображениями для каждого человека;
2. осуществить обнаружение лиц в базе данных изображений и использовать их для обучения распознавателя лиц;
3. проверить распознаватель лиц на распознавание лиц, для которых он был обучен.

Для реализации будем использовать базу данных YaleFace, которая содержит 165 изображений в градациях серого для 15 человек в формате GIF. Для каждого человека имеется 11 изображений, на которых индивидуум имеет разные выражения лица.

После определения с базой данных можно приступить к реализации.

Первым шагом является импорт необходимых модулей:

1. cv2 – модуль OpenCV, содержащий функции для определения и распознавания лиц;
2. os – этот модуль будет использоваться для маневрирования с изображениями и именами каталогов;
3. image – этот модуль необходим для чтения изображения в формате градаций серого;
4. numpy – наши изображения будут храниться в массивах.

Далее в процессе реализации необходимо сделать так, чтобы наша система определяла лицо на каждом изображении, для этого будем использовать каскад Хаара, представленный OpenCV. Затем необходимо создать объект распознавания лиц.

Следующим этапом является создание функции для подготовки тренировочного набора, данная функция принимает абсолютный путь к базе данных изображений в качестве входного аргумента и возвращает 2 кортежа из списка, один из которых содержит обнаруженные лица, а другой содержит соответствующую метку для этого лица.

На завершающем этапе необходимо осуществить подготовку учебного комплекта, а затем выполнить обучение, используя функцию Face Recognizer.train, которая содержит два аргумента: изображения и метки, назначенные этим изображениям.

1. Гарсия Г., Суарес О., Аранда Х., Терсеро Х. Обработка изображений с помощью OpenCV – ДМК Пресс, 2016. – 210с.

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭНЕРГО-ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА**

А.Э. Морозова

Научный руководитель – Челебаев С.В., канд. техн. наук, доцент

В 2019 году для предприятия ООО «НТЦ «Энергодиагностика» была разработана и внедрена информационная система по производству и сбыту приборов организации, а также по их дальнейшему сопровождению – ремонту. За год использования ИС организация оценила преимущества и удобства работы с ней, и в связи с её успешным внедрением возникла необходимость расширить функционал программы в виде разработки дополнительного блока связанного с обновлением специализированных приборов, выездной диагностикой и обучающими курсами.

Основной задачей автоматизации деятельности ООО «НТЦ «Энергодиагностика» является создание системы, которая обеспечит достижение следующих целей:

1. Уменьшение времени поиска необходимой информации по базе готового контента.

2. Минимизация ошибок при создании упорядоченной системы ведения заявок и договоров, и при формировании отчетов.

3. Оперативный доступ к информации о деятельности предприятия менеджментом высшего звена, а также сотрудникам, имеющим непосредственное отношение к текущим проектам.

Для достижения описанных целей необходимо решить следующие задачи:

1. Ведение базы данных (отображения, редактирования и сохранения данных):

- заказов на выполнение согласованных работ, указанных в должностных инструкциях;

- списка сотрудников проводящих соответствующие работы;

- распределение персонала на соответствующие департаменты, выполняющие работы по научной и производственной деятельности;

- отчетов.

2. Организация поиска данных по базе данных, используя различные критерии, для получения четкой, структурированной и актуальной информации по запросу руководителей департаментов, а также для линейных работников.

В качестве средств моделирования выбраны продукты Vpwin, Erwin. Для разработки бизнес-процесса использовалась система управления бизнес-процессами ELMA. В качестве СУБД были выбраны реляционная СУБД Firebird и нереляционная СУБД MongoDB для проведения анализа быстродействия и дальнейшего выбора наиболее эффективной для использования СУБД.

Разработанный продукт позволит предприятию автоматизировать работы по менеджменту и сбыту энерго-диагностического центра с момента поступления заказа на требуемый вид работ до их проведения и последующего хранения информации.

## УСТРОЙСТВА С ИМПУЛЬСНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ ДАННЫХ ЧЕРЕЗ ВОЗДУШНЫЙ ЗАЗОР КАК АЛЬТЕРНАТИВА РАДИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИМ СИСТЕМАМ

Т.А. Абдыев

Научный руководитель – Карасев В.В., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются способы передачи данных через воздушный зазор и некоторые готовые решения передачи данных, производимые предприятиями. Целью исследования является поиск оптимального способа бесконтактной передачи данных и способа его улучшения.

На стадии проектирования и доводки, опытных образцов новой техники, а также и в условиях эксплуатации этой техники большое значение придается измерительным системам. Эти системы обеспечивают измерение, обработку и регистрацию рабочих параметров, характеризующих режим работы различных узлов и механизмов. Трудности возникают при проведении электрических измерений на вращающихся узлах и механизмах. Для их реализации требуется специализированные устройства – бесконтактные.

В бесконтактных устройствах обычно используются следующие способы передачи данных: с использованием радиоканала, с помощью емкостной связи, по оптическому каналу, передача через ИСК.

Первоначально именно радиоканалы использовались для сбора информации и измерении параметров на вращающихся узлах и механизмах. Среди разработок в данной области можно отметить продукцию немецкой фирмы Mapper, основанную на индуктивной связи. Из отечественных разработок можно выделить измерительно-вычислительный комплекс МИС-1500, выпускаемый подмосковным НПП «Мера». Серьезным недостатком таких систем является структурная избыточность, вызванная использованием радиоканала, содержащего радиопередатчик, радиоприемник и антенны.

Передачу через воздушный зазор с помощью оптического канала обычно используют при необходимости транслирования данных стандарта Ethernet или других стандартов пакетной передачи данных, из-за чего передача данных другого типа может потребовать создания отдельного решения под конкретный случай, что приведет к увеличению цены и сложности устройства.

Емкостная связь осуществляется при помощи двух контуров и емкости ( $C_k$ ), общей для обоих контуров. Емкостная связь применяется в радиотехнике как в качестве способа передачи, так и приема. Серьезным недостатком этого способа является сильная его зависимость от условий окружающей среды.

Передача через индуктивно связанные контуры (ИСК) реализуется с помощью воздушного трансформатора. Такие устройства связи обладают достаточной широкополосностью, более просты по сравнению с радиотелеметрическими системами, не содержат магнитных сердечников, что существенно упрощает конструкцию и обладают низкой зависимостью качества передачи информации от состояния окружающей среды.

Предлагаемое устройство использует индуктивно связанные контуры, которые возбуждаются при помощи сложных биполярных сигналов. Это решение позволяет добиться высокой помехозащищенности сигналов.

# **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ ОРГАНОВ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ВЛАСТИ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Е.А. Кутузов

Научный руководитель – Маркин А.В., канд. техн. наук, доцент

В работе проектируется информационная система по управлению проектной деятельностью в органах исполнительной власти (ОИВ) региона на основе данных региональных и ведомственных проектов.

Вследствие тенденций построения «электронного государства», которые ассоциируются, прежде всего, с созданием новых цифровых механизмов на основе информационных технологий, ОИВ стремятся внедрять многофункциональные информационные системы (ИС) управления, автоматизирующие рабочие процессы. Ключевым фактором эффективности и результативности ОИВ является оценка степени достижения показателей развития субъекта РФ через реализацию региональных и ведомственных проектов, которую также возможно осуществить при помощи информационных систем [1].

Целью ИС, позволяющей вести управление региональными и ведомственными проектами в ОИВ Рязанской области, является автоматизация данного процесса, направленная на повышение результативности работы ОИВ, выявление проблем различных этапов реализации проектов и оперативного корректирования.

В соответствии с целью, необходимо непосредственное выполнение следующих задач: обоснование необходимости создания информационной системы; анализ существующих процессов проектного управления в ОИВ; определение необходимых показателей для оценки экономического эффекта проектируемого решения; моделирование информационной системы; разработка базы данных; разработка прикладного приложения.

Предлагаемые в настоящее время технологические решения, позволяют решить вопрос автоматизации управления проектами в ОИВ. В основном они основаны на программном обеспечении отечественных производителей либо зарубежных интеграторов, в частности на платформе LotusNotes/Domino от компании IBM. Среди известных российских поставщиков систем управления проектами можно назвать: 1С-Битрикс, ДЕЛО, CompanyMedia, DIRECTUM, DOCUMENTUM, DocsVision, ADVANTA, Optima-Workflow, LanDocs, Lotsia PDM Plus. Но действительно эффективной станет система, в которой успешно реализованы принципы и специфика деятельности непосредственно исследуемых ведомств региона.

ИС призвана сделать возможным отслеживание динамики изменения показателей, упростить излишне трудоёмкий процесс получения статистических данных по показателям за длительные периоды, а также отчётов на их основе.

1. Кутузов Е. О состоянии государственных региональных информационных систем в Рязанской области. - Современные тренды развития науки: Сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции (21 ноября 2019 г.). / Нижний Новгород: ООО «АРС-Рейтинг» / 2019 г. / 15-24 с.

## **МАРКЕТИНГОВАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОДВИЖЕНИЯ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Т.Ю. Нечаев

Научный руководитель – Брянцев А.А., канд. техн. наук, доцент

В связи с современной экономической ситуацией РФ, характеризующейся ростом финансовой нагрузки на компании, снижением доходов населения, применение высокотехнологичных методов и инструментов обслуживания клиентов способствует созданию эффективной системы продвижения продукции любой отрасли.

Современный рынок предлагает различные варианты, позволяющие решить вопрос оптимизации бизнес процессов продвижения продукции и обслуживания клиентов. Примерами таких вариантов служат системы: CRM-система Microsoft Dynamics, CRM-система Megaplan CRM, CRM ПРОФ». Но действительно эффективной станет система [1], в которой успешно реализованы принципы и специфика коммерческой деятельности непосредственно исследуемого предприятия.

В связи с этим разработана информационная система продвижения продукции и обслуживания клиентов, которая обеспечивает целевой ре-маркетинг и позволяет предлагать актуальные продукты (сырье, готовую продукцию) целевой аудитории, отталкиваясь от их платежеспособности и назначения расходов. Информационная система обеспечивает выполнения таких функций, как хранение информации о клиентах, их расходах, сырье и готовой продукции предприятия, а также о персональных предложениях и заявках, сформированных в рамках маркетинговой деятельности. Так же информационная система осуществляет оценку платежеспособности клиентов. Данная система состоит из четырех функциональных модулей: работа с базой данных, администрирование проектов рекомендаций по персональным предложениям, составление заявок на приобретение сырья или готовой продукции в рамках персонального обслуживания, формирование документов. Модуль работы с базой данных предусматривает ввод, изменение, удаление данных: о сырье и готовой продукции, клиентах и их расходах. Результатом работы является база данных, которая используется во всех отдельных модулях. Модуль администрирования проектов рекомендаций по персональным предложениям использует базу данных с целью формирования персональных предложений в рамках типовых проектов. Модуль заявок на приобретение сырья или готовой продукции использует базу данных для формирования клиентских заявок. Модуль формирования документов использует базу данных, при этом на выходе мы получаем отчеты по деятельности менеджеров ООО «Морозовское молоко».

Стоит отметить, что внедрение разработанной информационной системы не принесет дополнительных расходов на приобретение ежегодных лицензионных ключей. При этом вся информация будет храниться на сервере ООО «Морозовское молоко, что не просто повысит уровень конфиденциальности обрабатываемых данных, но и обеспечит соответствующий уровень информационной безопасности программного продукта.

1. Научная электронная библиотека/ Кадров [электронный ресурс]/Антропов Сергей / «Что такое CRM и как она помогает в работе»// Режим доступа: <http://www.kadrof.ru/stcrm.shtml>.

## **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ СПОРТИВНЫХ ФЕДЕРАЦИЙ ГОРОДА**

П.В. Петрухин

Научный руководитель –Брянцев А.А., канд. техн. наук, доцент

В работе описывается информационная система расчёта объема финансирования спортивных федераций города, основанная на разработанной формуле расчета и критериях, которые позволяют оценить эффективность любой региональной спортивной федерации.

В большинстве крупных спортивных организаций используются информационные системы управления, которые позволяют автоматизировать многие процессы, особенно в сфере распределения финансирования. Успешность спортивной федерации зависит от многих показателей, ключевым из которых является грамотное распределение бюджетных средств на различные статьи расхода в течение календарного года[1].

Целью информационной системы, позволяющей рассчитывать объем финансирования конкретной спортивной федерации, является повышение эффективности расходования бюджетных средств и справедливое распределение ассигнований между всеми региональными спортивными федерациями на основе их достижений, эффективности и рентабельности. Существующий метод расчета объема финансирования не совсем справедлив, так как он не учитывает многие факторы, такие как разделение видов спорта на интеллектуальные и физические, олимпийские и неолимпийские, командные и индивидуальные и т.д. Из-за устаревшей модели расчета объема финансирования, многие из спортивных федераций не получают должного финансирования, что негативно сказывается на их развитии и эффективности.

В соответствии с целями, необходимо непосредственное выполнение следующих задач:

- обоснование необходимости создания информационной системы;
- анализ существующих методик расчёта финансирования;
- разработка критериев оценки федераций и формулы расчета финансирования;
- разработка базы данных;
- разработка информационной системы.

С помощью разработанной информационной системы упростится процесс отслеживания траты бюджетных ресурсов, появится возможность получения статистических данных по показателям эффективности каждой отдельной спортивной федерации за долговременные периоды, а также отчётов на их основе.

1.Галкин В.В. Экономика спорта и спортивный бизнес -М.: Кнорус, 2006. – 320 с.

# **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Д.Ю. Хорев

Научный руководитель – Челебаев С.В. канд. техн. наук, доцент

В работе рассматривается разработка информационной системы расчета экономических показателей муниципального образования. Актуальность работы определяется объективной необходимостью эффективного использования информационных технологий в управлении муниципальным образованием в условиях его развития, повышения конкурентоспособности.

Целью данного проекта является разработка системы обработки данных связанных с получением показателей развития муниципального образования для органов государственной власти Субъектов РФ и органов местного самоуправления.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Определить перечень основных показателей муниципального образования.
2. Построить функциональную модель системы.
3. Разработать глобальную физическую модель данных системы.
3. Разработать базу данных.
4. Разработать интерфейс прикладного приложения.

Поскольку информационная система направлена на выполнение расчета показателей, необходимо рассмотреть показатели, которые существуют на практике. Они подразделяются на отдельные группы, которые содержат значение по различным отраслям. Первая группа «Общие сведения» содержит общие показатели муниципального развития: площадь муниципального образования, среднегодовая численность и т.д. Вторая группа «Экономическое развитие» содержит подгруппы показателей: экономические показатели, дорожное хозяйство и транспорт, развитие малого и среднего предпринимательства, улучшение инвестиционной привлекательности, сельское хозяйство. Третья группа «Демография и занятость» – показатели, характеризующие население муниципального образования. Четвертая группа «Доходы населения» содержит показатели, характеризующие уровень доходов населения.

Разработана функциональная модель информационной системы с помощью инструментального средства ERwin. На ее основе разработана глобальная физическая модель данных, содержащая сущности: муниципальное образование, город, улица, экономические, демография и занятость, доходы населения, рассчитанные показатели[1].

Разработана база данных и интерфейс информационной системы.

Информационная система будет использоваться преимущественно администрациями муниципальных образований и должна упростить работу по получению экономических показателей, что в свою очередь улучшит конкурентоспособность муниципального образования.

1. Коваленко В.В. Проектирование информационных систем: учебное пособие. – М.: ФОРУМ, 2012.– 320 с.

# **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ГОСТИНИЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Н.И. Щедрина

Научный руководитель – Челебаев С.В., канд. техн. наук, доцент

В работе описывается информационная система расчёта показателей развития гостиничного предприятия, специализирующегося на оказании услуг размещения, питания, предоставления объектов развлечения и торговых точек.

Во всех современных гостиницах используются эффективные и функциональные информационные системы (ИС) управления, которые автоматизируют рабочие процессы. Ключевым фактором успеха гостиничного предприятия (ГП) является оценка его производительности, которую также возможно осуществить при помощи информационных систем.

Целью ИС, позволяющей рассчитывать основные показатели развития ГП, является повышения эффективности его работы и снижения нагрузки на сотрудников при ведении отчётов о деятельности.

В соответствии с целями, необходимо непосредственное выполнение следующих задач: обоснование необходимости создания информационной системы; анализ существующих методик расчёта; определение необходимых показателей для оценки развития гостиницы; моделирование информационной системы; разработка базы данных; разработка прикладного приложения.

ИС призвана сделать возможным отслеживание динамики изменения показателей, упростить излишне трудоёмкий процесс получения статистических данных по показателям за долговременные периоды, а также отчётов на их основе.

Существующие методы оценки развития гостиниц представлены традиционными финансовыми показателями, стоимостными моделями, недостатки которых – узконаправленная ориентация, а также непараметрическими подходами, отличающимися сложностью проведения анализов.

Перечень показателей, используемых в ИС, составлен с опорой на классификацию показателей эффективности гостиничного бизнеса в международных научных исследованиях [1].

Моделирование ИС может быть представлено глобальной физической моделью, где хранилища данных – это семь групп показателей: «Продажи и доходы», «Затраты», «Рентабельность», «Производительность», «Удовлетворенность гостей и сотрудников», «Работа персонала», «Постоянное совершенствование».

1. Kyriaki Pnevmatikoudi, Theodoros Stavrinoudis. Classification of hotel performance measurement indicators presented in international scientific research. –European Journal of Tourism Research, 2016, vol.12 – pp.82-98. URL: <https://www.researchgate.net/publication/308222819>(дата обращения: 26.09.2019).

# **ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ ВНУТРЕННЕГО КОНТРОЛЯ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ АВТОНОМНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ КУЛЬТУРЫ**

Д.С. Соколова

Научный руководитель – Челебаев С.В., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается ряд проблемных вопросов по применению информационных технологий в системе внутреннего контроля основных средств автономных учреждений[1], особенностями которых является создание системы, обеспечивающей достижение следующих целей:

1. оперативное отслеживание движения основных средств учреждения культуры;
2. выявление и своевременное пресечение фактов хищений и потери ОС;
3. регулярный мониторинг предложений по усовершенствованию средств внутреннего контроля членами внутреннего совета по контролю и их практическое применение[2].

Для достижения этих целей необходимо решить следующие задачи:

1. ведение базы данных (отображение, редактирование и сохранения данных);
2. организация поиска по базе данных, используя различные критерии.

Система должна обеспечивать возможность выполнения следующих функций:

- наличие базы ОС;
- планирование закупок ОС (взамен морально или физически устаревших ОС);
- калькуляция затрат на создание ОС;
- формирование карточки состояния ОС;
- формирование инвентарной карточки ОС;
- учет первоначальной и рыночной стоимости;
- учет внутреннего движения основных средств;
- расчет начисленной амортизации различными методами по группам ОС;
- расчет остаточной стоимости;
- автоматические напоминания о необходимости проведения очередной проверки той или иной группы ОС.

Система должна обеспечивать высокий уровень надежности при хранении и обработке информации[3].

## *Библиографический список*

1. Камышанов, П.И. Финансовый и управленческий учет и анализ [Текст]: учебник / П.И. Камышанов, А.П. Камышанов. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 592 с.
2. Керимов, В.Э. Управленческий учет [Текст]: учебник. / В.Э. Керимов - 6-е изд., изм. и доп.- Москва. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2018. – 460 с.
3. Вондров, А.М. Проектирование программного обеспечения ЭИС / А.М. Вондров. – М.: ЭКСМО, 2014. – 133 с.

# **РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ КОМПОНОВКИ ЮРИДИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ ПРЕТЕНЗИОННО-ИСКОВОЙ РАБОТЫ С ПОТРЕБИТЕЛЯМИ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫХ УСЛУГ**

Д.А. Андреев

Научный руководитель - Аникеев С.В.

канд. техн. наук, старший научный сотрудник, доцент

Претензионно-исковая работа (ПИР) — это совокупность действий, направленных на осуществление надлежащей защиты интересов и прав предприятия (предъявление и рассмотрение претензий и исков) [1].

Целью настоящей работы является анализ эффективности ведения претензионно-исковой работы с потребителями жилищно-коммунальных услуг при использовании модуля компоновки юридических документов, разрабатываемой информационной системы учета и подготовки исков.

Актуальность заключается в том, что ведение претензионной работы на предприятии способствует оперативному и обоснованному рассмотрению и направлению требований о выполнении, предусмотренных договором или законом обязательств, а также грамотной финансовой политике предприятия [2].

В качестве метода сбора материалов исследования был выбран метод хронометража рабочего времени претензиониста, для выявления временных затрат на выполнение ПИР и метод бесед и консультаций с руководителями предприятия для выявления трудоемких действий в рабочих процессах.

В настоящее время в исследуемой деятельности конкретного коммерческого предприятия было выявлено, что ведение ПИР ведется не эффективно: с помощью ручного составления юридических документов, а также работе во множестве различных информационных систем. Выявлена необходимость автоматизации процессов подготовки юридических документов, что значительно повысит производительность претензионной работы, а также позволит не только претензионисту заниматься ПИР, но и любому другому назначенному ответственному лицу на предприятии.

На основании описания возможных решений и функциональных требований спроектированы схемы метаданных и баз данных. Был разработан и описан модифицированный бизнес-процесс с использованием модели компоновки юридических документов.

Для оценки того, насколько оптимизировалась по времени работа в информационной системе учета и подготовки исков, был проведен вторичный хронометраж, результаты которого показывают значительное повышение эффективности ведения ПИР (более чем на 50%).

## *Библиографический список*

1. Борис Бердинских. Ведение и регламент (положение) претензионно-исковой работы на предприятии URL: <https://you-right.ru/stati/sudy-i-pretenzii/vedenie-i-reglament-pretenzionno-iskovoy-raboty> (дата обращения: 14.04.2020).

2. Судебная и претензионная работа // Журнал «Юрист компании» URL: <https://www.law.ru/article/5601-red-kak-avtomatizirovat-pretenzionno-iskovuyu-rabotu> (дата обращения: 14.04.2020).

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИСКАЖЕННОГО РАСФОКУСИРОВАННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА Е.П. ЧУРАКОВА

А.А. Егорова

Научный руководитель - Кабанов А.Н., канд. техн. наук, доцент

Целью настоящей работы является нахождение устойчивого решения с помощью метода Чуракова Е.П.

Метод восстановления изображения основан на моделировании процесса искажения и применения обратных процессов для восстановления исходного изображения. Принято, что единичная точка яркости представляется масштабируемой матрицей искажения  $S$ . Входная векторизованная матрица обозначается через  $X$ . Выходная векторизованная матрица  $Y=SM*X$ , где  $SM$ - матрица, сформированная по результатам векторизованной матрицы  $S$ . Тогда оптимальная оценка  $X$  по квадратичному критерию близости определяется соотношением  $X=(SMT*SM)^{-1}*(SMT*Y)$ , где  $SMT$ -транспонированная матрица  $SM$ .

При плохой обусловленности матрицы  $(SMT*SM)$  решение может быть неустойчивым [1].

Метод Е.П. Чуракова практически инвариантен относительно числа обусловленности.

Матрица  $(SMT*SM)$  практически безошибочно позволяет найти псевдорешение.

При наличии тестовых данных  $(XM)$  можно получить модель расфокусировки  $S$  из соотношения  $XM*S=XMT*Y$ , где  $XM$  – матрица, сформированная по результатам векторизованной матрицы  $X$ . При этом оптимальная оценка  $S$  по квадратичному критерию близости определяется соотношением  $S=(XMT*XM)^{-1}*(XMT*Y)$ .

Для повышения устойчивости решения целесообразно применение метода Е.П. Чуракова.

При наличии сбойных результатов при решении поставленных задач, целесообразна адаптивная подстройка методом наименьших модулей [2].

### *Библиографический список*

1. Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. – Москва: Техносфера, 2006. – 616 с. ISBN 5-94836-092-X.
2. Чураков Е.П. Математические методы обработки экспериментальных данных в экономике: Учеб. пособие. — М.: Финансы и статистика, 2004. – 240 с: ил.

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПАКЕТНОЙ ПОДГОТОВКИ ОТЧЕТНЫХ ДОКУМЕНТОВ В РАСЧЕТНОЙ СИСТЕМЕ "АБОНЕНТ"**

Г.А. Копцев

Научный руководитель - Аникеев С.В.  
канд. техн. наук, старший научный сотрудник, доцент

Целью настоящей работы является анализ необходимости разработки технологии пакетной подготовки отчетных документов в расчетной системе «Абонент» и обзор одного из вариантов реализации.

В настоящее время работа пользователя с отчетами осуществляется непосредственно в расчетной системе «Абонент». Используемый подход имеет ряд недостатков, среди которых можно выделить наиболее яркие:

- 1) зависание расчетной системы при формировании отчета;
- 2) отсутствие возможности продолжать работу с системой в течение формирования отчета;
- 3) отсутствие возможности отслеживания прогресса выполнения;
- 4) отсутствие возможности выбора более одного отчета для формирования;
- 5) ограничение 32-х битных приложений на использование оперативной памяти компьютера.

Учитывая вышеуказанные недостатки можно сделать вывод, что реализация решения является актуальной задачей.

Подходящим вариантом решения проблемы невозможности использования расчетной системы во время создания отчетов является разработка дополнительного приложения, полностью ориентированного на работу с отчетами и предоставляющее пользователю возможность выбирать для формирования более одного отчета за раз.

Для обеспечения стабильности работы системы и не допущения перегрузки базы данных заказы на формирование пакетов с отчетами должны обрабатываться в порядке очереди. В качестве очереди выступает отдельная таблица определенной структуры в базе данных расчетной системы.

Для обработки очереди необходимо средство, позволяющее бесконечно осуществлять однотипные фоновые процессы. Одним из таких решений является использование служб Windows. Служба устанавливается в единственном экземпляре также на одном из серверов предприятия, который находится в том же сетевом окружении, что и база данных расчетной системы и занимается обработкой очереди, а именно формированием отчетов.

По мере готовности приложение предоставляет возможность скачать пакет созданных документов в интерфейсе приложения.

Рассмотренный подход позволит повысить качество и продуктивность работы пользователя расчетной системы с отчетами.

# ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ АНАЛИЗА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

В.С. Ноздрачева

Научный руководитель – С.И. Холопов, канд. техн. наук, доцент

Рассматривается задача анализа поведения сложной релейной системы авторегулирования. Для выполнения анализа системы разработана программа с использованием программного средства Mathcad. Целью работы является выяснение характера изменения фазового и частотного параметров системы авторегулирования.

Релейные автоматические системы – это системы, в которых хотя бы одно из его звеньев имеет релейную характеристику. Общая структура такой системы может быть представлена схемой, показанной на рисунке 1 [1].

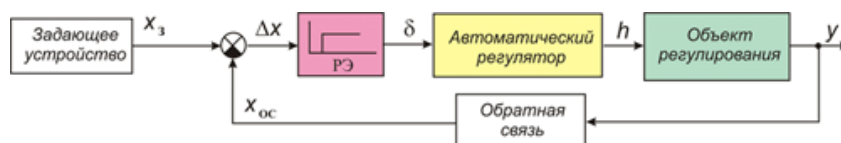


Рисунок 1 – Схема релейной автоматической системы

Изменение фазового и частотного параметров исследуемой системы описываются следующими аналитическими выражениями:

$$\varphi(t) = \varphi(0) + \Omega_x(0)t - \frac{m\Omega_y T_0 \operatorname{sgn}[\varphi]}{T_n} \left[ T_0 \left( e^{\frac{t}{T_0}} - 1 \right) - t \right] - \frac{\Omega_y T_0 \operatorname{sgn}[\varphi]}{T_n T_n} \left[ T_0^2 \left( e^{\frac{t}{T_0}} - 1 \right) - T_0 t - \frac{t^2}{2} \right] \quad (1)$$

$$\Omega_x(t) = \Omega_x(0) - \frac{\Omega_y T_0 \operatorname{sgn}[\varphi]}{T_n T_n} \left[ T_0 \left( e^{\frac{t}{T_0}} - 1 \right) - t \right] \quad (2)$$

Уравнение (1) определяет механизм изменения разных фаз формируемого и выходного колебаний, уравнение (2) – разность частот опорного и подстраиваемого колебаний [2].

Для решения уравнений (1) и (2) используется компьютерная программа с применением встроенных функций Mathcad, позволяющая получить графики зависимостей разности фаз и частот от времени, показанных на рисунке 2.

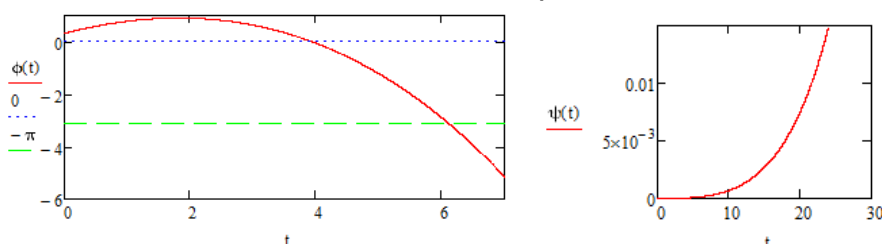


Рисунок 2 – Зависимость разности фаз и частот от времени

### Библиографический список

1. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Часть 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы / М.: Физматлит, 2004. 464 с.
2. А.с. 1415441 СССР, МКИ НОЗ L7/00. Устройство фазовой автоподстройки частоты / В.Ф. Одинокоев, С.И. Холопов, М.В. Петров (СССР). №4162161/24-09; Заявл. 15.12.86; Опубл.07.08.88 в Б.И. №29.

## **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДОГОВОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТРУДОВЫХ ОТНОШЕНИЙ В ОРГАНИЗАЦИЯХ РЕГИОНА**

А.Р. Прокофьева

Научный руководитель – Александров В.В., к.с.н., доцент

Правовое регулирование трудовых отношений - совокупность способов правового контроля, которые характеризуют особенности влияния норм трудового права на общественные отношения, возникающие между работником и работодателем в сфере труда. Существует несколько видов договорного регулирования трудовых отношений: индивидуальный трудовой договор, соглашение и коллективный договор [1].

Цель самого распространенного коллективного договора – улучшение эффективности закона и усовершенствование регулирования трудовых отношений в организации, то есть с помощью коллективного договора происходит закрепление положений трудового законодательства на конкретном предприятии, учитывая при этом интересы, как работников, так и организации. Также могут устанавливаться общие принципы контроля трудовых отношений на уровне субъекта РФ [2].

Качественные критерии оценки эффективности охватывают аспекты, которые не могут быть выражены количественно, но категорически необходимы для трудовых отношений, оптимизации рабочего процесса на предприятиях, улучшения здоровья работников и др. Эти показатели реализовываются в экспертной оценке, содержащей уточнение важных мер, обеспечивающих права и гарантии работников и реализующих обязательства коллективного договора [3]. Качественные показатели сложно оценить, так как они представлены в виде текста, включающего в себя меры по защите прав работников, обеспечению исполнения обязательств и др.

Методика оценки качества договорного регулирования трудовых отношений основывается на выделении ключевые пункты разделов договоров организаций региона, реализующих правовые функции. Полученные коэффициенты всех организаций сравниваются (по организациям, регионам, времени), и анализируется качество договоров.

Таким образом, качество договорного регулирования трудовых отношений в организациях региона следует оценивать с двух точек зрения: с соблюдения интересов региона и интересов организаций.

### *Библиографический список*

1. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 02.12.2019)
2. Александров В.В. Об эффективности коллективных договоров и результатах оценки их состояния в вузах Сибирского Федерального округа -К выступлению В.В.Александрова на семинаре СФО в г. Новосибирске 15-16 мая 2007 г.
3. Лобок Д. В., Бирженюк Г. М., Васецкий и др. Коллективный договор как механизм предотвращения социально-трудовых конфликтов / науч. ред. А. С. Запесоцкий. — СПб. :СПбГУП, 2018. — 184 с. — (Социально-трудовые конфликты ;Вып. 11).

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФОВЫХ АЛГОРИТМОВ В СФЕРЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ**

А.В. Пудова

Научный руководитель - Маркин А.В.

канд. техн. наук, старший научный сотрудник, доцент

Территориальное планирование – это поиск оптимального размещения объектов на местности для государственных и муниципальных нужд [1].

Целью настоящей работы является обзор основных методов территориального планирования и исследование возможности их реализации с помощью алгоритмов на графах.

В работе исследуются следующие методы территориального планирования [2]:

- метод экспертных оценок;
- метод экстраполяции;
- метод районирования и зонирования территорий.

Анализ литературы, показал, что наиболее применимыми в сфере территориального планирования могут являться следующие алгоритмы на графах [3]:

- 1) кластеризация;
- 2) выделение главных компонент;
- 3) экспертное прогнозирование.

Для оценки возможности применения алгоритмов на графах в сфере территориального планирования проведено сравнение характеристик методов территориального планирования и алгоритмов на графах.

В ходе проведенного сравнительного анализа выявлено следующее:

- 1) метод экспертных оценок может быть реализован на графах с помощью алгоритма экспертного прогнозирования;
- 2) метод зонирования реализуется кластеризацией;
- 3) экстраполяцию можно провести благодаря применению алгоритма выделения главных компонент.

Использование алгоритмов на графах в сфере территориального планирования позволит визуализировать и оптимизировать работу с данными.

### *Библиографический список*

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 02.08.2019) (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.08.2019) [Электронный ресурс] URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51040/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/) (дата обращения: 06.04.2020).

2. Федеральная государственная информационная система территориального планирования URL: <https://fgistp.economy.gov.ru/> (дата обращения: 08.04.2020).

3. Рафгарден Т. Совершенный алгоритм. Графовые алгоритмы и структуры данных: учеб. пособие – 2020. – 256 с.

## СЕКЦИЯ «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ»

### РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЗАКАЛОЧНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ КУЛАКОВ И ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

М.А. Плетнев

Научный руководитель – Сеницын И.Е. канд. техн. наук, доцент

В данной работе рассматривается ряд вопросов по проектированию конструкции закалочного автомата.

Типовыми деталями, подвергаемыми термической обработке, являются кулаки и зубчатые колеса определенных типоразмеров. Применение индукционной закалки обеспечит необходимую точность глубины и твердости металла за счет ряда изменяемых параметров.

Использование единой конструкции наконечника индуктора позволит выполнять термообработку различной формы поверхностей деталей без его замены.

Для равномерной глубины закаливаемого слоя металла необходимо, чтобы индуктор был постоянно перпендикулярен плоскости закаливаемой детали, так как нормаль закаливаемой плоскости не всегда совпадает с осью установки.

В соответствии с этим, требуемые движения индуктора и детали представлены на рисунке 1.

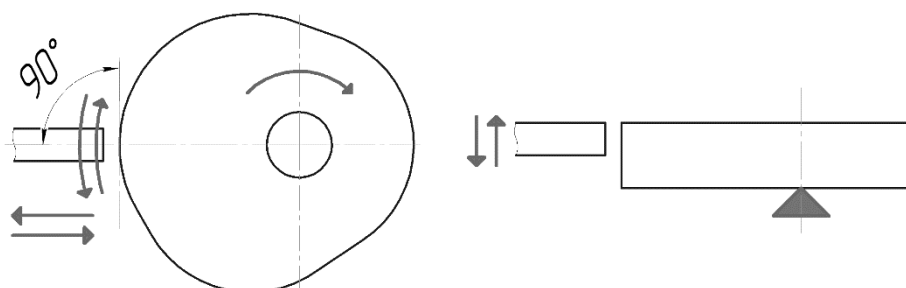


Рисунок 1 – движения индуктора

В соответствии с движениями, показанными на рисунке 1, определяются следующие механизмы установки: механизм вращения детали, механизм горизонтального перемещения индуктора, механизм вертикального перемещения индуктора и механизм поворота индуктора.

Данная конструкция позволяет выдерживать постоянное расстояние между индуктором и деталью, а также осуществлять закалку поверхности последовательным способом, непрерывно-последовательным, а также закалку отдельных зон поверхности.

При этом возможен контроль температуры нагреваемой поверхности, что позволит получить однородный результат закаленной поверхности.

Применение данной конструкции установки позволяет снизить эксплуатационные затраты, а также повысить скорость термообработки деталей.

## РАСЧЁТ ПИТАТЕЛЕЙ ЛИТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ МНОГОГНЁЗДНОЙ ПРЕСС-ФОРМЫ

А.Е. Полуэктов, Д.А. Тарасов

Научный руководитель – Дятлов Р.Н., канд. техн. наук, доцент

В выпускной квалификационной работе «Усовершенствование и модернизация конструкции и технологического процесса изготовления 3D модели отливки» рассматривается проектирование, расчёт и создание оснастки, для одновременного литья двух различных деталей, методом литья металлов под давлением.

Питатели и вентиляционные каналы во многом определяют качество отливки. От площади поперечного сечения питателя зависит скорость впускного потока, а от его толщины – характер заполнения пресс-формы [1].

В связи с тем, что две детали имеют различную форму и массу, скорость их заполнения при одновременном заполнении обеих рабочих полостей будет отличаться. Для предотвращения этого необходимо подобрать такую площадь сечения питателя, которая компенсирует разницу в форме и массе деталей.

$$f_{\text{пит}} = \frac{(M_{\text{отл}} + M_{\text{пром}})}{\rho_{\text{м}} v_{\text{вп}} \tau_{\text{зап}}}, \quad (1.1)$$

где,  $M_{\text{отл}}$  – масса отливки,

$M_{\text{пром}}$  – масса промывника,

$\rho_{\text{м}}$  – плотность сплава (для нашего 2,73 кг/м<sup>3</sup>),

$v_{\text{вп}}$  – скорость впуска,

$\tau_{\text{зап}}$  – продолжительность заполнения.

На производстве принимаются следующие значения:

При средней скорости впускного потока 15 м/с (величина стандартная) и продолжительности заполнения 0,06 (величина стандартная) скорость впуска:

$$v_{\text{вп}} = 15K_1K_2, \quad (1.2)$$

где,  $K_1$  – коэффициент конфигурации отливки,

$K_2$  – коэффициент давления металла.

Продолжительность заполнения пресс-формы можно представить в виде произведения среднего времени её заполнения (0,06 с) на коэффициенты  $K_3$  и  $K_4$ , учитывающие вид сплава и среднюю толщину стенки отливки:

$$\tau_{\text{зап}} = 0,06K_3K_4, \quad (1.3)$$

где  $K_3$  – коэффициент вида сплава,

$K_4$  – коэффициент средней толщины стенки.

Подставив значения  $v_{\text{вп}}$  и  $\tau_{\text{зап}}$  в формулу (1.1) получим следующее:

$$f_{\text{пит}} = 1,11 \frac{(M_{\text{отл}} + M_{\text{пром}})}{\rho_{\text{м}} K_1 K_2 K_3 K_4}. \quad (1.4)$$

Значения детали «Стакан»:

$M_{\text{отл}} - 0,325$  кг;

$M_{\text{пром}} - 0,05$  кг;

$\rho_m - 2,73$  кг/м<sup>3</sup>;

$K_1 - 1,5$ ;

$K_2 - 2$  (для 20-40 МПа);

$K_3 - 0,9$  (алюм. Сплав);

$K_4 - 1,3$  (толщина стенки 6-9 мм).

Значения детали «Крышка»:

$M_{\text{отл}} - 0,337$  кг;

$M_{\text{пром}} - 0,05$  кг;

$\rho_m - 2,73$  кг/м<sup>3</sup>;

$K_1 - 1,25$ ;

$K_2 - 2$  (для 20-40 МПа);

$K_3 - 0,9$  (алюм. Сплав);

$K_4 - 1,3$  (толщина стенки 6-9 мм).

Рассчитаем площадь питателя для детали «Стакан».

$$f_{\text{пит ст}} = 1,11 \frac{(0,325 + 0,05)}{2,7 * 10^{-3} * 1,5 * 2 * 0,9 * 1,3} = 29,846 \text{ мм}^2$$

Конструктивно принимается  $f_{\text{пит ст}} = 30 \text{ мм}^2$ .

Подставив указанные выше значения в формулу (1.4), получим:  $f_{\text{пит ст}} = 0,8 f_{\text{пит кр}}$ . Отсюда:  $f_{\text{пит кр}} = 25 * 0,8 = 24 \text{ мм}^2$ .

Толщина питателя – величина постоянная и зависит от средней толщины стенки отливки. Для отливаемых деталей толщины питателей равны и имеют значение 1,2 мм. Отсюда ширина питателя для детали «Стакан» будет 25 мм, для детали «Крышка» – 20 мм.

Полученные расчёты и вся сопутствующая документация оснастки инструментального цеха АО «Рязанский радиозавод» после оформления заносится в соответствующую защищенную базу данных. Тем самым обеспечивая долгосрочное хранение и своевременный доступ в случае необходимости.

1. Литье под давлением/М.Б. Беккер, М.Л. Заславский, Ю.Ф. Игнатенко и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.

## **СУБД ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ХРАНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ В ЭЛЕКТРОННОМ ФОРМАТЕ**

Д.А. Тарасов

Научный руководитель – Дятлов Р.Н., канд. техн. наук, доцент

В цехах завода хранится большое количество чертежей и бумажных носителей со списками рабочих, заказов. Вследствие этого необходимо больше помещений для размещения всей документации. Но проблема в том, что выделять помещения не всегда возможно, а утилизировать или некачественно хранить нежелательно. Одним из выходов данной проблемы является перевод документации и чертежей в электронный вид и создание базы данных (БД) для оперативного доступа к ним, а также последующим редактированием уже имеющихся данных. Приобретение и размещение необходимого оборудования позволит перевести чертежи и документацию в электронный формат и хранить информацию в цифровом качестве. Базы данных позволят долговременно хранить всю важную информацию о чертежах и обеспечить гибкий и оперативный доступ к ним.

Для управления БД, требуется выбрать СУБД, удовлетворяющую всем требованиям пользователей. Все системы управления базами данных выполняют одну основную задачу, (дают возможность пользователям создавать, редактировать и получать доступ к данным, хранящимся в базах, данных), в широких пределах варьируется процесс выполнения этой задачи. В каждой СУБД возможности и функции могут отличаться. Документирование СУБД может проходить тщательно в различных степенях. Техническая поддержка предоставляется по-разному.

Разрабатываемая БД хранит чертежи деталей, которые выпускаются инструментальным цехом. Пользователем БД является диспетчер цеха. Главные достоинства, по которым проходил выбор СУБД:

- СУБД должна быть реляционной, в которой данные хранятся в одном файле и распределяются по разным таблицам;
- Обработка информации должна быть быстрой в не зависимости от объемов;
- Большое количество инструментов позволяющих выполнять работу за пользователя, избавит от рутинных действий и упростит работу пользователю непрограммисту;
- Импорт/экспорт данных в различные форматы.

Продукт Microsoft Access 2010 и поздних версий. Данные СУБД подходят для автоматизированного хранения чертежей в электронном формате.

1. Тарасов Д.А. Создание базы данных чертежей в электронном виде: выпускная квалификационная работа бакалавра. – Р.:РГРТУ, 2018.- 8 с, 78 с.

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОГО МОДУЛЯ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ**

К.Ю. Цветков

Научный руководитель – Куличенко Т.А., канд. техн. наук, доцент

При обработке изображений, поступающих с приемника в микроэлектронный модуль, на данный момент принимают участие несколько печатных плат, объединенных в один конструктивный элемент. Такое решение позволяет выполнять поставленные задачи с требуемым качеством и быстродействием[1].

Ранее отмечалось, какие изменения необходимо внести в конструкцию микроэлектронного модуля для того, чтобы он стал отвечать современным требованиям, которые во многом продиктованы стремительным развитием науки и технологий. В данном материале речь пойдет о внесении изменений в информационную составляющую модуля.

В случае изменения набора элементов, которые установлены в устройстве, в большинстве случаев приходится вносить значительные коррективы в программную составляющую, которая связывает все эти элементы и позволяет устройству выполнять те функции, ради которых оно создавалось. Зачастую эти коррективы приобретают такие масштабы, что становится проще полностью переписать программный код, чем вносить изменения в уже существующий. Аналогичная ситуация и в нашем случае. Становится очевидным, что просто переписывать код программы только из-за изменения компонентной базы устройства не является совсем правильным. В данном случае гораздо более продуктивным станет расширение функциональных возможностей, повышение быстродействия, совершенствование алгоритмов обработки данных.

В совокупности программа, обеспечивающая функционирование микроэлектронного модуля представляет собой набор из нескольких подпрограмм, отвечающих за реализацию различных функций. Общая концепция программы базируется на обработке массивов данных (математических матриц), значения элементов которых при обобщении представляют собой обычное изображение, которое формируется при распознавании обстановки фотоэлементом. При обработке этих массивов данных выполняются операции распознавания элементов изображения. Конечной задачей программы является формирование сигналов, управляющих работой отдельных элементов микроэлектронного модуля.

Подводя итог, хочется отметить, что у любого программного продукта существует свой срок службы, в течение которого он является эффективным. Но с течением времени он устаревает. В таких случаях его модернизация позволяет вновь достичь соответствия возросшим запросам заказчиков.

1. Цветков, К.Ю. Электронный модуль обработки изображения оптико-электронного прибора / К.Ю. Цветков // Новые информационные технологии в научных исследованиях Материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. - Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф.Уткина, 2019. - С. 41-43.

## **АНАЛИЗ ЭТАПОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ**

А.С. Щукарев

Научный руководитель – Сосулин Ю.А. канд. техн. наук, доцент

Рассматриваются схемы автоматизированной системы и основные этапы обработки данных.

Для улучшения технической составляющей средств вычислительной техники и элементов систем управления применяют методы связанные с повышением производительности и эффективности использования пропускной способности каналов. Компрессия позволяет достичь подобных результатов. Преобразование Фурье, ряд Тейлора, метод Лагранжа и т.п - математические аппараты, которые лежат в основе алгоритмов для определенных типов данных. Рассмотрим теорию вейвлетов, как один из способов обработки потоковой информации в автоматизированных системах.

Оценкой эффективности в данном случае будет являться общее время обработки информации, включающая в себя:

- 1) Обработка на стороне преобразователя;
- 2) Компрессия на стороне преобразователя;
- 3) Передача информации средствами телекоммуникации;
- 4) Декомпрессия и обработка управляющего воздействия.

Будущая схема должна содержать распределенную систему конечного числа элементов измерительных узлов, собирающего поступающий сигнал датчиками с объекта наблюдения. Узлы преобразуют сигнал датчиков и формируют поток информации в реальном времени, передавая его по каналам связи. При этом узлы могут иметь различное локационное размещение. Однако с использованием коммуникационных средств связи данные передаются в систему управления потоковой информацией. Система должна преобразовывать массив данных, проводить их анализ, содержать блок функций экспертной системы для поддержания принятия решений.

В свою очередь, пользователи могут получить доступ к информации, хранящейся в базе данных через Internet-сервис, реализованный в виде WEB-интерфейса. Результаты обработки могут представляться пользователям в виде удобного графического интерфейса, соответствующего основным особенностям базы данных. В этом аспекте разрабатываемая информационная система обладает такими важными свойствами, как емкость масштабируемость, стандартность механизмов ввода/вывода.

## МЕТОД ОПОРНЫХ ВЕКТОРОВ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ

М.М. Еремин

Научный руководитель – Дятлов Р.Н., канд. техн. наук, доцент

Машина опорных векторов (Support Vector Machine -SVM) - это классификатор, определенный с использованием гиперплоскости, разделяющей классы [1]. Разделяющая гиперплоскость представляет собой N-мерную версию прямой линии. При условии, что в задаче бинарной классификации задан маркированный обучающий набор данных, SVM находит оптимальную гиперплоскость, которая делит данные на два класса. Этот метод легко распространяется на задачу с N классами. Самым примитивным является двумерный случай с двумя классами точек. Он имеет дело только с точками и прямыми, расположенными на двумерной плоскости, что значительно проще, чем визуализировать векторы и гиперплоскости в пространстве большей размерности. Конечно же, это упрощенная версия задачи SVM, но очень важно рассмотреть и визуализировать данный случай, прежде чем переходить к наборам данных более высоких размерностей.

Из двух классов точек нужно найти оптимальную гиперплоскость, разделяющую эти классы. Можно провести множество прямых линий, разделяющих данные классы точек. Однако только одна линия является наилучшим разделителем, поскольку она максимизирует расстояния, на которые точки удалены от разделяющей их линии. Точки, расположенные на пунктирных линиях, называются опорными векторами [2].

Основная идея метода опорных векторов – разделить группы точек, используя плоскость решений (прямую). Чем меньше ширина полосы, тем сложнее модель.

Следовательно, лучшая разделяющая прямая имеет самую широкую полосу. Исходя из этого опорные вектора – это точки, которые лежат на внешней границе полосы. Плоскость решений (прямая) определяется только опорными векторами. Все остальные точки не имеют принципиального значения.

Исходя из этого, можно выделить следующие преимущества метода: легкость обучения реализации, работу с многомерными данными на небольшой выборке

Недостатки: необходима качественная трансформация исходного пространства.

### *Библиографический список*

1. Джоши П. Искусственный интеллект с примерами на Python. - М.: Диалектика, 2019. - 64 с.
2. Дауни А. Байесовские модели. - М.: ДМК Пресс, 2018. - 202 с.

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА И ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА В СИСТЕМЕ MATLAB

А.Е. Карпинович, А.А. Меркушкин

Научный руководитель – Сосулин Ю.А., канд. техн. наук, доцент

*Регрессионный анализ* – метод моделирования измеряемых данных и исследования их свойств. Данные состоят из пар значений зависимой переменной (отклик) и независимой переменной.

Виды регрессионных задач:

- *Определение формы зависимости.* В зависимости от характера и формы взаимосвязи между явлениями, существует положительная линейная и нелинейная и отрицательная линейная и нелинейная регрессии.
- *Установление функции регрессии в виде* математического уравнения определенного типа и установление влияния объясняющих переменных на зависимую переменную.
- *Оценка неизвестных значений зависимой переменной.* Используя функцию регрессии, можно определить значения зависимой переменной в диапазоне указанных значений объясняющих переменных или оценить ход процесса за пределами указанного интервала. Результатом будет являться оценки значения зависимой переменной [1].

При проведении экспериментов над объектами - качество результатов и затраты определяются организацией самого эксперимента. В связи с этим, кроме изучения эффективных методов обработки экспериментальных данных, появляется необходимость оптимизировать сам эксперимент по определенным параметрам: интервалам варьирования, количеству уровней вариации факторов и сочетанием их и последовательностью проведения опытов, количеству учитываемых входных факторов, сочетанием их и последовательностью проведения экспериментов [2].

При реализации эксперимента необходимо учитывать все факторы, влияющие на выходное значение. В ходе эксперимента можно последовательно установить несколько значений уровней факторов. Такой эксперимент является полным факторным экспериментом (ФФЭ). Эксперимент, который не включает все допустимые сочетания уровней факторов, называется дробным факторным экспериментом (ДФЭ). Учитывая условие, что все возможные факторы изменяются на  $(p)$  уровнях, число экспериментов для ПФЭ(ФФЭ) будет  $N = p^k$ , где  $k$  – число факторов. В связи с этим выбор сочетаний уровней факторов, их количества и порядка проведения опытов является основной целью планирования эксперимента.

### *Библиографический список*

1. Регрессионного анализ и планирование эксперимента. [Электронный ресурс] // MachineLearning.Ru: информ. – аналитический ресурс. URL: <https://math.semestr.ru/corel/regression-analysis.php>(дата обращения: 25.11.2019).
2. Регрессионный анализ и планирование эксперимента. [Электронный ресурс] // Studopedia: информ. – справочный портал. URL: [https://studopedia.ru/view\\_misi.php?id=94](https://studopedia.ru/view_misi.php?id=94)(дата обращения: 24.11.2019).

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CAD СИСТЕМ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ (VR)**

Е.Е. Медведев

Научный руководитель – Дятлов Р.Н., канд. техн. наук, доцент

VR (virtualreality–виртуальная реальность) это полноценное виртуальное трехмерное окружение, позволяющее пользователю видеть и воспринимать виртуальный спроектированный мир как реальный. CAD (computer-aided design/drafting - система автоматизированного проектирования) позволяет создавать сложные трехмерные объекты и перевести их на бумажный формат в виде чертежей для дальнейшего изготовления в производстве.

Рассматривается вопрос о необходимости совместного использования данных технологий в производстве. Это способствует экономической эффективности, обучаемости, лучшему представлению модели и готового продукта производства.

Также важен фактор развития технологий в производстве, когда взамен устаревших плоских мониторов используют новые трехмерные шлемы, не теряя удобство в использовании и привычности среды.

Также рассматривается вопрос обучение персонала правилам работы с новой технологией, путем создания обучающей программы.

Приводятся основные достоинства работы в трехмерном пространстве, формируется основной принцип ввода VR (virtualreality–виртуальная реальность) технологий в существующее производство.

### *Библиографический список*

1. Michael Bodekaer. Virtual lab. - М.: TED 2016.
2. PhilKauffold. Будущее виртуальной реальности. TEDx 2016.
3. Zenka. Knowlage age. TEDx 2016.
4. Ethan Kinney. SOLIDWORKS World 2017 | Bringing CAD to VR. 2017.
6. Справочник инженера-конструктора. Предприятие РЕЗОНИТ г.Москва.

## СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ И БИМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА»

### АЛГОРИТМЫ АДАПТИВНОГО ПОДАВЛЕНИЯ СЕТЕВОЙ НАВОДКИ ПРИ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛА

Б.К. Гарифуллин

Научный руководитель – Виноградов А.Л., канд. техн. наук, доцент

Предварительная цифровая фильтрация электрокардиосигнала (ЭКС) в первую очередь подразумевает подавление сетевой наводки с помощью режекторного фильтра. Преимущественно используются адаптивные режекторные фильтры.

Достаточно эффективный способ освобождения ЭКС от гармонической помехи известной частоты приведен в работе [1]. Входной сигнал  $x(n)$  адаптивного компенсатора помехи (АКП) представлен в виде аддитивной смеси отсчетов ЭКС и сетевой наводки.

АКП использует простейший алгоритм подавления помехи, а именно  $y(n) = x(n) - u(n)$ , где  $y(n)$  — выходной сигнал,  $u(n)$  — корректирующее значение, вычисляемое фильтром по укороченному уравнению гармонической кривой Юла на каждом шаге  $n$ . Критерием качества адаптации служит значение разности  $\delta(n) = y(n) - y(n-1)$ . В зависимости от знака разности  $\delta(n)$  корректирующее значение  $u(n)$  уменьшается или увеличивается на фиксированное значение поправки  $\Delta$  так, чтобы скорректировать  $\delta(n)$  в сторону нуля. Полученное значение  $u(n)$  используется для вычисления выходного отсчета  $y(n)$ .

Ключевое влияние на качество подавления помехи оказывает выбор значения поправки  $\Delta$ . При больших значениях  $\Delta$  АКП настраивается достаточно быстро, но остаточная погрешность выделения полезного сигнала получает существенное значение.

Для увеличения скорости сходимости предложен упрощенный градиентный метод настройки корректирующего значения, а именно

$u(n) = u(n-1) + 2\mu\delta(n-1)$ , где  $\mu$  — коэффициент сходимости, определяющий время сходимости и конечную погрешность адаптации.

Как известно, градиентный алгоритм адаптации можно рассматривать как частный случай метода стохастической аппроксимации. Применительно к поставленной задаче можно предложить следующую формулу для получения корректирующего значения  $u(n)$  на основе наблюдаемого временного ряда:  $u(n) = u(n-1) + \gamma(n)\delta(n-1)$ , где  $\gamma(n)$  — соответствующим образом выбранная скалярная последовательность.

На основе модельного эксперимента в среде MathCad показано, что наилучший результат с точки зрения скорости сходимости и остаточной погрешности адаптации можно получить на основе метода стохастической аппроксимации.

1. Кардиомониторы. Аппаратура непрерывного контроля ЭКГ: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. А.Л. Барановского и А.П. Немирко. – М.: Радио и связь, 1983. – 248 с.

## ОБРАБОТКА СИГНАЛА В СИСТЕМЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ДЫХАНИЯ ПЛОВЦА

С.А. Новиков

Научный руководитель – Голь С.А., канд. техн. наук, доцент

В данной работе рассматривается вариант обработки аудиозаписи дыхательного процесса человека с целью выделения огибающей этого сигнала. Для реализации алгоритма обработки используем язык программирования Matlab, запись производится на электретный микрофон, с помощью функции `audiorecorder()`. После этого будет произведена запись в файл для удобства дальнейшей обработки.

Цель обработки сигнала в данной работе, выделение огибающей сигнала для получения информативной кривой по которой можно будет судить о синхронности и правильности дыхания пловца во время тренировки. Для выделения огибающей используем простейший метод, который выполняется по следующему алгоритму:

1. Возведение сигнала в квадрат
2. Модуль сигнала
3. Фильтрация сигнала фильтром нижних частот

Первые два пункта не требуют объяснения, для реализации третьего пункта используем функцию `designfilt()`, в параметрах которой можно задать тип фильтра, порядок фильтра, частоту дискретизации и частоту среза. В данной работе использовался БИХ ФНЧ 8 порядка. После значения, полученные из этой функции, передаются в функцию `filtfilt()`, которая выполняет фильтрацию в двух направлениях – прямом и обратном, это позволяет избавиться от фазового сдвига. Результат работы программы показан на рисунке 1.

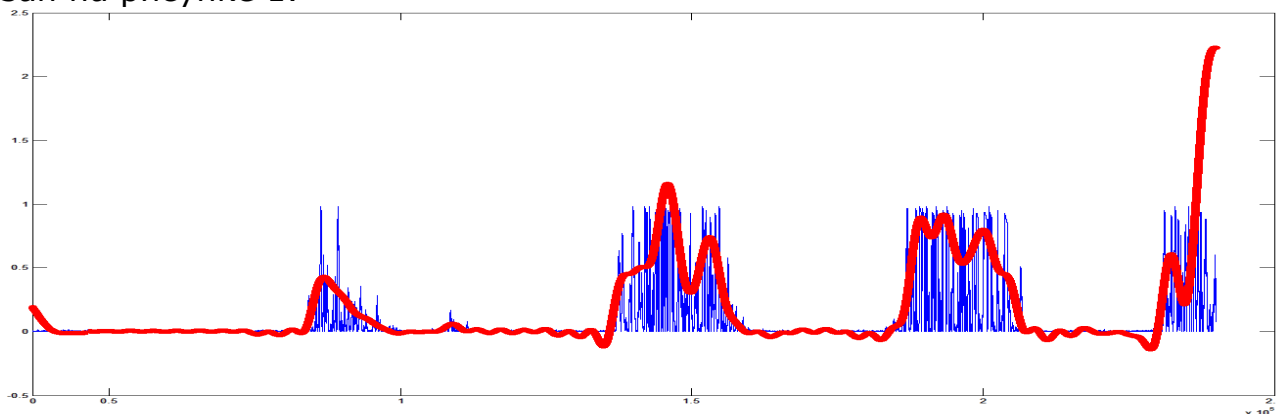


Рисунок 1. Результат обработки сигнала

Как видно из графика, огибающая выделяется не точно, если сравнивать с методом, который использует преобразование Гильберта, однако если будет поставлен вопрос по минимизации вычислений и достижения максимальной скорости, то данный метод может быть полезен.

1. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие. – 3-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011 -768 с.: ил. – (Учебная литература для вузов)

# МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ЭЛЕКТРОАКУПНКТУРЫ

Д.Ю. Ледков

Научный руководитель – Кряков В.Г., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время особое внимание уделяется методам диагностики и терапии, основанным на свойствах биологически активных точек (БАТ). Параметры проводимости точки имеют ключевое значение в диагностике состояния организма. Акупунктурная точка обладает некоторым электрическим потенциалом. Этот потенциал возникает под действием ЭДС, существующей в теле и оказывает соответствующее влияние на точки акупунктуры.

Для измерения электропроводности акупунктурных точек в данной работе предложена следующая схема многофункционального прибора (рис.1). Прибор имеет возможность диагностики БАТ по электропроводности, может осуществлять поиск БАТ, а та же электротерапевтическое воздействие на точку акупунктуры.

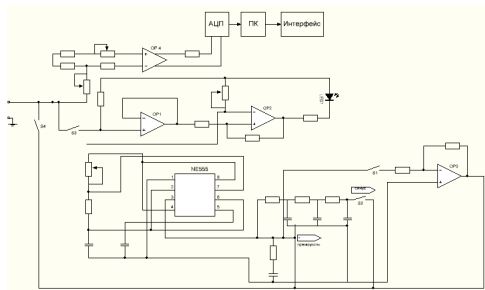


Рис. 1 – Функциональная схема многофункционального прибора для электроакупунктуры

В режиме поиска прибор может находить точку по сниженному ЭКС. В режиме диагностики прибор определяет электропроводность точки, данные электропроводности точки по каждому меридиану передаются через АЦП в компьютер и заносятся в специальную таблицу по каждому меридиану. Электротерапия

осуществляется генератором импульсов различной полярности, определенной формы и частоты.

Принцип работы прибора следующий. Сначала с помощью режима поиска находят точку акупунктуры. Затем производят ее диагностику, если точка находится в коридоре нормы, то переходят к следующей точке. Если точка имеет сниженную проводимость, то на нее воздействуют положительными импульсами с частотой в зависимости от меридиана. Если точка имеет повышенную проводимость, то на нее воздействуют отрицательными импульсами. После электротерапии вновь проводят диагностику и проверяют, вернулась ли точка в коридор нормы.

В среде графического программирования LabVIEW реализован виртуальный прибор канала регистрации данных электропроводности точек, а так же реализованы подприборы для возможности записи данных в таблицу и сохранения их в виде текстового файла на компьютере.

1. Ледков Д.Ю., Кряков В.Г. Электротерапевтическое воздействие на организм человека через точки акупунктуры// Материалы Международного научно-технического форума «Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2019»: сб. тр. междунар. науч.-техн. форума / под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2019.

## **ПОРТАТИВНЫЙ АДАПТИВНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ТОЛЩИНЫ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ**

А.С. Курицын

Научный руководитель – Струтинский Ю.А., канд. техн. наук, доцент

Измерение толщины лакокрасочного покрытия (ЛКП) является важной задачей во многих отраслях промышленности. Поэтому толщиномеры являются широко распространёнными измерительными инструментами в РФ.

Принцип работы толщиномера основан на частотном методе измерения ЛКП. Сам прибор представляет собой электронное устройство, в состав которого входят следующие узлы: преобразователь и измерительное устройство. В состав первого узла входят: генератор и делитель частоты.[1] Преобразователь присоединяется к измерительному устройству при помощи кабеля и выполнен в виде цилиндра, в торце которого расположена катушка. В состав измерительного устройства входят: генератор, микроконтроллер (МК), клавиатура, индикатор, источник питания, кнопка вкл/выкл и микросхема энергонезависимой памяти. После подачи питания генератор запускается на частоте определяемой параметрами катушки, при этом выходная частота генератора делится делителем и сформированный полезный сигнал, имеющий форму меандра, частота которого пропорциональна толщине ЛКП, поступает на измерительное устройство, а именно на счетный вход микроконтроллера. Вход МК сконфигурирован на прием внешних прерываний. При обнаружении переднего фронта входного сигнала, микроконтроллер вырабатывает прерывание, в котором запускается таймер-счетчик, производящий подсчет количества импульсов опорного генератора. При обнаружении заднего фронта входного сигнала, МК вырабатывает прерывание, останавливая таймер-счетчик, и по зафиксированному количеству импульсов, производится расчет толщины ЛКП. Рассчитанная толщина слоя ЛКП выводится на индикатор и может быть сохранена оператором в энергонезависимую память для дальнейшего применения.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что при помощи толщиномера можно легко и быстро определять и сохранять толщину ЛКП, например, автомобиля, и после измерений сделать вывод, был ли данный автомобиль в ремонте, как качественно выполнена покраска, нанесение защитного слоя и напыление защитного лакокрасочного покрытия.

### *Библиографический список*

1. Сухоруков, В.В. Неразрушающий контроль [Текст]: в 5 кн. Кн.3. Электромагнитный контроль: Практик. пособие / В.Г. Герасимов, А.Д. Покровский, В.В. Сухоруков; Под ред. В. В. Сухорукова. - М.: Высш. шк., 1992. - 312 с.: ил. - 5000 экз. - ISBN 5-06-002039-8.

2. Бакунов А.С., Калошин В.А., Рудаков А.С., Шубочкин С.Е. Толщиномер гальванических покрытий. - Дефектоскопия, 2004г, №6, с.26-40.

## **ИЗМЕРЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПУЛЬСОВОЙ ОКСИМЕТРИИ В ОПРЕДЕЛЕНИИ НАСЫЩЕНИЯ КИСЛОРОДОМ**

А.А. Платон

Научный руководитель – Струтинский Ю.А., канд. техн. наук, доцент

Пульсоксиметрия - это простой и неинвазивный метод, используемый для изучения насыщения кислородом (SpO<sub>2</sub>) в различных частях тела. Использование пульсоксиметрии эффективно для ускорения отлучения от искусственной вентиляции легких и экстубации и снижает частоту кровотечений для анализа газов артериальной крови. Удобное использование, скорость и высокая точность выявления гипоксии и постоянного наблюдения за пациентами

В этом исследовании зонды мочки уха имели самое высокое клиническое согласие с SaO<sub>2</sub> и более высокую точность из-за меньшей средней разницы и ограниченного доверительного интервала, следующего за зондами пальцев, пальцев ног и лба. Результаты исследования указали, что пульсовая оксиметрия зонда ушной раковины имела более высокую точность по сравнению с пульсовой оксиметрией зондов пальцев рук и ног при выявлении гипоксемии у детей и младенцев. Кроме того, было показано, что пульсовая оксиметрия зонда пальца имеет наименьшее согласие с SaO<sub>2</sub>.

Пульсовая оксиметрия мочки уха более точна и надежна в отношении этих изменений. Зонд мочки уха можно рассматривать как правильный метод пульсовой оксиметрии, поскольку в зонде мочки уха движение тела ограничено, а риск снижения перфузии тканей повышен. Таким образом, относительно важности постоянного мониторинга и поддержания гемодинамической стабильности у пациентов, перенесших операции на сердце и, учитывая результаты исследования, зонд мочки уха можно использовать в качестве правильного метода для изучения насыщения кислородом у пациентов, перенесших операции на сердце.

Результаты исследования показали, что зонд мочки уха имел более высокую точность в показателе SpO<sub>2</sub> среди пациентов, поступивших в отделение интенсивной терапии для кардиохирургии, по сравнению с пальцем, ногой и лбом зондов и полученным SpO<sub>2</sub> значения мочки зонда приближены к SaO<sub>2</sub>, полученной из теста ABG. Таким образом, зонд мочки уха можно использовать в отделениях интенсивной терапии для измерения насыщения периферической крови кислородом.

### *Библиографический список*

1. Энциклопедия клинических лабораторных тестов под ред. Н. Тица, М., Лабинформ, 1997 г.
2. Медицинские лабораторные технологии и диагностика, под ред. А.И. Карпищенко. Справочник, т 1, С. Петербург, 1998 г.
3. Микрокомпьютерные медицинские системы: Проектирование и применение. / Под ред. Томпкинса У., Уэбстера Дж. Пер. с англ. - М.: Мир, 1983
4. Пульсоксиметрия: физические принципы и применение в медицине, Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, 2008.

## **РЕАЛИЗАЦИЯ БЕЗМАНЖЕТНОГО СПОСОБА НЕПРЕРЫВНОГО ИЗМЕРЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ В МАГНИТОТЕРАПИИ**

Н.А. Якименко

Научный руководитель – С.Г. Гуржин, канд. техн. наук, доцент

Одним из показателей жизненно важных функций организма человека, характеризующего работу сердца, кровеносной системы и общее физическое состояние является артериальное давление (АД). Автоматическое измерение и непрерывный контроль АД во время проведения сеанса магнитотерапии позволит оперативно оценивать степень влияния биотропных параметров магнитного поля на пациента, своевременно корректировать воздействие в сторону нормализации АД, адаптировать его к конкретному пациенту и тем самым повысить эффективность лечения.

Цель работы – показать возможность реализации безманжетного неинвазивного способа непрерывного автоматического измерения АД во время проведения сеанса общей магнитотерапии.

Произведен сравнительный анализ известных методов измерения артериального давления [1], разработана структурная схема измерителя, состоящая из двух фотометрических датчиков, модуля сбора данных, персонального компьютера (ПК) и созданы оригинальные программные средства в виде виртуальных приборов (ВП) в среде LabVIEW [2]. Регистрация пульсовой волны фотометрическими датчиками, фотоплетизмограмм (ФПГ), в двух точках, расположенных на фиксированном расстоянии, позволяет с помощью одних ВП непрерывно измерять время распространения пульсовой волны [3], а с помощью других ВП вычислять скорость распространения пульсовой волны.

Расчет АД производится косвенным методом, используя известную функциональную зависимость в виде уравнения Моенса-Кортевега и некоторые индивидуальные физиологические показатели пациента [4].

Произведена метрологическая оценка методов выделения характерных точек на сигналах ФПГ и методов измерения временного интервала между этими сигналами, которая позволила обоснованно сделать выбор в пользу взаимно-корреляционного метода [6].

На данном этапе осуществляется отладка аппаратных и программных средств системы. Планируется эксперимент с использованием классического тонометра измерения АД и разработанной системы на одних и тех же пациентах для оценки реальной (действительной) точности измерения.

Преимущества разработанного способа, выраженные в высоком уровне автоматизации процесса измерения АД, объективности, наглядности и информативности результатов, скорости и объеме получаемой информации от пациента, длительности проведения измерений АД без причинения пациенту болевых ощущений и неудобств, создают предпосылки для надежного и эффективного применения его в процессе сеанса магнитотерапии.

### *Библиографический список*

1. Якименко Н.А., Гуржин С.Г. Анализ методов измерения кровяного давления. Биотехнические, медицинские, экологические системы и робототехнические комплексы – Биомедсистемы-2018: сб. тр. XXXI Всерос. науч.-

техн. конф. студ., мол. ученых и спец. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (BookJet), 2018. – 520 с. С. 272-275.

2. Якименко Н.А., Шуляков А.В., Гуржин С.Г. Непрерывный контроль артериального давления в магнитотерапии безманжетным методом // Материалы Международного научно-технического форума «Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2019»: сб. тр. междунар. науч.-техн. форума / под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2019. 4 с.

3. Якименко Н.А., Шуляков А.В., Гуржин С.Г. Непрерывный контроль артериального давления в магнитотерапии безманжетным методом // II Международный научно-технический форум «Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2019» [текст]: сб. тр. II Междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.6. / под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2019; Рязань. – 218 с. С. 13-17.

4. Гуржин С.Г., Жулев В.И., Каплан М.Б., Прошин Е.М., Шуляков А.В. Средства регистрации биомедицинских сигналов и контроля функционального состояния пациента в комплексной хрономагнитотерапии // Материалы 8-ой Международной Средиземноморской конференции по встроенным вычислительным системам «МЕСО-19», г. Будва, Черногория, С. 636-639.

5. Якименко Н.А., Шуляков А.В., Гуржин С.Г. Метод и алгоритмы определения времени и скорости распространения пульсовой волны с оценкой точности и помехоустойчивости // Биотехнические, медицинские и экологические системы, измерительные устройства и робототехнические комплексы – Биомедсистемы-2019 [текст]: сб. тр. XXXII Всерос. науч.-техн. конф. студ., мол. ученых и спец. / под общ. ред. В.И. Жулева. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2019. – 700 с., С. 533-536.

6. Якименко Н.А., Шуляков А.В., Гуржин С.Г. Оценка методической погрешности безманжетного метода измерения артериального давления // Материалы Международного научно-технического форума «Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2020».

## **МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПРИБОРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ЧЕЛОВЕКА**

С.В. Иванов

Научный руководитель – Кряков В.Г., канд. техн. наук, доцент

В данной работе рассматривается вариант измерения объема воздуха, поступающего из лёгких при наибольшем выдохе после наибольшего вдоха.

Прежде, чем рассматривать вопрос о контроле состояния дыхательной системы, надо разобраться, что вообще мы понимаем под словом «дыхание», из каких этапов состоит и какими методами осуществляется ее контроль.

Спирометрия является диагностическим методом при заболеваниях бронхолегочной системы. Данная процедура безболезненна и выполняется с помощью специального аппарата – спирографа. В ходе исследования

доктор может определить функциональную недостаточность дыхательных путей, обнаружить патологические изменения и механические травмы внутренних органов. Спирография проводится детям, взрослым мужчинам и женщинам, а также пожилым пациентам.

Основными клиническими симптомами, которые требуют проведения спирографии, являются:

- одышка;
- кашель;
- выделение мокроты.

Основные информативные параметры дыхательной системы:

- 1) Частота дыхания (ЧД) – 9-16 дых/мин
- 2) Дыхательный объем (ДО) – 300-800 мл
- 3) Резервный объем вдоха – 1500-2500 мл
- 4) резервный объем выдоха – 1000-1500 мл
- 5) Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) – 3000-4800 мл
- 6) Емкость максимального вдоха – 1800-3000 мл
- 7) Емкость максимального выдоха – 1300-2300 мл
- 8) Максимальная вентиляция легких (МВЛ) – 120-170 л
- 9) Минутный объем дыхания (МОД) – 6-8 л/мин
- 10) Резерв дыхания=МВЛ-МОД – 50-140 л

Данная методика нужна для оценки качества работы бронхолегочной системы: грудной клетки, легких и дыхательных путей. Показаниями к проведению спирографии есть: одышка; кашель; повышенное содержание углекислого газа; нарушение газообмена; курение; ожирение; наследственные заболевания дыхательной системы.

Далее рассмотрим структурную и функциональную схему спирографа:

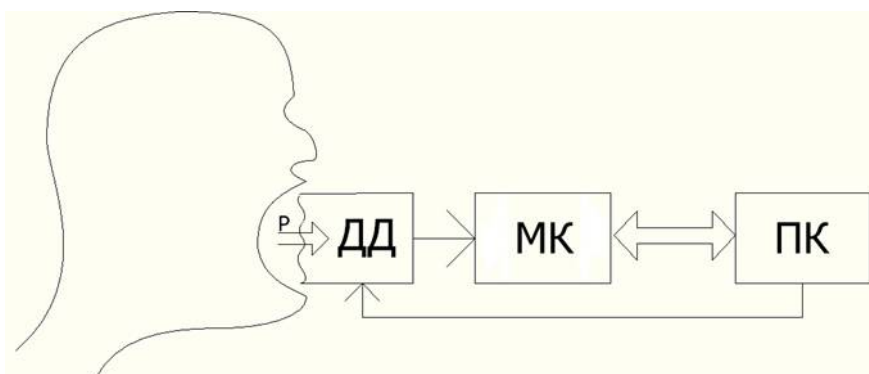


Рис. 1. Структурная схема. P – давление; ДД – датчик давления; МК – микроконтроллер; ПК – персональный компьютер

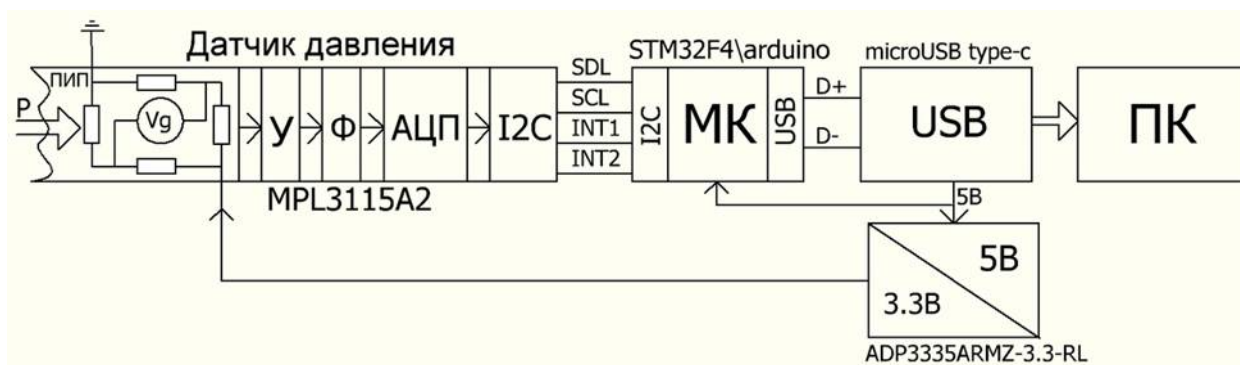


Рис. 2. Функциональная схема

Функциональная схема состоит из:

Первичный измерительный преобразователь встроен в датчик давления. Данные с преобразователя усиливаются, фильтруются и передаются на АЦП и далее на I2C для передачи на микроконтроллер. Усилитель (У), фильтр (Ф), АЦП и I2C, так же встроены в датчик давления.

Микроконтроллер (МК) должен иметь возможность работы с USB и I2C для приема данных от датчика давления и для обмена данными с радиопередатчиком. Данным требованиям удовлетворяют практически все современные микроконтроллеры.

Исходя из вышеприведенных требований, выбранная элементная база будет такой: датчик давления: MPL3115A2; микроконтроллер: STM32F4; прецизионный LDO-стабилизатор с крайне низким потребляемым током: ADP3335ARMZ-3.3-RL; передача данных на ПК осуществляется с помощью microUSBtype-c.

#### Библиографический список

1. Современные методы диагностики и лечения заболеваний органов дыхания. Сб. научн. тр. (Под ред. А.Г.Чучелина). - М.: Б. и., 1983.
2. Современные методы диагностики и лечения заболеваний верхних дыхательных путей. Сб. статей. (Под ред. Б.Ю. Митина). - Киев: Б. и., 1990.

## СИСТЕМА ВИЗУАЛЬНОЙ ОДОМЕТРИИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА НА ОСНОВЕ ДАТЧИКА ОПТИЧЕСКОГО ПОТОКА

С.О. Иванова

Научный руководитель – Голь С.А., к.т.н., доцент

Навигационная система является основной составляющей мобильных роботов и разнообразных робототехнических платформ. На текущем этапе развития робототехнической отрасли главная роль здесь отводится инерциальным навигационным системам и системам спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS, но, как известно, они имеют ряд недостатков. Данные системы существенно ухудшают свою работу в городских условиях, особенно при плотной застройке, ввиду возникающих переотражений сигналов от зданий и различных сооружений. Также эти системы не предназначены для использования внутри помещений. Поэтому довольно часто в состав нави-

гационной системы робота входят энкодеры, которые поставляют бортовой системе данные о пройденном каждым колесом пути. На основе этих данных вычисляется оценка реальной траектории движения робота. Но применение колесных энкодеров также имеет свои недостатки: проскальзывание (например, когда колеса теряют сцепление с землей) и заклинивание колес, что вызывает существенную погрешность при построении оценки перемещения.

На данный момент не существует универсального решения по построению системы навигации мобильных роботов. Ученые по всему миру заняты вопросом выбора оптимального набора существующих устройств для включения в состав навигационной системы, а также разработки новых универсальных модулей. В связи с этим широкое применение для решения вопроса навигации нашел подход комплексирования данных с разнородных сенсоров, что позволило существенно повысить точность при построении оценки перемещения мобильного робота в пространстве за счет обработки дублирующих друг друга параметров с разных датчиков.

В данной статье рассматривается система навигации мобильного робота, основанная на визуальной одометрии по датчику оптического потока, которая позволит уточнить оценку перемещения робототехнической платформы при комплексировании данных.

В рассматриваемой системе используется пара направленных в пол видеодатчиков. Фактически это сверхбыстродействующие видеокамеры разрешением 30x30 пикселей с ИК-лазерной подсветкой. На основе алгоритма сравнения последовательно полученных кадров между собой встроенный цифровой сигнальный процессор вычисляет приращение координат перемещения каждого из видеодатчиков с привязкой ко времени. Система из двух датчиков выбрана неслучайно: для построения оценки перемещения мобильного робота в пространстве необходимо знать координаты и угол, на который он повернут внутри своей локальной системы координат. От одного датчика можно получить лишь оценку изменения координат ( $\Delta x$ ;  $\Delta y$ ). Использование пары разнесенных датчиков дает возможность по разнице оценок изменения координат судить об углах поворота ( $\Delta \theta$ ).

Работоспособность системы подтверждена при проведении ряда экспериментов на мобильном колесном роботе. Данная система имеет ряд достоинств по сравнению с навигационными системами, основанными на других принципах, например, возможность работы в помещениях. И также имеет ряд недостатков, например, особые требования к поверхности, по которой перемещается робот. По прогнозам рассматриваемая система позволит существенно повысить точность оценки перемещения робота, получаемой при комплексировании данных визуальной одометрии с данными с энкодеров и данными инерциальной навигационной системы.

## МАЛОДИСТАНТНАЯ РЛС МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Н.Н. Миронов

Научный руководитель – Виноградов А.Л., канд. техн. наук, доцент

С помощью РЛС будет производиться сканирование диаграммы направленности на наличие препятствий перед мобильным роботом. РЛС может использоваться так же для осуществления сценария «следуй за мной», в этом случае нужен объект, который будет «вести» за собой робота.

Малодистантная РЛС компенсирует недостатки остальных установленных на роботе систем машинного зрения, т.к. радиолокация может работать там, где лазерные и ультразвуковые системы не могут. И так же эти же системы будет компенсировать уже недостатки самой малодистантной РЛС.

Для реализации данной РЛС используется радар, имеющий две приемные антенны. Это позволяет различать направление движения объекта. Движущийся объект генерирует доплеровские сигналы. Отношение фаз указывает на движение вперед или назад.

Сигнал идущий от радара необходимо пропустить через блок преобразования, для того чтобы получить необходимый сигнал для его последующей обработки.

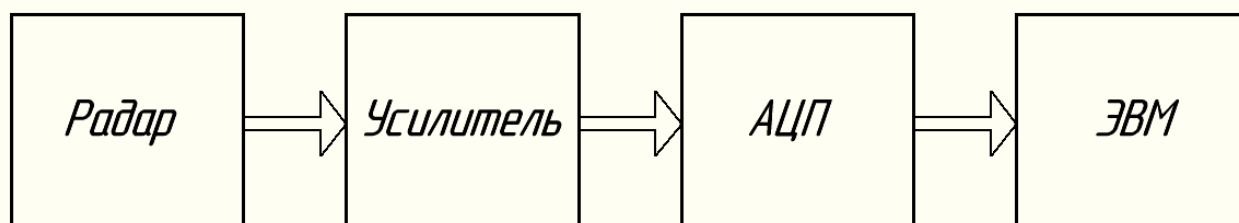


Рисунок 1 – Структурная схема малодистантной РЛС

Принцип действия доплеровских РЛС основан на использовании эффекта Доплера-Белопольского, заключающегося в том, что при относительном перемещении источника колебаний или объекта, отражающего эти колебания, изменяется частота принимаемых колебаний в зависимости от скорости от скорости и направления этого перемещения [1].

1. Кацнельсон В.З. Тимченко Н.И. Волчков В.В., Основы радиолокации и импульсной техники. – Ленинград: Гидрометеозат, 1985. – 334 с.

## МОНИТОРИНГ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Д.А. Нуштаев

Научный руководитель – Прошин Е.М., д-р техн. наук, профессор

Радиоактивное излучение не имеет ни вкуса, ни запаха и не обладает иными свойствами, которые позволили бы человеку его обнаружить. Для обнаружения и измерения характеристик радиоактивных излучений используются различные методы, которые основаны на взаимодействии излучения с веществами.

Полупроводниковый метод. Принцип действия может быть объяснён зонной теорией твердых тел, согласно которой энергетические уровни отдельных атомов в кристалле сгруппированы в двух энергетических зонах – в валентной зоне и зоне проводимости. Зоны отделены друг от друга энергетической областью, где не могут существовать электроны. Ионизирующая частица, попадая в действующую часть, ионизирует атомы детектора, продвигая электроны из валентной зоны в зону проводимости, таким образом, создавая электронно-дырочные пары по траектории ее движения. В результате данного явления в валентной зоне остаются вакантные дырки. Образованные дырки и электроны продвигаются к соответствующим электродам, и, как в случае газовых детекторов, накопленные заряды преобразуются в импульс напряжения. Значительное преимущество полупроводниковых детекторов заключается в том, что высота импульса напряжения пропорциональна энергии частицы, поглощенной в чувствительной зоне детектора. Еще одним плюсом можно считать более высокое разрешение при меньшем чувствительном объеме датчика, в сравнении с его аналогами.

На рис 1. приведена структурная схема дозиметра-радиометра-спектрометра чувствительного как к высокой, так и к низкой интенсивности ионизирующего излучения. При измерении радиоактивного излучения, прибор определяет вид излучения, а также координаты точки замера. Результаты измерений сохраняются в памяти устройства.

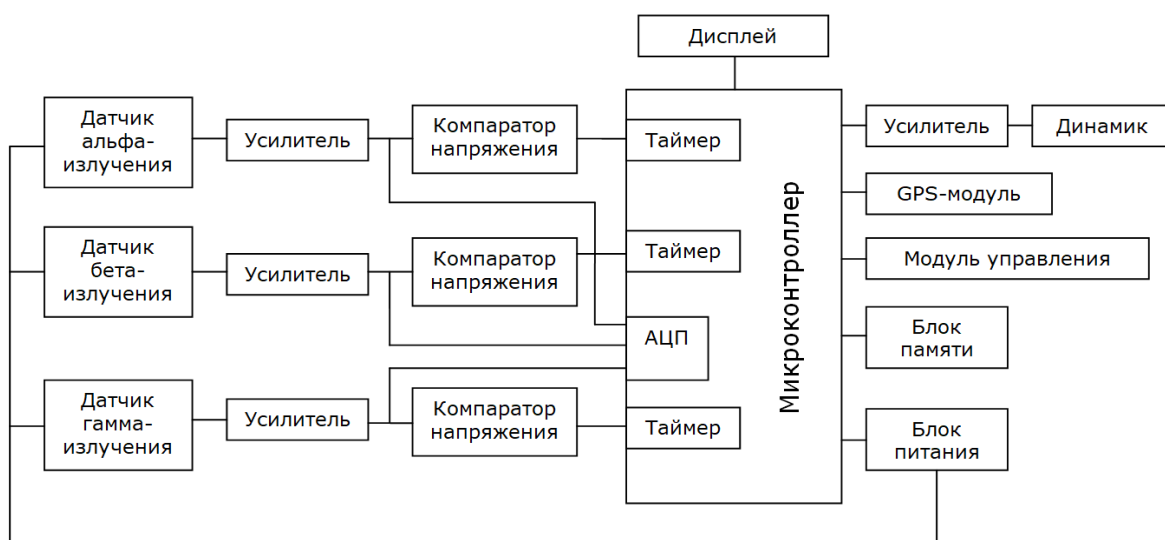


Рис. 1. Структурная схема дозиметра-радиометра-спектрометра

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСКОНТАКТНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ В ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ**

Р.Ш. Сосипатров

Научный руководитель – Мельник О.В., д-р техн. наук, профессор

Одной из ключевых проблем электрокардиографии является неточность снимаемых с пациентов данных. В редких случаях данные могут искажаться настолько сильно, что измерения теряют смысл. Причиной этой проблемы являются электроды, используемые при снятии данных.

Современная медицина часто сталкивается с необходимостью длительного наблюдения за сердечным ритмом пациентов. Для выполнения такой задачи необходимо преодолеть 2 основные проблемы, связанные с электродами, а именно: невозможность их комфортного ношения для проведения длительных непрерывных измерений и создание артефактов при смещении их положения на теле пациента. Непосредственный контакт электродов с кожей пациента приводит к избыточному потоотделению и раздражению, а, следовательно, к невозможности регистрации электрокардиограммы более двух суток подряд.

За время существования электрокардиографии электроды постоянно модифицировались, использовались разные вещества и материалы для увеличения проводимости или устранения артефактов. Так стоит отметить пластичные электроды; электроды на присосках; одноразовые липкие электроды. Все они в разной степени чувствительны к перемещению. Даже малейшее перемещение изменяет толщину тонкой пленки электролита между поверхностями, что приводит к изменению потенциала смещения и контактного сопротивления. Во многих случаях изменения потенциала настолько весомы, что полностью блокируют биоэлектрические потенциалы, которые пытаются измерить с помощью электродов. Позднее появилось несколько моделей электродов нового типа - плавающего или электрода со столбом жидкости. В них артефакты, обусловленные перемещением электрода, почти полностью нивелируются, так как отсутствует прямой контакт между кожным покровом и металлом.

Наконец, решением проблемы артефактов стали бесконтактные электроды. Они измеряют изменения электрического поля, посредством изменения емкости. Для получения качественного ЭКГ-сигнала достаточно расположить датчик на теле пациента или в непосредственной близости от него. Комплект для снятия ЭКГ состоит из 2 электродов. Каждый электрод содержит маломощный дифференциальный усилитель и АЦП. Передача данных и питание электродов осуществляется через проводную связь с блоком хранения и передачи информации. К особенностям бесконтактных датчиков следует отнести зависимость зашумленности сигнала от материала одежды.

Таким образом, бесконтактные электроды способны обеспечить необходимый уровень комфорта при длительном мониторинге физиологических параметров и должном уровне обработки артефактов.

## БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО, КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ООО «ЭРА»

И.А. Андропова

Научный руководитель – Дьяков С.Н., канд. техн. наук, доцент

Компания ООО «ЭРА» – один из мировых лидеров в производстве современных вентиляционных систем. Под торговыми марками ERA, DICITI, EVECS и AURAMAX выпускается весь спектр вентиляционных устройств и комплектующих, в том числе бытовые и коммерческие вентиляторы, воздухораспределители и воздуховоды.

Бережливое производство – концепция организации бизнеса, ориентированная на создание привлекательной ценности для потребителя путем формирования непрерывного потока создания ценности с охватом всех процессов организации и их постоянного совершенствования через вовлечение персонала и устранение всех видов потерь [1].

Инструменты Бережливого производства позволяют снизить потери на каждом производственном участке, например, сократить время переналадки оборудования, сократить потребности в производственных площадях, уменьшить уровень дефектности изделий, сократить потребности в запасах, улучшить логистику.

Концепция БП выделяет 7 основных видов потерь: перепроизводство, излишние запасы, ненужная транспортировка, лишние движения, ожидание, избыточная обработка, брак. Иногда в системе БП добавляют и еще один вид потерь – это потери от неправильной расстановки персонала. Этот вид потерь появляется, если персонал выполняет работу не соответствующую его навыкам и опыту.

В результате анализа возможных потерь в ООО «ЭРА» были выявлены причины и последствия их возникновения, а также предложены пути устранения соответствующих видов потерь, представленных в таблице 1.

**Таблица 1 – Потери**

<b>Потери</b>	<b>Причины</b>	<b>Последствия</b>	<b>Мероприятия</b>
Перепроизводство	Делаем больше, чем хочет клиент; запускаем производство раньше, чем требуется; избыточные мощности (оборудования)	Избыточные запасы, преждевременный расход сырья	Работа по времени такта, тянущая система поставок
Излишние запасы	Запасы готовой продукции; запасы незавершенного производства; запасы сырья, материалов, комплектующих	Дополнительная рабочая сила, увеличение площадей, возможность повреждения	Сокращение размера партии, сокращение времени на переналадку; вытягивающая система производства

Ненужная транспортировка	Отдаленность складов; нерациональное размещение мощностей; издержки на перемещение, логистику, поиск инструментов и материалов	Увеличение издержек на перемещение, дополнительные затраты на поиск	Стандартизированная работа; повышение квалификации рабочих; порядок на рабочем месте (5С)
Лишние движения	Отсутствие стандартизированных процессов, нерациональная организация рабочего места	Снижение производительности труда увеличение времени обработки	Оптимизация производственного процесса, эффективная организация рабочего места
Ожидание	Ожидание согласований, проверок, решений, разрешений, информации, заказов на поставку; наблюдение за оборудованием, работающем в автоматическом режиме	Увеличение времени на изготовление единицы продукции; снижение производительности	Оптимизация расположения оборудования
Избыточная обработка	Избыточные информационные потоки/согласования/утверждения/испытания; разработка новых компонентов вместо использования готовых комплектующих; работа с нуля вместо модификации существующих решений	Увеличение времени и затрат на изготовление продукции	Стандартизированная работа; изучение потребностей клиента
Брак	Нарушение технологии	Дополнительные затраты: доработка, контроль, организацию процесса для устранения дефектов	Соблюдение правила 3-х «НЕ»: не принимай, не создавай, не передавай брак; введение «ворот качества»

Бережливое производство предполагает вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на потребителя. Поэтому рабочая группа ООО «ЭРА» выполняет еще и обучающую функцию: вовлечение персонала посредством реализации полевых проектов, задач, с параллельным освоением персоналом основных принципов Бережливого производства.

Потери в любом производственном процессе – неизбежная проблема для многих предприятий, как производящих продукцию, так и оказывающих услуги. В период высочайшей конкуренции и обостряющегося кризиса у предприятий всего мира нет другого пути, чем, используя лучшие мировые технологии менеджмента, создавать продукты и услуги, максимально удовлетворяющие клиентов по качеству и цене.

1. ГОСТ Р 56020-2014 Бережливое производство. Основные положения и словарь, М:Стандартинформ, 2015 – 15 стр.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА В ООО «МГК «СВЕТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

В.В. Ядвиго

Научный руководитель – Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

Разработка и постановка на производство нового вида светильника являются довольно длительным и сложным процессом. В нем необходимо задействовать множество подразделений для получения продукции, удовлетворяющей требованиям потребителей, экологически безопасной, а также экономичной в производстве.

В процессе разработки и постановки нового вида светильника на производство происходит выявление и устранение недостатков его конструкции, а также технологии производства.

На основании результатов процессов планирования производства и постановки продукции на производство заместитель исполнительного директора по производству формирует ежедневные задания производственным участкам, обеспечивает и контролирует их выполнение в установленные сроки. Если выполнение данного задания возможно, то оно рассылается по цехам, если – нет, то происходит его корректировка.

На заводе можно выделить 6 основных производственных участков: термопластавтоматы (ТПА); алюминиевое литье (ЦАЛ); электронный поверхностный монтаж, а также участок металлообработки; участок покраски; участок сборки, монтажа и упаковки.

Мастера на всех участках организуют выполнение цехами в установленные сроки производственных заданий, организуют мероприятия по предупреждению брака и повышению качества продукции, так же проводят контроль результатов производственной деятельности цехов.

Если на выходе каждого участка продукция соответствует установленным требованиям, то она передается на последующие этапы, если – нет, то ее либо дорабатывают, либо утилизируют.

Готовая продукция перемещается в буферную зону, склад готовой продукции, откуда она отгружается потребителю (заказчику).

Отдел управления качеством, планово-экономический отдел, производственный отдел составляют отчеты по выполнению задания, а также по внутривзаводскому браку.

Перед тем как приступить к производству на предприятии осуществляется входной контроль материалов, сырья и комплектующих, чтобы не допустить в производство продукцию, не соответствующую установленным требованиям. К входному контролю допускается продукция, поступившая с сопроводительной документацией, оформленной в установленном порядке.

По результатам входного контроля контролер ОУК составляет заключение о соответствии продукции установленным требованиям, заполняет в электронной форме журнал входного контроля комплектующих изделий, а также принимает решение о передаче продукции в производство.

Таким образом, соблюдая данный порядок действий, можно управлять качеством продукции на этапах планирования и постановки на производство.

## **АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИНЦИПОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ТОВАРОВ**

А.М. Глазкова

Научный руководитель - Дьяков С. Н., канд. техн. наук, доцент

В современных условиях, когда экономическая ситуация в мире весьма неустойчива, проблема о наибольшем уменьшении производственных издержек становится важным. Это необходимо для того, чтобы снизить затраты на различные процессы производственного цикла, сократив время, необходимое для выполнения тех или иных действий, а также минимизировав определенные возникающие виды издержек.

План магазина должен быть эффективным для клиента. Принципы Lean Six Sigma могут быть применены к поэтажным планам и рабочим пространствам, чтобы клиент мог «течь» через магазин самым быстрым и простым способом, и вы можете легко повысить эффективность предприятия. Необходимо определить точки отправления в соответствии с пожеланиями покупателей, так как они, перемещаясь по магазину, ищут участки, где расположены их целевые элементы.

Еще в далеком прошлом существовали несколько разновидностей потерь: сопряженные с излишней перевозкой; излишек резервов материалов; дополнительное время ожидания переработки; присутствие лишних ступеней в ходе производства; ненужные или даже лишние передвижения в период деятельности; брак, возникающий во время выпуска. Отдельно они терпят убытки, связанные с нереализованным творческим потенциалом работников предприятия, которые имеют свои собственные идеи по совершенствованию производственного процесса, но не могут их реализовать из-за того, что более опытные работники не берут во внимание их замыслы.

Система инструментов, мер и принципов снижения существующих потерь носит название бережливое производство. В соответствии с данной концепцией, продукт становится значимым для потребителя только тогда, когда он полностью пригоден для его дальнейшего использования. Стадии совместного конструирования продукта, существующие на данном производстве, как правило, делятся на три категории:

- процессы, создающие вес для конечного пользователя;
- этапы, которые сами по себе не создают ценности, но не могут быть удалены из общего технологического процесса;
- операции, которые не создают дополнительной ценности. Как правило, эти операции должны быть немедленно устранены.

Бережливое производство, как и любая другая система управления, имеет свои основные отличные от других методы-инструменты, которые помогают реализовать эффективность производственного процесса за счет сокращения времени изготовления продукции с момента заказа покупателем до завершения производства и доставки заказчику. К таким инструментам относится процесс создания карты потока создания ценности - визуальное представление существующих этапов и операций, а также потоков материальных средств и информации.

Выделяются карты текущего и будущего состояний, на каждой из которых показаны все виды потерь, возникающие на том или ином этапе. Как правило, текущие карты состояния описывают следующие процессы: время отдельного процесса, размер каждой партии, время наладки оборудования, существующий простой оборудования или производимого продукта, а также вероятную долю брака. Карты будущего состояния показывают варианты развития и совершенствования различных процессов и общих подходов к производству.

Таким образом, хотелось бы сделать вывод о том, что отказы, образовавшиеся на различных этапах процесса использования продукта, могут вносить изменения в процесс целиком. Это очень рискованно, так как, стараясь найти решение возникшей проблемы, пользователи могут столкнуться со сбоями на многих или даже на большинстве этапов. Нередко проблема не сопряжена с самой конструкцией товаров. Правильно установленный компьютер Дэна функционировал хорошо, целиком выполняя поставленные задачи электронной обработки текстов. Современные автомобили можно эксплуатировать до тех пор, пока не настанет время обратиться в сервис для устранения возникших неполадок в работе. По этой причине цель заключается в том, чтобы научиться пользоваться необходимыми продуктами, свойства которых превосходны, только в таких условиях, в которых они имели бы возможность нормально и долго функционировать.

#### *Библиографический список*

1. Джеймс П. Вумек, Дэниэл Т. Джонс «Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании» - М.: Альпина Бизнес Букс, 2004г;

2. Организация производства на основе японского опыта. Lean production (бережливое производство) [Электронный ресурс] / А. Н. Огарков; науч. рук. П.В. Рабунец // Импульс-2013 : труды X Международной научно-практической конференции студентов, молодых ученых и предпринимателей в сфере экономики, менеджмента и инноваций, 27-29 ноября 2013 г., г. Томск / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; под ред. С.Л. Ереминой и др. . — Томск; : Изд-во ТПУ , 2013 . — [С. 252-254].

## РАЗРАБОТКА СОСТАВА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Л.Ю. Кульнева

Научный руководитель - Дьяков С.Н., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается состав показателей результативности системы менеджмента качества (СМК) в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9000-2015 [1], где для получения расчетной оценки результативности предприятие вначале оценивает процессы, на основе которых далее выбираются показатели результативности СМК.

Например, для оценки результативности процесса материально-технического снабжения на ПАО Завод «Красное знамя» используются показатели[2]:

R1 – Доля закупленных комплектующих изделий и материалов. Весовой коэффициент  $\beta_1=0,5$ ;

R2 – Доля комплектующих изделий и материалов, закупленных в установленный срок. Весовой коэффициент  $\beta_2=0,5$ ;

Результативность =  $R1 \times \beta_1 + R2 \times \beta_2$ . Деятельность по этим критериям считается результативна, если уровень результативности составляет  $\geq 0,99$ .

Для оценки результативности процесса производства используются следующие показатели:

R1 – Доля позиций номенклатуры производимой продукции, соответствующей требованиям. Весовой коэффициент  $\beta_1= 0,2$ ;

R2 – Доля продукции, сданной с первого предъявления ОКК, в общем объеме продукции, произведенной за отчетный период. Весовой коэффициент  $\beta_2= 0,2$ ;

R3 – Выпуск продукции за отчетный период. Весовой коэффициент  $\beta_3=0,2$ .

Результативность рассчитывается аналогично. Деятельность по этим критериям считается результативна, если уровень результативности составляет  $\geq 0,97$ .

Показатели результативности СМК (индивидуальны для предприятий):

- соблюдение требований к технической дисциплине;
- выпуск изделий в отчетный период;
- доля объема продаж;
- доля объема выпуска продукции;
- доля рентабельности продукции;
- снижение числа жалоб от потребителей;
- повышение уровня конкурентоспособности продукции и т.д.

По итогам результативности определяются возможности улучшения СМК и деятельности организации в целом.

### *Библиографический список*

1. ГОСТ Р. ИСО 9000-2015 «Система менеджмента качества. Основные положения и словарь»;
2. ПАО завод «Красное знамя» [сайт]. – URL: <https://www.kznamya.ru> (дата обращения 20.03.2020).

## **АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ «ВИБРАЦИИ» НА ДВИГАТЕЛЯХ НК-16СТ**

А.Е. Мишуняев

Научный руководитель – Дьяков С.Н., канд. техн. наук, доцент

Вибропреобразователи МВ, установленные на объекте контроля, выдают сигналы, пропорциональные уровню вибрации в месте их установки, на входы электронного блока. После их обработки отсылает в «читаемом» виде на САУ ГПА (газоперекачивающего агрегата), где ведется отслеживание данных показателей. Законом изготовителем «Вибро-прибор» определено, что для правильной работы установки необходимы значения амплитудного перемещения виброскорости  $<100\text{мм/с}$ . Так же в системе проводится измерение размаха относительного виброперемещения  $<250\text{мкм}$  и осевого сдвига  $<2,5\text{мм}$  [1]. Все эти параметры участвуют в системе защиты агрегата, при увеличении до определенных значений происходит аварийный останов.

Сами вибропреобразователи установлены на объекте контроля таким образом, что бы считывание производилось максимально достоверно, исключая другие факторы, такие как: температура масла, температура газа, вибрация от двигателя, передающаяся по валу на нагнетатель, взаимная вибрация от нагнетателя. Хоть конструктивно предусмотрены способы уменьшения вибрации, исключить полностью ее невозможно. На макроуровне самого прибора удастся подобрать необходимые пропорции номинального значения коэффициента преобразования. Как оказалось (после разговора с одним из разработчиков данной системы) данные приборы, в какой-то степени упрощенная система измерения сейсмической активности. В теории можно и на данной системе в глухом павильоне, отслеживать шаги кошки.

Сам чувствительный элемент состоит из блока пьезоэлементов, электрически изолированного от основания вибропреобразователя. При измерении расстояния между блоком пьезоэлементов и основанием вибропреобразователя, изменяется из виброперемещение, Измерение виброскорости происходит по принципу основывающемся на «нескольких шагах ранее», она обрабатывает перемещение за несколько промежутков времени и на этой основе передает значения на преобразователь.

Преобразователи называются «Блок электронный БЭ-38-2М.1-Н.4» он осуществляет: преобразование электрического заряда от вибропреобразователей, пропорциональных амплитуде виброускорения в месте их установки, в электрическое перемещение напряжения с последующим усилением, интегрированием, фильтрацией, выпрямлением и преобразованием в сигналы выходного постоянного тока, пропорциональные амплитудному значению виброскорости в месте установки вибропреобразователей. Далее все это отправляется в САУ по каналам связи и происходит контроль работа агрегата.

1. Аппаратура контроля вибрации ИВ-Д-ПФ, «Руководство по эксплуатации», «Методика поверки», г. Санкт-Петербург 2017г.

## КИНЕМАТИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ И ВИБРОАКТИВНОСТЬ ПЛАНЕТАРНОЙ ПЕРЕДАЧИ

Д.В. Колодяжный

Научный руководитель – Дьяков С.Н. канд. техн. наук, доцент

Рассматриваются методы исследования кинематической точности планетарных передач. Схема зацепления приведена на рис [1].

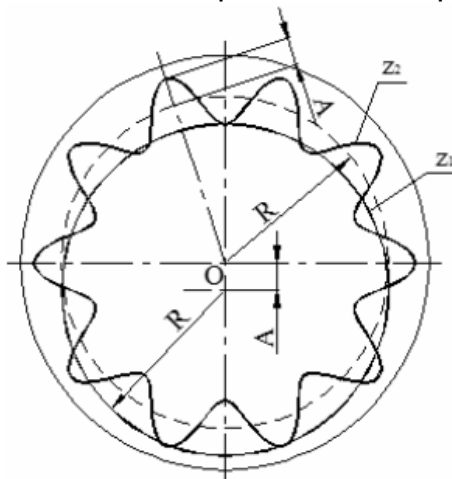


Рис. 1. Схема зацепления планетарной передачи

1) При исследованиях погрешностей механических передач, используются два основных метода: рассмотрение функционального характера ошибок колеса и приведение всех погрешностей изделия к единой системе отсчета Система отсчета, для зубчатых передач, связана с наложением на зубчатое колесо мнимого контура точной рейки и возникающими при этом двумя линиями зацепления. Погрешности, возникающие и изменяющиеся при поворотах колеса, рассматриваются как излишние приращения отрезков линии зацепления на каждом зубе, по которой происходит передача движения от исследуемого зубчатого колеса к профилю мнимой точной рейки.

2) При исследовании кинематической точности механических передач следует найти и изучить комплекс погрешностей при изготовлении и возникающие упругие деформации деталей зацепления, которые влияют на точность при работе передачи. Основным параметром, определяющим кинематическую точность передачи, будет являться погрешность угла поворота ведомого вала при равномерных углах поворота ведущего вала.

3) При анализе гармонических составляющих кинематической точности передачи необходимо учитывать, что амплитуда каждой гармоники включает в себя как радиальные, так и тангенциальные технологические погрешности. Радиальные погрешности возникают вследствие несовпадения осей вращения деталей зацепления, что приводит к появлению радиального биения деталей передачи. Тангенциальные погрешности возникают вследствие неточности изготовления деталей зацепления, а именно периодов беговых дорожек, по которым совершается перемещение сателлита.

## **ПРОВЕДЕНИЕ УЛУЧШЕНИЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В ООО «САЗ КОМПЛЕКТ»**

Р.К. Логунов

Научный руководитель – С.Н. Дьяков, канд. техн. наук, доцент

Улучшение системы менеджмента качества (СМК) заключается в осуществлении менеджмента, направленного на повышение возможности всех ее процессов, всех видов деятельности, осуществляемой в рамках процессов СМК, самой СМК, выпускаемой продукции и процессов ее изготовления и является принципом предприятия.

Ответственным за улучшение СМК является Генеральный директор ООО «САЗ Комплект»

Работа по улучшению включает этапы: определение фактической ситуации; установление необходимости улучшения; формирование команды по проведению улучшения; проведение анализа; проведение работ по улучшению; стандартизацию произошедших изменений. Работа по улучшению носит циклический характер.

Решение об улучшении деятельности принимается руководителем подразделения на основании наблюдения за осуществлением деятельности, по результатам аудитов, анализа по выявлению «узких мест» деятельности или поступивших предложений о возможности улучшения деятельности.

Если принято решение по улучшению, то те, кто принял такое решение, обязаны установить цель улучшения. Цель должна быть: конкретной, измеряемой, достижимой, ориентированной на результат, ограниченной во времени, вовлекаемой для персонала.

На основании результатов анализа СМК проводятся работы по улучшению. На этом этапе рекомендуется провести установление возможных решений по улучшению; установление, какое из решений будет лучшим; внедрение выбранного решения, заключающееся в разработке мероприятий по улучшению с указанием мероприятий, ответственных, сроков и последующей реализации этого плана ответственными за мероприятия в установленные сроки; наблюдение за функционированием СМК/процесса СМК/деятельности после внедрения принятого решения, в ходе которого собираются данные о функционировании СМК/процесса СМК/деятельности; проведение оценки результативности и/или эффективности проделанной работы.

При оценке результативности сопоставляются данные до внесения изменения в СМК и данные полученные после внесения изменения в СМК, или сопоставляются данные до внесения изменений и ожидаемым результатом. При оценке эффективности сопоставляются затраты, связанные с проведением улучшения, и полученными результатами улучшения. На основании этих сопоставлений принимается решение, улучшена или нет СМК, получен ли экономический эффект.

1. Руководство по качеству ООО «САЗ Комплект» 2018 г.

## **ОБЯЗАННОСТИ ГРУППЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА**

О.В. Ефремов

Научный руководитель - Смоляров Н.А. канд. техн. наук, доцент

### **1 Общие обязанности**

- создать комиссию по метрологическому надзору;
- проводить метрологический надзор с заданной периодичностью (графиком), внутренний метрологический надзор должен предполагать стопроцентный охват объектов, подлежащих метрологическому надзору на предприятии;
- проводить метрологический надзор в подразделениях в полной мере;
- быть независимыми и беспристрастными при проверке;
- результаты метрологического надзора оформлять актом и предписанием;
- доводить до сведения о результатах проверки руководителей подразделений, в которых проводится метрологический надзор;
- проверять на полноту и правильность предоставленные корректирующие мероприятия по выявленным причинам;
- проверять выполнение корректирующих мероприятий;
- проводить анализ обнаруженных нарушений, с целью устранения причин их возникновения.

### **2 Обязанности лиц, осуществляющих метрологический надзор**

- руководствоваться в своей деятельности № 102-ФЗ, нормативными документами по метрологии, действующим законодательством, требованиями настоящего стандарта;
- соблюдать правила доступа лиц в подразделения предприятия;
- обеспечивать полноту, достоверность и объективность результатов проверок;
- применять все доступные им меры по предотвращению, прекращению и устранению нарушений метрологических правил и норм;
- осуществлять анализ обнаруженных нарушений с целью устранения причин их возникновения и доводить его до сведения руководства предприятия.

### **3 Проверяемые объекты, характеристики:**

#### **3.1 Средства измерения**

- Правильность использования СИ;
- Правильность хранения СИ;
- График поверки (калибровки);
- Наличие бирок, пломб, клейм.

#### **3.2 Индикаторы**

- Маркировка «И»;
- Журнал проверок;
- График проверки;
- Наличие бирок.

#### **3.3 Средства контроля**

- Наличие протоколов проверки СК;
- Наличие программы и методики проверки СК;
- График проверки;
- Наличие бирок.

### **3.4 Эталоны, стандартные образцы**

- Паспорта;
- Срок службы;
- Являются ли СО утвержденного типа;
- Наличие бирок.

### **3.5 Методики измерений**

- Наличие свидетельства об аттестации МИ замечаний нет;
- Наличие МИ в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений;
- Соответствие применяемых средств измерений и других устройств, требованиям методики;
- Контроль точности, квалификация операторов.

### **3.6 Испытательное и контрольное оборудование**

- Наличие протоколов периодической аттестации;
- Наличие программы и методики первичной (периодической) аттестации;
- График аттестации;
- Наличие бирок.

### **3.7 Другое оборудование (оборудование с измерительными функциями)**

- Соответствующие записи в паспортах, формулярах.

## **4 Проверка требований по метрологическому обеспечению производства изделий**

### **4.1 Задачи измерений и контроля (производства изделий)**

- объект измерений;
- параметры измерения и контроля;

### **4.2 Требования к процессам (методам) измерений, контроля, испытаний**

- установление требований;
- выполнение требований документа и оценки выполнения;

### **4.3 Требования к средствам измерений, контроля и испытаний**

- установление требований;
- выполнение требований документа и оценки выполнения;

### **4.4 Требования к персоналу**

- установление требований;
- выполнение требований документа и оценки выполнения;

### **4.5 Требования к оформлению и использованию результатов**

- установление требований;
- выполнение требований документа и оценки выполнения.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЁЖНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ**

А.А. Аксенова

Научный руководитель – Смоляров Н.А., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время эффективная работа предприятий стала почти невозможной без применения современных технологий. Они задействованы в науке, образовании, промышленности, а также получили широкое распространение во многих других отраслях.

Автоматизированные системы обработки данных (АСОД) являются составной частью автоматизированных систем управления, а также электротехническими системами. В АСОД поступающая информация обрабатывается с помощью ЭВМ, а полученные результаты обработки могут использоваться человеком для принятия решения.

Автоматизированные системы обработки данных функционируют на различных уровнях управления: осуществляют сбор информации, её обработку и хранение, передачу информации по различным каналам связи, предоставляют результаты обработки информации. Также полученные результаты могут применяться в экспертно-диагностических системах, для моделирования и принятия решения человеком или группой специалистов.

Так как АСОД применяется на предприятиях, где необходим особый контроль, то к таким системам предъявляется ряд требований, которым она должна соответствовать.

Особое внимание следует уделить надежности, так как это свойство наиболее значимо в процессе создания системы.

Объект, в котором взаимосвязанные части различаются и при этом объединены одной задачей, называют системой. Система состоит из множества элементов, которые связаны и взаимодействуют между собой с целью выполнения какой либо общей функции.

Надежность электротехнической системы - это комплексное свойство, которое включает в себя ремонтпригодность, долговечность, безотказность и сохраняемость.

Надежность электротехнической системы, в первую очередь должна закладываться при проектировании, а затем, если это возможно, то при конструировании и изготовлении.

При проектировании и конструировании можно использовать несколько методов повышения надежности электротехнической системы, такие как: конструктивные и схемотехнические [1].

1. Чулков Н.А., Деренок А.Н., Надежность технических систем и техногенный риск. Учебное пособие. – Томск: ТПУ, 2012. – 150 с.

## **МОНИТОРИНГ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ КЛИЕНТОВ**

Ю.С. Анисимова

Научный руководитель - Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается мониторинг удовлетворенности клиентов «ООО СМАРТ», которое включает в себя автосалоны «Тойота-Центр Рязань» и «Лексус-Рязань»

На современном рынке определяющим фактором финансового успеха являются потребители, именно они выбирают, чьими услугами воспользоваться, или какой купить товар. Мониторинг удовлетворенности потребителей является ключевым фактором принятия эффективных управленческих решений.

В «ООО СМАРТ» имеется Отдел клиентских отношений, который занимается мониторингом удовлетворенности потребителей. Для этого у специалистов есть специально разработанные программы, позволяющие выяснить и рассчитать степень удовлетворенности клиентов. Сотрудники отдела клиентских отношений обзванивают клиентов, которые обращались в автосалон. То есть выяснение степени удовлетворенности клиента осуществляется посредством так называемого «Контрольного звонка», который представляет собой список вопросов задаваемых специалистом отдела клиентских отношений. Такой мониторинг позволяет:

- отследить динамику (положительную или отрицательную) по задачам, на которые направлены резервы автосалонов;
- выяснить насколько правильно были направлены меры по повышению качества обслуживания клиентов автосалонов;
- узнать, как меняется репутация в глазах клиентов автосалонов;
- обнаружить, как можно улучшить работу с «проблемными» клиентами;
- отыскать новшества и усовершенствования для обслуживания клиентов без отрицательных оценок.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА В ЗАО «ОРГКРОВЛЯ»**

О.С. Архипцева

Научный руководитель - Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается ряд вопросов организации производственного процесса предприятия ЗАО «Оргкровля».

Производство кровельного материала и обслуживание технологической линии осуществляется в соответствии с технологическим регламентом на конкретный вид продукции, разработанный и утвержденный администрацией ЗАО «Оргкровля».

Технический контроль параметров производственного процесса проводится на всех этапах производства кровельного материала. Мониторинг параметров технологического процесса осуществляется постоянно персоналом производственной линии.

В структуре производственной линии имеются стационарные датчики измерения параметров технологического процесса, напрямую влияющих на качество выпускаемой продукции, а именно:

- датчик температуры исходного битума;
- датчик температуры готовой массы;
- датчик температуры битумной массы в покровной ванне;
- датчик температуры воды в охлаждающей ванне;
- датчик скорости производственной линии.

В случае несоответствия контролируемых показателей параметрам технологического регламента на конкретный вид продукции, принимается комплекс мер для исправления несоответствия.

Контроль качества приготовленной покровной массы и соответствие ее технологическому регламенту на каждый вид продукции проводится в лаборатории при помощи инструментальных методов исследования.

Приборы технического контроля параметров технологического процесса проходят ежегодную метрологическую поверку в ЦСМ.

1. Заводской контроль качества ЗАО «Оргкровля», 2009г.

## **ПРОЦЕСС ПОВЕРКИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

А.О. Власова

Научный руководитель – Дьяков С.Н., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время улучшается процесс поверки электротехнического оборудования, что дает много преимуществ специалистам, работающим в этой области: достоверность измерений, повышение производительности труда, а также упрощение оформления свидетельств и протоколов на техническое оборудование.

Процесс поверки оборудования начинается с внешнего осмотра. При просмотре оборудования следует обращать внимание на корпус прибора, нет трещин на корпусе, на состояние разъемов и контактной системы.

Далее осуществляется опробование прибора, в процессе которого проверяется работа контактной системы и реакция показателя на изменение измеряемой величины. В процессе опробования у стрелочных приборов не должно быть резких скачков стрелки по шкале показаний.

Проверка прочности электрической изоляции прибора является обязательной для электротехнического оборудования. Изоляция между всеми токоведущими цепями и между цепями, работающими отдельно не должно превышать 50 ГЦ. Для проведения испытаний используется повышающий трансформатор, во вторичную обмотку устанавливается миллиамперметр и включается прибор.

Так же для поверки прибора осуществляется измерение сопротивления изоляции прибора при помощи мегаомметра. Предел напряжения устанавливается от номинального напряжения прибора. Во вторичных цепях применяется напряжения до 500В, а в силовых цепях до 2500В.

Заключительным этапом при поверке приборов является определение основной погрешности прибора и составление протокола поверки. Такой

вид поверки проводится в отношении приборов с записью показаний. Проверка осуществляется при определении основной погрешности измерений при разных скоростях движения диаграммной ленты. Показания сравниваются с образцовым прибором и высчитываются по основной формуле погрешности. Протокол поверки составляется для всех средств измерений, независимо от класса прибора.

## **АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МП «ХЛЕБОЗАВОД № 3 Г. РЯЗАНИ»**

О.В. Петрягина

Научный руководитель - Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

Завод был построен и введен в эксплуатацию в 1958 году. В 1993 году на основании решения Городской Думы предприятие было переведено в муниципальную собственность. Учредителем является муниципальное образование города Рязани. Уставный фонд – 100 000 рублей.

Первоначально ассортимент состоял из 4-х наименований: хлеб из муки ржаной, смешанной валки, пшеничный, сайка. В настоящее время ассортимент предприятия насчитывает более 170 наименований, при этом ежедневно производится более 60 наименований хлебобулочных и около 60 кондитерских изделий. Предприятие функционирует в круглосуточном режиме, среднесуточный выпуск продукции составляет более 12 тонн. При этом доля социально значимой продукции: хлеб «Дарницкий», «Старорусский», батон «Нарезной» в общем объеме хлебобулочных изделий составляет 81,7%. Среднесписочная численность работников хлебозавода № 3 за 9 месяцев составляет 292 человека. Среднемесячный заработок сотрудников составляет 22490 рублей (101,6% к уровню прошлого года). Изношенность основных фондов составляет 72%, рентабельность предприятия в 2016 году составила 0,23% процента, что ниже средней по отрасли (3-4%).

Предприятие располагает собственной торговой сетью в количестве 25 точек, а также собственным специализированным автотранспортом в количестве 28 единиц (ГАЗ, ГАЗель, Портер, ВИС). Средний возраст автомашин – 9 лет. Ежедневно доставляется продукция более 600 потребителям.

Сфера деятельности предприятия:

а) Производство хлеба, хлебобулочных, кондитерских изделий и других товаров народного потребления. Специализируется на выпуске хлеба и хлебобулочных изделий, сухарных изделий, мучных кондитерских изделий;

б) Торгово-посредническая деятельность.

Муниципальное предприятие «Хлебозавод № 3 города Рязани» действует на основании Устава. В своей деятельности руководствуется Федеральными законами, Федеральными подзаконными правовыми актами, законами Рязанской области, подзаконными правовыми актами Рязанской области, решениями Муниципального образования - города Рязани.

## **АНАЛИЗ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА СО СТОРОНЫ РУКОВОДСТВА В ПАО ЗАВОД «КРАСНОЕ ЗНАМЯ»**

В.М. Меркушов

Научный руководитель – Дьяков С.Н., канд. техн. наук., доцент

В ПАО завод «Красное знамя» для установления порядка проведения анализа системы качества (СМК) со стороны руководства применяют СТО СВТИ2.1.13-2016 «Анализ со стороны руководства».

Высшее руководство организации проводит периодический анализ СМК на постоянную пригодность, достаточность и результативность с целью обеспечения и поддержания рабочего состояния СМК при выполнении уставленных к ней требований, а также реализации Политики организации в области качества.

Анализ включает в себя следующие этапы:

- 1) подготовка входных данных;
- 2) обобщение входных данных, по которым готовят приказ о функционировании СМК, включающего в себя основные выводы о функционировании СМК и указания соответствующим подразделениям о разработке мероприятий по улучшению;
- 3) коллегиальное обсуждение входных данных на Дне качества, на котором обсуждают проблемные вопросы, принимают решения по улучшения СМК, характеристик военной продукции по отношению к требованиям потребителей, показателей процессов и их результативности, а также к сокращению потерь;
- 4) принятие и оформление решений по результатам анализа, который отправляют всем заместителям генерального директора по направлениям, руководителям структурных подразделений. Служба качества осуществляет сбор и обобщение информации об исполнении принятых по результатам анализа СМК решений, готовят справку о последующих действиях, вытекающих из предыдущего анализа со стороны руководства.

1. Руководство по качеству ПАО завод «Красное знамя».

## **ОТДЕЛ КОТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «ФОРТ»**

М.А. Горячев

Научный руководитель - Смоляров Н.А. канд. техн. наук, доцент

Рассматривается ряд вопросов организации контроля качества на биофармацевтическом предприятии ООО «ФОРТ».

Для поддержания эффективности производства продукции на высоком уровне важно своевременно и тщательно производить контроль ее качества. На каждом этапе производства организации ООО «ФОРТ», начиная с получения на склад исходного сырья, комплектующих и различных материалов упаковки, до передачи конечной продукции заказчику, за качеством следит отдел контроля качества (ОКК). Он представляет собой неотъемлемую составляющую фармацевтической системы качества данного

предприятия. Отдел контроля качества состоит из лабораторного комплекса, который в свою очередь включает в себя несколько лабораторий, осуществляющих контроль:

- вирусологический,
- микробиологический,
- физико-химический,
- иммуно – химический,
- внутрипроизводственный.

Анализы продукции проводят путем отбора необходимого количества проб на каждой стадии производства в установленные техническим регламентом промежутки времени. Высококвалифицированные специалисты проводят необходимые исследования отобранных проб в специальных лабораториях, оснащенных передовым научным оборудованием. В лабораториях ОКК присутствует широкий спектр различных установок. Среди всего оснащения присутствуют такие приборы: высокоэффективный жидкостный хроматограф; газовый хроматограф; различные устройства сканирования; системы, контролирующие стерильность и микробиологическую чистоту жидких растворов; приборы анализа до видимых частиц в растворах препаратов, концентрации общих органических углеродов; термостаты-инкубаторы и другим лабораторным оборудованием.

## **СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА КАК УСЛОВИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

А.С. Ерлыченкова

Научный руководитель – Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

В рыночной экономике во все времена особое внимание уделялось вопросу повышения качества выпускаемой продукции. Это связано с тем, что стабильное положение любого предприятия, а также увеличение его прибыли, определяется конкурентоспособностью продукции. В свою очередь, улучшение качества продукции делает её более конкурентоспособной как на внутреннем, так и на внешнем рынке. Конкурентоспособность включает в себя множество факторов, среди которых выделяют два основных – цена и качество изготавливаемой продукции. Лидирующим фактором всё же остается качество, так как это основной фактор, на который обращают внимание потребители при выборе продукции.

В настоящее время вопрос обеспечения качества продукции является одним из важных, так как жёсткая конкурентная борьба в странах с развитой рыночной экономикой обязывает разрабатывать программы повышения качества. Поэтому для успешного руководства предприятием необходимо обеспечивать его соответствующим инструментом. Одним из таких инструментов является система менеджмента качества. Именно благодаря современным методам менеджмента качества многие зарубежные предприятия достигли первенства на различных рынках.

В условиях рынка и конкуренции развитые страны воспринимают высокое качество как самый значимый источник получения прибыли. Качество во многом определяет лидерство предприятия, а также служит перво-

степенной основой для удовлетворения потребностей каждого человека и общества в целом, при этом являясь важнейшей составляющей конкурентоспособности. Только при помощи него предприятие может выжить в условиях жесткой конкуренции и получать высокую прибыль, поэтому вполне объективно, что деятельность по повышению и обеспечению качества в условиях рыночных отношений должна быть лидирующей.[1]

Таким образом, в современных рыночных отношениях системе менеджмента качества принадлежит важная роль – она стала признанным эталоном организации работы по качеству на предприятиях различных отраслей, средством укрепления доверия со стороны партнеров и повышения конкурентоспособности.

1. Круглов М.Г. Менеджмент систем качества. – М.: Изд-во стандартов, 2011. – 470 с.

## **СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОБЪЕКТАХ ЖКХ**

В.В. Филофеев

Научный руководитель – Дьяков С.Н., канд. техн. наук., доцент

ФГБУ «ЦЖКС» является организацией МИН ОБОРОНЫ РФ. В которой учитываются множественные факторы, влияющие на повышение производительности не только труда, но и техники обеспечивающей все важные потребности военных частей. Одним из факторов повышения энергоэффективности, которые будут выражать модернизированные системы теплоснабжения. Системы теплоснабжения, оборудованные автоматизированными механизмами, это одно из требований нормативных актов. Для обеспечения экономически эффективного использования энергетических ресурсов в ЖКХ используется автоматизация инженерных систем. Автоматизация системы теплоснабжения разрешает следующие задачи:

- Экономия материально технических ценностей и ресурсов;
- Обеспечение в различные периоды времени года стабильной комфортной для потребителей температуры во всех отапливаемых зданиях на уровне согласно температурному графику;
- Поддержание температур горячей воды в системах горячего водоснабжения, указанной в актах теплоснабжения;
- Охрана окружающей среды, достигаемая уменьшением количества выбрасываемого в атмосферу продукта сгорания топлива.

В ФГБ «ЦЖКС» за счет введения в эксплуатацию комплекса программно-аппаратных средств значительно возрастает эффективность функционирования и надежность управления всеми системами водотеплоснабжения.

1. Андрищенко А. И. Возможности повышения эффективности систем централизованного теплоснабжения городов // Промышленная энергетика. 2002. № 6. С. 15-8.

## **ПЛАН ПЕРЕХОДА ОТДЕЛА МЕТРОЛОГИИ ПАО ЗАВОД «КРАСНОЕ ЗНАМЯ» НА ПРИМЕНЕНИЕ ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОМПЕТЕНТНОСТИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ И КАЛИБРОВОЧНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ»**

А.В. Балакина

Научный руководитель – Губарев А.В., канд. техн. наук, доцент

С 1 сентября 2019 г. вступил в силу ГОСТ ISO/IEC 17025 – 2019. В новом стандарте содержатся требования к компетентности, беспристрастию и постоянному функционированию лабораторий. Их выполнение позволит лаборатории продемонстрировать свою компетентность и способность получать достоверные результаты.

В связи с этим организациям необходимо разработать план перехода на данный стандарт, включающий следующие этапы:

- обучение сотрудников требованиям нового стандарта;
- разработка методики оценки возможных рисков в деятельности отдела метрологии;
- проведение корректирующих и предупреждающих действий (при необходимости) в соответствии с системой управления рисками;
- корректировка документов отдела метрологии, связанных с СМК;
- проведение оценки компетентности персонала отдела метрологии в соответствии с требованиями стандарта при выполнении работ в отделе метрологии;
- обеспечение внедрения системы менеджмента отдела метрологии в соответствии с требованиями критериев аккредитации;
- обеспечение функционирования системы менеджмента отдела метрологии в соответствии с требованиями критериев аккредитации;
- проведение внутреннего аудита системы менеджмента отдела метрологии на соответствие требованиям нового стандарта;
- проведение анализа готовности отдела метрологии к проведению оценки ее соответствия требованиям критериев аккредитации и заполнение анкеты самообследования.

Некоторые организации заранее изучали новую версию международного стандарта, который послужил основой для ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. Это позволило им оперативно и без сложностей перейти на новый стандарт. Но если предприятие не подготовилось заранее, то можно составить плана перехода, который представлен в данной статье и рассчитан до декабря 2020 года.

## СЕКЦИЯ «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ПРОЦЕССА ПРОФОРИЕНТАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АССОЦИАТИВНЫХ ПРАВИЛ

В.С. Агейкова

Научный руководитель – Громов А.Ю., канд. техн. наук, доцент

В разработанном процессе профессиональной ориентации одним из этапов является определение ключевых признаков, которые с наибольшей вероятностью влияют на конечный результат, а именно определение направления профориентации старшеклассников. Для выявления таких признаков используется алгоритм поиска ассоциативных правил.

Ассоциативное правило – это импликация  $X \rightarrow Y$ , где  $X \subset I$ ,  $Y \subset I$  и  $X \cap Y = \emptyset$ . В данном случае  $I$  – это множество возможных значений признаков учащегося,  $X$  – набор признаков из значений  $I$ ,  $Y$  – результирующее значение признака из множества значений  $I$ .

Реализация алгоритма поиска ассоциативных правил производится с помощью языка программирования R и программной среды RStudio, а также пакета «arules v1.6-4», где в качестве data mining алгоритма используется наиболее подходящий самообучающийся алгоритм Apriory.

Перед началом работы требуется преобразовать текущие исходные данные из табличного представления в формат транзакционной таблицы, где каждая строка характеризует одного ученика, а в столбцах содержатся значения параметров из множества  $I$ .

Далее очень важный этап – определение критериев работы алгоритма: минимальное значение поддержки и достоверности. При верном определении минимальных пороговых значений алгоритм формирует только значимые, возможно даже неочевидные, правила.

Поддержка (support) используется для выявления наиболее часто встречающихся признаков. Таким образом, уже на первом этапе анализа исключаются из дальнейшей работы алгоритма признаки, слабо влияющие на получение результирующего значения. Слишком большое значение поддержки приведет к получению очевидных правил, а маленькое – к случайным парам значений.

Достоверность (confidence) показывает уверенность в том, что пара  $XY$  действительно является правилом, а не случайным набором. Слишком большое значение достоверности (от 85%) говорит о том, что при некотором  $X$  полученный  $Y$  встречается практически всегда, в таком случае  $X$  – излишняя для анализа переменная. Слишком малое значение достоверности говорит о том, что пара  $XY$  – случайно сформированная.

Последний показатель, который учитывается при выборе правил после проведения анализа – это подъем (lift), характеризующий уровень связи между  $X$  и  $Y$ . Чем больше значение подъема, тем больше вероятность встретить пары  $XY$ .

1. Шитиков В. К., Мастицкий С. Э., Классификация, регрессия, алгоритмы Data Mining с использованием R. - 2017

## ОБЗОР МЕТОДА ОПТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ СИМВОЛОВ В ВИДЕОПОТОКЕ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Т.А. Благодарова

Научный руководитель – Кистрин А.В., канд. техн. наук, доцент

Нас окружает много текстовой информации, представленной на бумажных носителях. Бумага быстро теряет свои свойства. Чтобы не потерять информацию с бумаги, можно ее оцифровать. В данной статье будет рассмотрен метод, основанный на контурном анализе [1].

Одним из самых примитивных методов является метод, основанный на поиске и выделении контуров символов. Здесь рассмотрим метод «Детектор границ Кэнни» [2]. После нахождения контуров отделяем каждый символ для дальнейшей обработки. Это можно сделать с помощью функции `boundingRect()` из библиотеки компьютерного зрения `Opencv` [3].

Выделенные прямоугольники содержат в себе информацию в виде набора точек контура для каждого символа.

После того, как каждый символ данного текста был локализован, полученные области отправляем в классификатор, который определит, что именно за символы перед нами.

В качестве классификатора выбрали метод *k*-ближайших соседей, (есть в библиотеке компьютерного зрения `OpenCV`) [4]. Результат работы метода ближайших соседей для заданного изображения (рис. 1).



Рис. 1 – Результат работы алгоритма распознавания текста.

В ходе эксперимента было установлено, что метод *k*-ближайших соседей работает с точностью  $\approx 80\%$ . Данная точность недопустимо мала. Целью дальнейших исследований является изучение других методов для локализации и распознавания текста на изображении. В качестве одного из них предлагается выбрать метод опорных векторов (Support vector machine, SVM) [5].

### *Библиографический список*

1. Коробов Д. В., Патин М. В. Метод распознавания шрифта текста с изображения // Молодой ученый. — 2016. — №12. — С. 161-165. — URL <https://moluch.ru/archive/116/31528/> (дата обращения: 11.11.2019).
2. Детектор границ Кэнни [электронный ресурс] / <https://habr.com/ru/post/114589/> (дата обращения: 11.11.2019).
3. OpenCV documentation. <https://docs.opencv.org/> (дата обращения: 05.11.2019).
4. Sklearn.KMeans <https://scikitlearn.org/stable/modules/generated/sklearn.cluster.KMeans.html> (дата обращения: 07.11.2019).
5. SVM. <https://habr.com/ru/post/428503/> (дата обращения: 09.11.2019).

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА МИГРАЦИИ ДАННЫХ МЕЖДУ ИНФОРМАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ**

Е.Н. Андрианова

Научный руководитель – Громов А.Ю., канд. техн. наук, доцент

У предприятий имеется множество приобретенного или самостоятельно разработанного ПО. Со временем возникает необходимость переходить на современное ПО и переносить имеющиеся данные в них. Миграция данных - это проект, направленный на разовое массовое перемещение данных из систем-источников в систему-приёмник.

В результате анализа выявленных проблем и методов миграции данных разработан следующий алгоритм действий при миграции данных:

1. Необходимо составить план миграции: определить тип миграции и все источники данных, использовать тип миграции, при котором производится предварительная загрузка исходных данных во временные таблицы новой СУБД. Это повышает скорость выполнения процедуры миграции, т.к. встроенные языки программирования оптимизированы под целевую СУБД и нет расходов на обмен данными по сети.

2. Подготовить шаблоны загрузки данных и определить правила трансформации. Осуществляется после сравнения структуры данных в источнике и целевой системе. В ходе трансформации необходимо предусмотреть правила очистки и преобразования выгруженных данных.

Основные действия по извлечению, проверке и загрузке данных:

–Подготовительные работы для извлечения данных и выполнение извлечения;

–Очистка данных;

–Запуск средств миграции;

–С использованием ETL-инструментов перенести извлеченные данные в новую систему;

–Проверка данных по бизнес-правилам и ссылочной целостности.

3. Определить порядок миграции данных. Алгоритм миграции данных должен обеспечивать перенос всех данных из исходной БД, гарантировать целостность данных и то, что перенос записей будет осуществляться с учетом всех зависимостей. Запись может быть перенесена только тогда, когда она является независимой, или записи, от которых зависит данная, уже перенесены в целевую БД. При таком подходе схема БД считается представленной в виде ориентированного графа. Для каждой независимой вершины рекомендуется строить дерево алгоритмом просмотра вглубь.

4. Проводить тщательное тестирование миграции данных, в том числе и тестовые миграции.

5. Оценивать результатов миграции данных по метрикам: количество доработок новой системы для проведения удачной миграции данных; количество доработок ПО для миграции для удачной загрузки данных; количество «потерянных» данных при миграции от общего объема данных; отклонение по времени, которое было потрачено на миграцию в целевую систему от запланированного времени и т.д.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ИНТЕРПРЕТАЦИИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НЕДОСТОВЕРНЫХ ВХОДНЫХ ДАННЫХ**

М.В. Гуськова

Научный руководитель – Громов А.Ю., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается заключительный этап технологии KDD – интерпретация информации.

Основной проблемой, возникающей на данном этапе, является возможность получения недостоверных данных.

Ранее были исследованы способы повышения достоверности исходных данных, однако, в ходе исследования, выяснилось, что изученные методики имеют ряд недостатков.

Для решения данной проблемы был разработан алгоритм интерпретации информации.

Алгоритм состоит из следующих этапов:

1. Визуализация исходных данных с использованием программы Google Data Studio. На данном шаге аналитик собирает данные предметной области из различных источников, создает отчет с помощью аналитической программы Google Data Studio и предоставляет группе аналитиков совместный доступ к созданному отчету.

2. Индивидуальный анализ полученных отчетов группой аналитиков. Аналитики (группа, состоящая из 3-5 человек) изучают исходные данные в отчете и выносят свои предложения по интерпретации информации на обсуждение. При необходимости аналитики вносят корректировки в ранее созданный отчет.

3. Совместное обсуждение результатов индивидуального анализа. На данном шаге происходит устное обсуждение предложенных моделей интерпретации. В случае, если аналитики не могут прийти к единому решению, необходимо привлечение выделенного эксперта предметной области.

4. Обсуждение с экспертом предметной области, в случае возникновения спорных моментов. На данном шаге эксперт поясняет аналитикам все особенности исследуемой области и разрешает спорные вопросы. По итогам обсуждения, ведущий аналитик составляет резюме и вносит необходимые правки в отчет в платформе.

5. Построение конечного отчета с помощью Google Data Studio. На основании полученной в ходе обсуждения информации, аналитик консолидирует все предложения в один отчет и визуализирует полученные результаты с помощью Data Studio.

В случае возникновения разногласий, необходимо вернуться к одному из шагов, описанных выше и проработать все спорные моменты.

На выходе алгоритма должен быть получен конечный отчет, содержащий интерпретацию информации полученных входных данных. Полученная информация должна быть представлена в пригодном для дальнейшего анализа виде и исключать возможное присутствие недостоверных данных.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ СЛИЯНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЛАКОВ ТОЧЕК

Н.А. Елагина

Научный руководитель – Ефимов А.И., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается решение проблемы, возникающей при трехмерном сканировании объекта, а именно совмещение нескольких частей одной модели. Были выделены следующие алгоритмы слияния трехмерных облаков точек:

- ICP (IterationCloudsPoints) - итеративный алгоритм ближайших точек. Целью алгоритма ICP является нахождение матрицы вращения  $R$  и вектора переноса  $T$ , которые выравнивают облака точек и для которых ошибки между преобразованным первым облаком точек и ближайшими точками второго облака являются минимальными[2].

- алгоритм на основе ориентационных гистограмм позволяет решить задачу без использования начальных приближений. Алгоритм оценки приближенных значений элементов взаимного ориентирования состоит из двух шагов: сначала выполняется оценка угловой ориентации  $R$ , а затем оценивается вектор сдвига  $T$  [1];

- алгоритм ICP с использованием геометрических признаков облаков точек (GF-ICP) также не требует задания первоначальных приближений матрицы поворота и вектора сдвига, выполняет совмещение облаков за меньшее количество итераций по сравнению с базовым. Также данный алгоритм обладает небольшой устойчивостью к шуму;

- алгоритм с использованием глобальных контрольных точек не требует задания начальных приближений для матрицы поворота и вектора сдвига, тем самым позволяя избежать попадания в локальный минимум, затрачивает меньшее количество итераций на совмещение облаков точек и выполняется быстрее по сравнению с базовым алгоритмом;

- использование особых точек, полученных на основе изображений углов поворота (BearingAngleImage) позволяет сократить время выполнения алгоритма ICP, при этом сохраняя высокую точность совмещения облаков. Также метод на основе ВА изображений позволяет совмещать облака точек с большим углом поворота относительно друг друга.

Таким образом, в статье были рассмотрены основные алгоритмы слияния трехмерных облаков точек. В ходе анализа алгоритмов было принято решение использовать несколько модификаций, которые бы значительно улучшили базовый ICP.

### *Библиографический список*

1. Chibunichev, Velizhev A. Automatic Matching of Terrestrial Scan Data Using Orientation Histograms. ISPRS XXI Congress, 2008.

2. Paul J. Besl. A Method for Registration of 3-D Shapes / Paul J. Besl, Neil D. McKay // Transactions on pattern analysis and machine intelligence, vol.14, NO.2, FEBRUARY 1992.–С. 239-255.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СИСТЕМАТИЗАЦИИ СТРАХОВЫХ ПРЕТЕНЗИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН**

С.В. Кузьмина

Научный руководитель – Громов А.Ю., канд. техн. наук, доцент

Блокчейн – это современный принцип хранения и передачи информации [1], который широко обсуждается в научных кругах как технология с огромным инновационным потенциалом применения во многих сферах экономики, и в частности – в области страхования.

Смарт-контракты (англ. smart contracts), платформой для которых выступает блокчейн, представляют собой электронные алгоритмы, направленные на автоматизацию процесса заключения, регистрации и исполнения договоров, то есть они направлены на существенное упрощение возможности согласования, реализации и вступления в силу страховых договоров.

Бумажные договора написаны на сухом юридическом языке, что создает сложность для понимания документов большинству количества клиентов, не разбирающихся в юридической терминологии.

Применение смарт-контрактов дает возможность сделать страховые договора более понятными для клиентов.

По сравнению с привычными бумажными договорами страхования смарт-контракты выступают в роли более эффективного аналога.

Смарт-контракты работают независимо и децентрализованно в распределенной среде блокчейн. Данные поступают и обрабатываются в соответствии с заложенной логикой, и на выходе выносятся решение о выплате компенсации и ее размере. Смарт-контракты можно сравнить с экспертами страховой компании, которые выносят решение о компенсации на основе предоставленных документов.

Для решения рассматриваемой в работе проблемы предлагается использовать алгоритм с использованием технологии блокчейн, а именно – смарт-контрактов, заключающийся в автоматизации принятия решения о наступлении страхового случая на основании данных из внешних источников.

В заключение можно отметить, что с помощью технологии блокчейн появится возможность у всех участников страхового процесса не только иметь удобный доступ ко всей информации, созданной в процессе рассмотрения и урегулирования претензий, а также и отслеживать все изменения. С таким подходом существенно ускорится работа с претензиями и сократится время принятия решений. Одним из возможных преимуществ будет сокращение отсрочек и затрат, повышение правовой определенности и качества обслуживания клиентов.

1. Курьянова И.В., Абибуллаев М.С. ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЛОКЧЕЙН В СТРАХОВАНИИ // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Экономика и управление. 2018. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-i-perspektivy-primeneniya-blokcheyn-v-strahovanii>(дата обращения: 12.04.2020).

## **АЛГОРИТМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЫНКА НЕДВИЖИМОСТИ**

Е.С. Тюнина

Научный руководитель – Громов А.Ю., канд. техн. наук, доцент

Прогнозирование является важнейшим этапом принятия решений в управлении. Эффективность принятых решений зависит от возникших после принятия решений событий. Предсказание неуправляемых аспектов последовательности данных событий позволяет сделать наилучший выбор и уменьшить риск. Ошибка сделанного прогноза зависит от используемой прогнозирующей системы. Уменьшить ошибку, убытки, вызванные неопределенностью при принятии решений, увеличить точность прогноза может позволить предоставление большего числа ресурсов.

Одна из проблем прогнозирования рынка связана с кризисными явлениями, провоцирующими дисбаланс спроса и предложения некоторого числа товаров рынка [1], что, в свою очередь, влияет на рынки других товаров через взаимосвязанность экономической системы. В данной ситуации наблюдается прогнозирование в условиях неопределенности, когда при принятии решения необходимо опираться на совместный анализ поведения различных факторов, оказывающих воздействие на прогнозируемый показатель.

Причинно-следственную связь, существующую между доходами населения и стоимостью недвижимости, можно выразить, используя корреляционно – регрессионный анализ. Результаты анализа позволяют предсказать стоимость недвижимости в обозримом будущем. Для проведения анализа необходимо воспользоваться официальными источниками доходов населения определенного региона, на основе которых, при учете ожидаемого прожиточного минимума, определяется чистый доход населения.

Алгоритм предварительного анализа социально-экономических факторов для прогнозирования рынка недвижимости можно выразить следующей последовательностью шагов:

1. Определить для каких целей будет использована информации.
2. Выполнить поиск необходимых данных.
3. Выполнить упорядочивание данных в модели классификации.
4. Определить техники, позволяющие реализовать выбранные модели.
5. Выполнить оценку модели, используя для этого с помощью известные методы.
6. Применить модели в текущих рыночных условиях для генерации рекомендации о целевом действии.
7. Оценить полученные результаты.

1. Владимирова Л.П. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: учеб. пособие. М.: Изд. дом «Дашков и К», 2000. – 308 с.

## **ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ЛАНДШАФТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЧЕРЕЗ ЗАШУМЛЕННЫЙ КАНАЛ**

Н.И. Хизриева

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Помехи в канале передачи информации часто являются причиной появления шумов в изображении. Шум представляет собой нежелательную информацию, которая ухудшает качество изображения. По своей сути, шум – это случайное изменение интенсивности изображения.

Из-за плохого освещения или проблем с оборудованием на фотографии, снятой цифровым фотоаппаратом, можно увидеть множество точек. На самом деле это является равномерным гауссовским шумом. Плотность вероятности этого вида шума вычисляется в соответствии с нормальным распределением Гаусса. Данный шум является аддитивным, то есть шум суммируется с полезным сигналом [1]. Это означает, что каждый пиксель в зашумленном изображении является суммой истинного значения пикселя и случайного значения гауссовского распределенного шума.

Пуассоновский шум – это шум, который возникает, когда для предоставления обнаруживаемой статистической информации количество фотонов, измеряемых датчиком, недостаточно. Поэтому его также называют «фотонным шумом». Данный шум возникает, исходя из природы таких явлений, как свет и электрический ток, которые состоят в движении дискретных пакетов (фотонов, электронов). Если количество частиц, несущих энергию, достаточно мало, то возрастает неопределенность из-за распределения Пуассона. Величина пуассоновского шума увеличивается со средней величиной тока или интенсивности света.

В изображении с шумом «соль и перец» присутствуют темные пиксели в ярких областях и наоборот. Это пиксели сильно отличаются по цвету или интенсивности от окружающих их пикселей. Поврежденные пиксели устанавливаются в качестве альтернативы минимальному или максимальному значению, придавая изображению вид «соли и перца». Для изображений, искаженных данным шумом, шумовые пиксели могут принимать только максимальные и минимальные значения в динамическом диапазоне. Шум «соль и перец» обычно возникает из-за неисправностей в датчиках камеры, неправильном использовании памяти или ошибок в процессе оцифровки.

Спекл-шум влияет на все системы когерентной визуализации, включая медицинские ультразвуковые исследования [2]. Обычно искажение шумом происходит при передаче и получении медицинских изображений. Наличие спекл-шума имеет большое влияние при интерпретации изображения и диагностики. Также спекл-шум является серьезной проблемой при использовании радаров.

### *Библиографический список*

1. Злобин В.К., Еремеев В.В. Обработка аэрокосмических изображений. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 288 с.
2. Базылев Н.Б., Фомин Н.А. Количественная визуализация течений, основанная на спекл-технологиях. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 392 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ РАЗРАБОТКИ ИНТЕГРАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ**

Н.В. Кечина

Научный руководитель – Гринченко Н.Н, канд. техн. наук, доцент

В настоящий момент на российском рынке представлено множество информационных систем. Вопрос об их интеграции является актуальным, сам процесс ресурсозатратным. Специалисты IT области знают, что обмен данными необходим и возможен между системами любого уровня. Обеспечить это взаимодействие непросто, но оно сильно упрощает весь процесс работы, следовательно, уменьшает издержки любого проекта и предприятия.

Таким образом, задача интеграции систем в компании становится экономической задачей – уменьшение издержек при обмене данными, снижение человеческого фактора и ошибок, использование актуальной совместимой информации из различных систем предприятия.

На практике у каждой компании типичной IT-архитектурой является хаотичное множество ИС. Связь систем мало регулируется, организована совершенно разными, никак не стандартизованными способами. При интеграции крупных систем, модулей, написанных разными людьми, на разных языках, достаточно сложно. Для разработчика в такой ситуации важно сразу грамотно проанализировать программные продукты, которые в конечном итоге будут взаимодействовать, и определить для себя факторы, которые могут повлиять на саму интеграцию или на время её разработки. Чем крупнее проект, тем больше различных платформ подразумевается интегрировать. Это означает, что времени на анализ, обучение, разработку и внедрение интеграционного решения уйдет в разы больше. Так же при малейшем обновлении одной платформы, необходимо перестроить всю цепочку. Этот процесс может быть очень трудоемким, затратным. В настоящее время это является актуальной проблемой абсолютно любого предприятия.

Проблемы интеграций вызваны нестатичностью и рядом других факторов. К ним можно отнести динамичное развитие IT в целом, развитие компании или отрасли, изменение руководящего состава, увеличение потока клиентов, потребность в обработке больших объемов информации, изменения в номенклатуре услуг, рост конкуренции, изменение законодательства.

Для уменьшения влияния внешних и внутренних факторов, внедрение интеграционных решений позволит предприятиям совершенствовать IT-инфраструктуру. Повышение эффективности взаимодействия используемых информационных систем приведет к росту экономических показателей в позитивной динамике. Также необходимо внедрять отраслевые решения, стандартизацию промежуточных файлов ИС, использовать компьютерную технику, информационные технологии на всех стадиях делопроизводства.

В результате существенно облегчается решение проблем интеграции на предприятии, адаптация к меняющимся условиям проходит более сглажено, с меньшими затратами времени и денежных средств. Это позволит быстро получить реальную отдачу от внедрения, упростить обучение пользователей. Некоторые факторы снизят свое влияние до минимума. Сопро-

вождение и администрирование системы, развитие по мере роста потребностей предприятия станет более доступным, не останавливая при этом всю структуру ИТ-блока.

#### *Библиографический список*

1. Нефедов Ю., Сергеева А. – Типовые проблемы интеграции ИС и пути их решения // Litres – 2018– 158С.
2. Электронный источник URL: <https://habr.com/ru/post/117468/>
3. Радченко М.Г. – Архитектура и работа с данными 1С: Предприятие 8 // 1С-Пабблишинг. – 2011 – 268С.

### **СЖАТИЕ БИНАРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ**

Н.В. Лукина

Научный руководитель – Костров Б.В., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается проведение моделирования на бинарных полутонных и черно-белых изображениях методом ортогональных преобразований, с использованием информационной составляющей, позволяющих достичь более достоверную передачу скрываемой, конфиденциальной информации [1].

В основе сжатия изображений лежит особенность, которая осуществляется на базе функций Уолша с упорядочением их по частностям [2], одном из трех возможно существующих вариантов использования.

Основная информационная составляющая, используемая в экспериментальной интерпретации метода сжатия [3], лежит в исследовании изображений в трех его состояниях: полутонном, черно-белом и инверсном от базового черно-белого.

Преобразование Уолша строится на матричной дискретной форме представлений. Основа выполненного преобразования лежит в осуществлении прямого и обратного кода, базирующегося на свойствах ортогональности и симметричности.

Исследования проводились с использованием высокоуровневого языка математического моделирования и программирования Matlab (рис. 1). Оценка рассматриваемых изображений базируется на определении СКО исходного изображения от сжатого и степень отброшенных элементов [4].

Росархив	Росархив	Росархив
Федеральное бюджетное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт документоведения и архивного дела" (ВНИИДАД)	Федеральное бюджетное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт документоведения и архивного дела" (ВНИИДАД)	Федеральное бюджетное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт документоведения и архивного дела" (ВНИИДАД)
Профсоюзная ул., д. 82, Москва, 117393 Тел./факс (495) 718-78-74 e-mail:mail@vniidad.ru; ОКПО 02842708; ОГРН 1027700380795; ИНН/КПП 7708033140/771001001	Профсоюзная ул., д. 82, Москва, 117393 Тел./факс (495) 718-78-74 e-mail:mail@vniidad.ru; ОКПО 02842708; ОГРН 1027700380795; ИНН/КПП 7708033140/771001001	Профсоюзная ул., д. 82, Москва, 117393 Тел./факс (495) 718-78-74 e-mail:mail@vniidad.ru; ОКПО 02842708; ОГРН 1027700380795; ИНН/КПП 7708033140/771001001
_____ N _____ На N _____ от _____	_____ N _____ На N _____ от _____	_____ N _____ На N _____ от _____
а)	б)	в)

Рис. 1. Эксперимент по преобразованию Уолша:

- а – Результирующее полутоновое изображение  $S = 40\%$ ,  $\sigma = 1,25$ ;
- б – Результирующее черно-белое изображение  $S = 40\%$ ,  $\sigma = 2,63$ ;
- в – Результирующее инверсное изображение  $S = 40\%$ ,  $\sigma = 6,71$ .

### Библиографический список

1. Ахмед Н., Рао К. Р. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов: Пер. с англ./Под ред. И. Б. Фоменко. М.: Связь, 1980. 248 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде Matlab. М.: Техносфера, 2006. 616 с.
3. Злобин В.К., Костров Б.В., Свирина А.Г. Спектральный анализ изображений в конечных базисах. М.: КУРС: ИНФРА 2016. 172 с.
4. Сжатие изображений на основе ортогональных преобразований / Б.В Костров, А.С. Бастрычкин // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2016. Вып. 9. С.113 – 118.

## СОВМЕЩЕНИЕ РЕАЛЬНОГО И ВИРТУАЛЬНОГО ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.Н. Гудков

Научный руководитель – Новиков А.И., д-р техн. наук, доцент

Рассматриваются вопросы совмещения наблюдаемого телевизионного изображения на борту летательного аппарата с изображением, синтезированным по цифровой карте местности [1]. Среди известных методов решения этой задачи перспективным является совмещение разнородных изображений с помощью проективных преобразований.

Разработанные алгоритмическое и программное обеспечения решения данной задачи включают в себя следующие этапы:

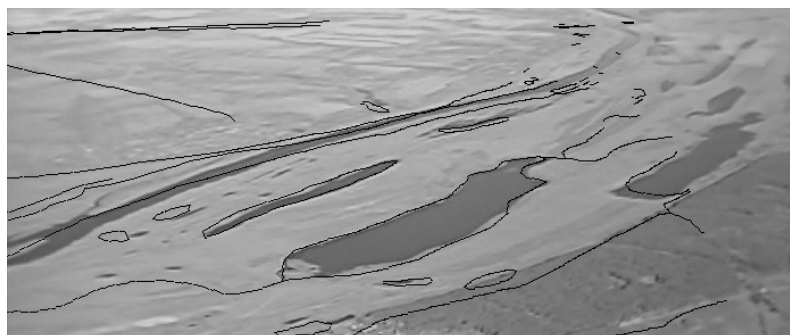
- выделение контуров на РИ;
- аппроксимация контуров многоугольниками;
- выделение четырех пар угловых точек;
- формирование и решение СЛАУ методом Гаусса;
- совмещение изображений.

В однородных координатах связь между парой соответствующих точек на реальном и виртуальном изображениях задается матричным равенством (1)

$$\begin{pmatrix} \lambda x \\ \lambda y \\ \lambda \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} \quad 1)$$

Для решения соответствующей системы уравнений необходимо выбрать 4 пары точек. Для выбора этих точек можно использовать метод аппроксимации контуров многоугольником, описанный в [2].

На рисунке приведен результат совмещения телевизионного изображения и контуров виртуального изображения с помощью проективного преобразования.



Выводы:

- доказана работоспособность алгоритма;
- необходимо доработать механизм автоматического выбора точек на основе аппроксимированного контура.

#### *Библиографический список*

1. Обработка изображений в авиационных системах технического зрения. Под редакцией Л.Н. Костяшкина, М.Б. Никифорова. - М.: Физматлит, 2016. - 240 с.

2. Sablina, V.A. Contour Analysis Application for Object Detection in Aerial Image Sequence / V.A. Sablina, A.I. Novikov, M.B. Nikiforov, and A.A. Loginov // 3rd Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO) Proceedings. – Budva, Montenegro, 2014. – Pp. 102-107.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ РЕДУКЦИИ РАЗМЕРНОСТИ В ЗАДАЧЕ СОВМЕЩЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

В.В. Булгаков

Научный руководитель: Елесина С. И., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается эффективность применения технологий CUDA, C++ AMP и MPI в задаче корреляционного совмещения при помощи метода редукции размерности с использованием развёрток Пеано-Гильберта [1].

CUDA является многоплатформенной системой для параллельных вычислений и работает в операционных системах Windows, macOS и Linux. В CUDA подход к параллелизму значительно отличается, частично это связано с изначальной настроенностью на работу с общей памятью, частично связано с низкой стоимостью создания потока.

Технология C++ AMP – это библиотека и расширение языка, которая позволяет производить гетерогенные вычисления в единой программе на языке C++ разработанная корпорацией Microsoft. Одна из целей C++ AMP – сделать неспециализированные вычисления на графическом процессоре для повышения производительности приложения и таким образом, охватить все гетерогенные вычислительные платформы, в частности графического процессора и векторные блоки центрального процессора.

Технология MPI предназначена для параллельных вычислений, и их основная цель – повышение производительности программ. Параллельные вычисления с помощью MPI можно выполнять как на одном компьютере, так и на системе из нескольких компьютеров (кластере) [2].

Результаты исследований показывают, применение технологии C++ AMP при корреляционном совмещении изображений даёт существенное ускорение при размерах ЭИ в 10% от ТИ, и меньшее – при 50% от ТИ [3].

При соотношениях ЭИ и ТИ 10% и 30% применение технологии CUDA ускоряет вычисления в 4,8 и 8 раз.

Применение MPI при наибольшем количестве процессоров даёт прирост ускорения в среднем в 20 раз (по сравнению с последовательной реализацией).

Следовательно, данные технологии можно вполне успешно применять для сокращения временных затрат в задачах корреляционного совмещения.

### *Библиографический список*

1. Математическое и алгоритмическое обеспечение методов глобальной оптимизации при совмещении изображений: учеб. пособие / С.И. Елесина, А.А. Логинов, М.Б. Никифоров; Рязан. гос. радиотехн. ун-т. Рязань, 2014. 80 с.

2. С.И. Елесина, Е.С. Геращенко, В.Ю. Тарасова. Технология параллельного программирования MPI. Организация кластерных вычислений в операционной системе Windows. Учебное пособие для магистров. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т. им. В. Ф. Уткина. Рязань, 2020 г.

3. Методы и средства обработки и хранения информации: Межвузовский сборник научных трудов / Под ред. Б.В. Кострова; - Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2019, Выпуск 2. – 188 с.

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ УОЛША-АДАМАРА ДЛЯ ДВОИЧНОГО КОДИРОВАНИЯ

А.Д. Колесников

Научный руководитель – Костров Б.В., д-р техн. наук, профессор

Для хорошего обнаружения многие радары стремятся передавать длительные импульсы для достижения высокой энергии, поскольку передатчики обычно работают вблизи ограничения их пиковой мощности. Использование формы сигнала постоянной частоты накладывает два серьезных ограничения на форму функции неоднозначности: произведение задержки и доплеровское разрешение остаются близкими к единице, а энергия импульса прямо пропорциональна ширине разрешающего элемента задержки. Для получения адекватного отношения сигнал-шум (ОСШ), возможно, потребуется расширить ширину импульса за пределы задержки разделения ближайшей цели, предотвращая их разрешение. Если разрешена фазовая модуляция передаваемого импульса, то оба эти ограничения можно обойти, и полученный процесс называется импульсным сжатием. Сжатие импульсов является методом обработки радиолокационных сигналов для увеличения разрешения диапазона, а также для улучшения ОСШ. Стремительное развитие цифровых технологий приводит также к появлению новых подходов в области проектирования и обработки радиолокационных станций (РЛС). Использование сигналов в радиолокационной технике позволяет снизить передаваемую мощность РЛС, повысить дальность разрешения и устойчивость к различным видам активных помех [1]. Прием и обработка сигналов импульсной модуляции, отраженных от цели, осуществляется в радиолокационных приемниках по алгоритму сжатия импульсов. Двоичные кодированные сигналы широко используются в качестве сигналов сжатия импульсов радиолокатора для достижения высокого разрешения диапазона и для обеспечения способности обнаружения на больших расстояниях. Основной проблемой при использовании двоичных кодированных сигналов является поиск последовательностей с соответствующими свойствами автокорреляции [2]. В результате была описана эффективность последовательностей Уолша-Адамара для двоичного кодирования радиолокационных сигналов. Показано, что между последовательностями длиной 8, 16 и 32 можно найти множество ортогональных последовательностей с хорошими свойствами [3]. Описана вероятность правильного определения дальности действия выбранных последовательностей при наличии активных помех и проведено сравнение ее со случаями, когда код Баркера используется для двоичного кодирования радиолокационных сигналов, а широко используемая линейно-частотная модуляция используется для расширения в соответствии с методом распространения.

### *Библиографический список*

1. Ахмед Н., Рао К.Р. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов. М.: Связь, 1980. 248 с.
2. Колесников А.Д. Упорядочение базисных функций // Материалы V научно-технической конференции магистрантов. Рязань, 2019, 177 с.
3. Костров Б.В., Свирина А.Г., Злобин В.К. Спектральный анализ изображений в конечных базисах. М.: ИНФРА-М, 2016, 171 с.

# **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ В ВИДЕ ИЕРАРХИИ ПРИ ПОМОЩИ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ ПРОЦЕДУРЫ ТОМАСА Л. СААТИ**

И.Н. Кузин

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Начальным пунктом метода анализа иерархии является создание иерархической структуры, включающей в себя цель, альтернативы и остальные пункты, имеющие эффект на решение человека. Создание такой структуры позволяет провести анализ всех аспектов проблемы и лучше понять задачу.

Иерархическая структура – это графическое изображение проблемы в облике перевернутого дерева, где любой элемент, кроме того, что находится на вершине, зависит от тех элементов, что находятся выше. Иерархические структуры применяются для оптимального осмысления неясной действительности: мы разбираем изучаемую проблему на определенные части; далее разбираем на определенные части элементы, которые были получены, и так далее. Всегда необходимо обращать внимание на осознании конкретного элемента, временно абстрагируясь от всех остальных компонентов. При процедуре сходного анализа приходит осмысление всей сложности и разносторонности обследуемого объекта.

Когда мы анализируем сложную проблему, мы можем применить иерархию как инструмент для обработки и понимания крупных объемов информации. Во время разработки данной структуры определяется наиболее глубокое осознание проблемы.

Иерархические структуры, применяемые в методе анализа иерархий, являются инструментом для высококачественного моделирования сложных проблем. Главной в иерархии является центральная цель; все что находится на нижнем уровне, представляет собой множество вариаций достижения цели (альтернативы); элементы промежуточных уровней отвечают критериям или факторам, которые объединяют цель с альтернативами.

Облик всякой иерархии будет зависеть не только от объективного характера разбираемой проблемы, но и от сведений, соображений, системы ценностей, взглядов и желаний участников процесса. Выпущенные описания использования метода анализа иерархий часто содержат в себе разнообразные схемы и истолкования показанных иерархий. Поочередная реализация каждого шага метода анализа иерархий предусматривает вероятность трансформации структуры иерархии, для включения в нее вновь возникших, или до этого не считавшихся значимыми, критериев и альтернатив.

## *Библиографический список*

1. Саати Т. Л. Об измерении неосвязаемого. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений // Журнал "CloudOfScience". 2015. Т. 2. № 1.

2. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М.: Радио и связь, 1989. — 316 с.

## РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Н.С. Михалин

Научный руководитель – Баранчиков А.И., д-р техн. наук, профессор

Предпосылкой для создания такой системы является то, что во многих компаниях учет ведется с использованием электронных таблиц, что не является оптимальным с точки зрения трудозатрат и использования человеческих ресурсов. Кроме того, такую систему можно использовать для планирования и расчета заработной платы, получения различных отчетов.

Для создания и внедрения системы необходимо:

1. Изучить организацию с точки зрения управленческого, регламентированного и оперативного учета. Это позволяет определить стратегию развития компании, её структуру и ограничить круг ответственных лиц.
2. Определить цели, работы, сроки, размер вознаграждения, дополнительные условия в матрице KPI.
3. Закрепить пункт 2 в стандарте организации либо в положении об оплате труда.
4. Произвести настройку системы и пробное внедрение в эксплуатацию.

Внедрение системы мониторинга производственных показателей позволяет добиться следующих эффектов:

1. Снижение трудозатрат на сбор, анализ и планирование KPI. Использование автоматизированных систем позволяет снизить время на сбор данных о фактических значениях KPI до 80% [1].
2. Повышение уровня мотивации за счет снижения бумажного документооборота и упрощения бизнес-процессов.
3. Повышение производительности труда за счет снижения количества брака и времени, необходимого на производство единицы продукции.
4. Повышение объективности применения премирования и дополнительных стимулирующих выплат.

Для того, чтобы оценить экономическую эффективность от применения стимулирования на основе KPI, необходимо не только наличие бизнес-процессов на предприятии, но и формальное определение показателей, которые определяют результат деятельности сотрудника или подразделения [2]. На предприятиях малого и среднего бизнеса такое зачастую невозможно ввиду отсутствия бизнес-процессов как таковых, либо существования бизнес-процессов, которые протекают случайно.

### *Библиографический список*

1. Клочков А.К. KPI и мотивация персонала. Полный сборник практических инструментов. – М.: Эксмо, 2009. – 103 с.
2. Какой получится эффект, если разработать KPI// piter-consult.ru. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://piter-consult.ru/home/Articles/Consulting-myths-legends/if-develop-kpi.html>(дата обращения: 6.04.2020)

## **РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РЕШЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ**

А.С. Перекатов

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

По результатам ранее проведенного анализа функциональных возможностей некоммерческих CASE-средств - аналогов Sybase Power Designer были найдены закономерности, что несмотря на определенную специфику и разные сферы применения, многие из них имеют схожие характеристики, но не все выполняют одни и те же функции одинаково хорошо, такие как: 1) формирование логических моделей, не зависящих от СУБД, и генерацию физических моделей основанных на них; 2) поддержку определенного набора типов СУБД, включая не только серверные, но и стационарные; 3) поддержание различных особенностей СУБД ключевых разработчиков (генерация триггеров, хранимых процедур, правил); 4) реинжиниринг на основе действующей БД или DDL-скрипта; 5) генерацию отчетов основанных на разработанной модели; 6) сохранение модели в разделяемом репозитории и 7) поддержку генерации кода для средств и языков разработки.

Таким образом была разработана концепция автоматизированного проектирования БД с использованием современных средств автоматизации. Она состоит в том, что у существующих некоммерческих CASE-средств выбираются их наилучшие функциональные возможности, такие как формализация предметной области, инфологическое проектирование, даталогическое проектирование, построение физической модели, выбор СУБД, сценарий создания БД и т.д., все это объединяется в одну общую систему и получается бесплатная альтернатива для коммерческой системы Sybase Power Designer.

Динамика развития средств автоматизации позволяет предположить, что концепция перспективной в будущем CASE-системы по всей видимости будет основываться на объектно-ориентированном подходе, она будет решать задачи анализа, разработки, моделирования и проектирования БД. Средства разработки входящие в состав CASE-системы должны будут обеспечивать решение задачи проектирования по результатам выполнения предыдущих этапов, важным требованием к таким средствам разработки следует отнести генерацию готового исходного кода. Рассмотренная концепция CASE-системы позволяет разрабатывать заготовки под классы, атрибуты и методы. Для взаимодействия с другими этапами жизненного цикла приложения средствам CASE-системы необходимо иметь функции проверки программного кода на синтаксическую корректность и соответствие моделям.

1. Межвузовский сборник научных трудов. Методы и средства обработки и хранения информации. Статья: «CASE-средства для проектирования информационных систем» стр. 59.Рязань, РГПУ, издательство BookJet. 300 стр.

## НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ В ЗАДАЧЕ ПОИСКА И РАСПОЗНАВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ НОМЕРОВ

А.А. Симонян

Научный руководитель – Ручкин В.Н., д-р техн. наук, профессор

*Нейронная сеть* - это один из программных механизмов, который позволяет программе обучаться, то есть учиться на опыте, прошлых попытках. Нейросеть будет хорошо обучена тогда, когда имеется большое количество подходящих для обучения данных (при условии, что распределение данных по содержанию схоже с тем, с которым вы намерены сталкиваться уже при рабочей, обученной программе). Данное понятие появилось во время изучения процессов, которые протекают в мозге организмов и моделирования этих процессов.

Нейросеть представляет собой систему процессоров (искусственных нейронов), которые между собой связаны определенным образом и взаимодействуют. Такие нейроны обычно довольно простые (особенно в сравнении с процессорами, которые используются обычных машинах). Каждый процессор нейронной сети имеет дело только с сигналами, которые периодически поступают, и сигналами, которые сеть периодически отправляет другим нейронам.

При поступлении на вход изображения, каскад Хаара определяет, находится ли на нем подлежащий нахождению объект, т. е. выполняет классификацию, разбивая входные данные на две группы (есть отыскиваемый объект, нет отыскиваемого объекта).

Признаки Хаара – это признаки цифрового изображения, используемые в распознавании образов. Начальный набор признаков зависит от реализации и задачи. Для того, чтобы посчитать значение признака Хаара для изображения, нужно произвести сложение яркостей пикселей изображения в первой и второй областях отдельно и далее произвести вычитания из первой полученной суммы вторую. Разность, которая была получена в итоге – это есть значение признака Хаара для исходного изображения:

$$h(u) = \sum_{i=1}^{N_a} a_i - \sum_{i=1}^{N_b} b_i \quad (1)$$

### *Библиографический список*

1. Вороновский Г. К., Махотило К. В., Петрашев С. Н., Сергеев С. А. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности. — Харьков: Основа, 1997. — 112 с. — ISBN 5-7768-0293-8.
2. Голубев Ю. Ф. Нейросетевые методы в мехатронике. — М.: Изд-во Моск. унта, 2007. — 157 с. — ISBN 978-5-211-05434-9.

# РЕАЛИЗАЦИЯ ИСКУССТВЕННОЙ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СФЕРЫ

А.М. Фокина

Научный руководитель – Громов А.Ю., канд. техн. наук, доцент

Прогнозирование является важной научно-технической задачей, поскольку позволяет определить будущее состояние различных систем и процессов на основе ретроспективных данных. Применение традиционных моделей прогноза зачастую не обеспечивает получение корректного прогноза для социальных и экономических процессов, что является предпосылкой развития методов и алгоритмов на основе искусственного интеллекта, обладающих гибкими адаптационными возможностями [1].

Разработанное программное обеспечение состоит из исполняемой компоненты и совокупности вычислительных методов, при помощи которых можно получать прогнозирующие модели с улучшенными характеристиками.

В состав системы входят модуль для получения прогноза, модуль получения и первичной обработки данных, модуль для поиска аномальных значений и их корректировки, библиотека иммунных алгоритмов, графический интерфейс пользователя.

Библиотека иммунных алгоритмов включает себя следующие классы:

1. Task. Класс, описывающий задачу и представляющий данные задачи в виде иммунных структур.
2. Antibody. Класс, описывающий антитела (варианты решения задачи).
3. Population. Класс, представляющий популяцию и реализующий основные иммунологические механизмы и операторы.
4. ImmuneAlgorithm. Класс для обеспечения функционирования иммунного алгоритма, включающий в себя все объекты модели прогнозирования.

Функции исполняемой компоненты:

1. Ввод данных в систему и их предварительная обработка.
2. Настройка параметров системы, хранение системных настроек.
3. Тестирование моделей прогнозирования временных рядов, формирование отчетов о результатах тестирования.
4. Визуализация входных и выходных данных, выгрузка информации о текущем состоянии процессов в системе.

Прогнозирование экономических процессов с помощью разработанной системы состоит из следующих этапов:

1. Постановка задачи и сбор необходимой информации.
2. Первичная обработка исходных данных.
3. Определение подходящей модели прогнозирования, настройка ее параметров, обучение.
4. Построение прогноза и анализ полученных результатов.

1. Астахова Н.Н., Демидова Л.А. Использование почти полных строго бинарных деревьев и модифицированного алгоритма клонального отбора при разработке моделей прогнозирования временных рядов с короткой актуальной частью // Вестник РГРТУ. 2013. № 4-2 (46). С. 89-96.

# АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ СТЕРЕОСОПОСТАВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

К.И. Шарко

Научный руководитель – Ефимов А.И., канд. техн. наук, доцент

Большинство алгоритмов стерео сопоставления анализируют два ректифицированных стереоизображения и позволяют получить карту диспаратетов по данным снимкам. Диспаратетом называется разница в значении абсциссы пикселя на левом изображении и значением абсциссы соответствующего ему пикселя на другом изображении.

Все известные алгоритмы разделяются на два типа – локальные и глобальные.

В алгоритмах локального типа при сопоставлении точек на правом и левом изображениях стереокамеры используются только определенные окрестности этих точек. В глобальных же алгоритмах находятся значения диспаратета сразу для всех точек изображения.

Критериями эффективности как глобальных, так и локальных алгоритмов являются следующие параметры:

- процент ошибок, допускаемых алгоритмов в сравнении с эталонными дальнометрическими данными;
- время обработки одной пары изображений фиксированного разрешения;
- задействованные вычислительные ресурсы.

Для решения конкретных задач необходимо выбрать наиболее успешные реализации алгоритмов различных типов и сравнить их эффективность.

Проведен детальный анализ нескольких алгоритмов, характеризующихся различными метриками. Так, например, метрика по умолчанию, используемая для определения общего ранжирования методов, была выставлена «bad2.0» (процент пикселей с ошибкой диспаратности > 2.0 пикселей. Маска установлена в значение «попосс» (непокрытые пиксели, видимые в обоих видах), так как новые наборы данных значительно сложнее и имеют большие полужакрытые области.

На основе показателей средневзвешенного значения для разных изображений было выявлено, что алгоритм «NOSS\_ROB» является самым лучшим по различным показателям. При этом можно заметить, что на некоторых изображениях он не лидирует. Так, например, алгоритм «iResNet\_ROB» по времени обрабатывает изображения намного быстрее, при этом ухудшается качество.

Таким образом, следует постоянно проверять значения весовых коэффициентов, так как происходит постоянное развитие, например, путем увеличения весов сложных наборов данных и уменьшения весов простых наборов данных, которые практически используются большинством методов.

1. База изображений сравнения различных методов построения карты глубины [Электронные ресурсы] URL: <http://vision.middlebury.edu/stereo>

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГРАФИЧЕСКОГО ДВИЖКА UNITY ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КЛИЕНТСКОГО ПО С ИНТЕРАКТИВНОЙ ГРАФИКОЙ

А.С. Чалов, Н.Н. Гринченко

Научный руководитель – Н.Н. Гринченко, канд. техн. наук, доцент

Анализируя большие объемы цифровых данных биотехнологий в медицине, возникает проблема в визуальном представлении данной информации. Рассматривается возможность отображения воздействия различных классов фармацевтических соединений, полученных с помощью микробиологического синтеза, на организм человека, а также на возникновение нарушения нормальной жизнедеятельности, возникающие в ответ на действие патогенных факторов. Решением данной проблемы осуществляется с помощью графического движка Unity.

Unity представляет из себя кастомизируемый кроссплатформенный движок со встроенной IDE, который используется для разработки видеоигр, веб-сервисов и разного рода приложений. Одним из ключевых факторов движка является наличие возможности работы с интерактивной графикой. Алгоритм визуализации цифровых данных следующий:

1. Сбор информации, анализ и обработка полученных данных.
2. Проектирование трёхмерных моделей с помощью графического редактора.
3. Моделирование анимации моделей.
4. Установка зависимостей между моделями в графическом движке Unity с помощью программирования на языке C#. Соотнесение цифровых данных, полученных из выборки, с трёхмерными моделями. Назначение свойств и параметров моделям. Создание интерактивной модели.

Как только модель получает свойство Collider, она перестаёт быть простым трёхмерным объектом и является частью интерактивной графики. Это отличает интерактивную графику от традиционной, поскольку можно не только наблюдать симуляцию каких-либо действий, но и взаимодействовать с объектом. В данном случае, визуально наблюдать за развитием патогенных отклонений, реакцией фармацевтических соединений на эти патогены и на организм в целом. Данные можно изменять в режиме реального времени, тем самым моделировать различные ситуации и события, а с помощью внутреннего инструмента AI (искусственного интеллекта) просчитать и визуализировать графически, в виде интерактивной графики, десятки тысяч вариантов ситуаций. К примеру, оптимальную дозу биотехнологических веществ для организма человека, которая устраняет патогенные отклонения и нормализует работу организма.

## *Библиографический список*

1. UnityUserManual [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>, свободный – (05.04.20).
2. Биотехнология. Теория и практика / Н.В. Загоскина и др. - М.: Оникс, 2014. - 496с.
3. Тозик, В.Т. Компьютерная графика и дизайн: Учебник / В.Т. Тозик. - М.: Academia, 2017. - 184 с.

## **ПРОГРАММНЫЕ МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ ПРИ ОЦЕНКЕ РАНЖИРОВАНИЯ САЙТОВ**

М.В. Царамов

Научный руководитель – Баранчиков А.И., д-р техн. наук, профессор

Основным в рассмотренной теме является анализ существующих методов программной реализации ранжирования сайтов. Рассматриваются основные средства аналитики, такие как Яндекс.Метрика и Google Analytics. Также освещаются независимые интернет-ресурсы, позволяющие дать качественную оценку сайта.

Как правило, оптимизацию русскоязычного сайта проводят для двух основных поисковых систем – это Яндекс и Google. Именно эти поисковики и служат ориентиром, как для других поисковых систем, так и для адаптации внешней и внутренней оптимизации.

Поисковые алгоритмы глобально делятся на два типа – базовый поиск и метапоиск. В первом случае поисковик анализирует свою часть и образует определенное множество запросов. Образовав по всем словам определенные группировки, происходит объединение, после чего для выдачи предоставляются релевантные ресурсы. В случае работы метапоиска первоначально определяется геоположение пользователя, после чего выдает результаты характерные для данного региона и данных ключевых слов.

Важнейшей составляющей оптимизации является аналитика поведенческих факторов. Основными средствами для анализа являются сервисы Google и Яндекс. Встроенные системы позволяют отслеживать огромное количество факторов, влияющих на место в выдаче ресурса.

Анализ факторов влияющих на поведение пользователей или юзабилити – это раздел оптимизации сайта, который отвечает за внутреннюю составляющую и логику ресурса. Настроив определенный трафик на сайт важно преобразовать этот поток в конечных потребителей продукта.

Обосновывается выбор стратегии оптимизации и подбор первоочередных параметров, влияющих на ранжирование.

Освещаются основы составления семантического ядра.

Доказывается важность такого параметра как информативность контента на сайте, показатели который должны быть очень высокими. Описание понятия наполнения сайта и внедрения мета тегов в статьи.

Представляется разработанная программа, предназначенная для оперативного аудита сайта и удобного составления семантического ядра. Программа определяет 10 основных показателей сайта, а также выделяет основы для семантического ядра.

Программа представляет собой набор вкладок, каждая из которых предназначена для одного из этапов оптимизации.

# РАСПОЗНАВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

И.Н. Бакамбис

Научный руководитель – Никифоров М. В., канд. техн. наук, доцент

В нашем исследовании изучалась проблема сегментации изображения с использованием U-net на Keras. Автоматическая сегментация изображений (сегментация изображений) является популярной областью использования нейронных сетей [1,2]. Например, чтобы вручную пометить спутниковые снимки, наметив очертания домов, дорог, парков и т.д., нужно потратить много времени. Маркировка клеток на фото с помощью микроскопа в медицинских исследованиях.

Сегментация изображения. Одной из основных задач обработки и анализа изображения является сегментация, то есть деление изображения на области, для которых выполняется определенный критерий однородности, путем, например, выделения областей примерно одинаковой яркости на изображении (рис. 1). Понятие области изображения используется для определения связанной группы элементов изображения, имеющих определенный общий атрибут (свойство).

Разрешения исходного изображения и сегментированного изображения должны совпадать. При использовании методов аугментации, которые изменяют геометрическую форму или положение в пространстве: вращение, масштабирование, зеркальное отражение (перелистывание H/V flip), обрезка (crop) – одно и то же преобразование должно применяться к обоим: исходному изображению и сегменту, который его описывает. Не должно быть никаких расхождений, иначе это может повлиять на качество обучения нейронной сети.

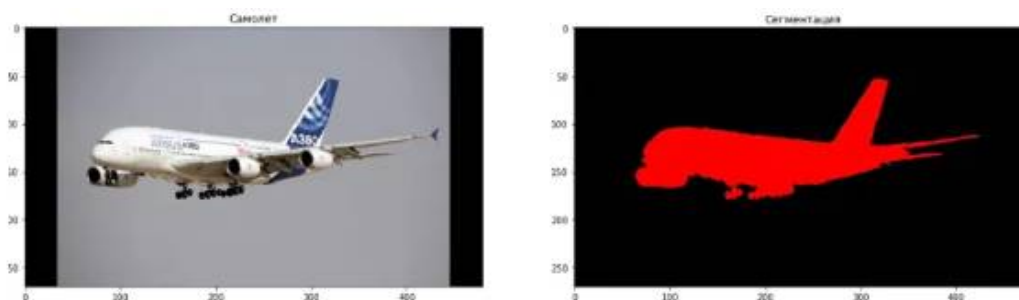


Рис. 1. Пример сегментации для тренировки нейронной сети

## *Библиографический список*

1. V. Badrinarayanan, A. Kendall, and R. Cipolla, "SegNet: A Deep Convolutional EncoderDecoder Architecture for Image Segmentation," in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 39, no. 12, pp. 2481-2495, Dec. 1 2017.
2. Images Segmentation using MATLAB: Digital image processing by Arsath Natheem and Kindle Edition, 38 pages – published December 3<sup>rd</sup> 2017.

## ТЕХНОЛОГИЯ PROCESSMINING В БИЗНЕС-АНАЛИЗЕ

А.В. Еремина

Научный руководитель – Громов А.Ю., канд. техн. наук, доцент

Последние достижения в области систем информационных технологий позволили компаниям хранить огромные объемы данных бизнес-процессов. Однако до сих пор такие компании сталкиваются с рядом проблем.

Одна из таких проблем связана с созданием процессов «текущего состояния» — описания того, как бизнес-процесс выполняется сегодня. Другая общая проблема управления процессами — это отсутствие связи между бизнес-процессами и корпоративными информационными системами организации.

Но относительно новая и инновационная технология способна решить все эти проблемы, связанные с управлением бизнес-процессами, и оживить управление процессами в компаниях, где они лежат годами без дела — это технология Process Mining [1].

Технология ProcessMining эффективно используется для анализа текущего состояния производительности бизнес-процессов, мониторинга и улучшения бизнес-процессов в различных областях применения. Основной идеей технологии является получение знаний о структуре и поведении процесса из журналов событий, создаваемых информационными системами во время функционирования.

Благодаря журналам событий видно, как на самом деле происходит работа на предприятии, включая информацию о том, кто что сделал, сколько времени на это было потрачено и как данное действие соответствует определенным нормам.

Также глубокий анализ бизнес-процессов создает ключевые показатели эффективности процесса, что позволяет организациям сосредоточиться на приоритетных шагах по улучшению.

Алгоритмы искусственного интеллекта, которые используются в технологии ProcessMining, могут выявлять коренные причины отклонений — например, они могут указывать на то, что каждый раз, когда новому клиенту требуется проверка кредитоспособности, процесс значительно замедляется.

Однако и в технологии ProcessMining существуют свои недостатки. Один из недостатков — технологию ProcessMining могут использовать не все компании. Например, если организация не ориентирована на управление процессами, она, вероятно, не справится с глубинным анализом бизнес-процессов. Еще одной проблемой технологии ProcessMining является то, что часто журналы событий достаточно сложны и содержат большое число системных записей, что негативно влияет на формирование результата.

Поскольку технология ProcessMining интегрирована с другими инструментами, такими как технология автоматизации бизнес-процессов (RPA) и искусственный интеллект (AI), в будущем ожидается рост мощности глубинного анализа бизнес-процессов.

1. Mohammed Mesabbah, Susan McKeever, "Presenting a hybrid Processing Mining framework for automated simulation model generation", Proceedings of the 2018 Winter Simulation Conference, 2018, pp. 1370-1381.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ CATBOOST В РАЗРАБОТКЕ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

А.Т. Кежватова

Научный руководитель – Громов А.Ю., канд. техн. наук, доцент

Развитие веб-сайтов электронной коммерции привело к необходимости предоставлять потенциальным потребителям рекомендации, полученные в результате фильтрации всего ассортимента предлагаемых товаров или услуг. Качественные рекомендации существенно сокращают время, требуемое для поиска товаров или услуг, и увеличивают вероятность попадания в поле зрения пользователя других объектов, способных его заинтересовать. Это способствует повышению удовлетворенности пользователей веб-сервисами.

Ярким представителем компаний, успешно справляющихся с формированием точных рекомендаций, является компания Яндекс. Для решения задач ранжирования, предсказания и построения рекомендаций Яндекс использует разработанную ими систему машинного обучения CatBoost, основанную на градиентном бустинге. Бустинг – это процедура последовательного построения композиции алгоритмов машинного обучения, когда каждый следующий алгоритм стремится компенсировать недостатки композиции всех предыдущих алгоритмов [1].

Технология CatBoost позволяет эффективно обучать модели на разнородных данных, при этом данные могут быть использованы в первоначальном виде, переводить их на язык цифр не требуется, что существенно влияет на точность работы модели.

Метод основан на двух популярных алгоритмах машинного обучения:

1. Дерево решений – это способ представления правил в иерархической, последовательной структуре, где каждому объекту соответствует единственный узел, дающий решение. Под правилом понимается логическая конструкция, представленная в виде "если ... , то ...".

2. Нейронные сети – математическая модель, её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей.

Выбор используемого алгоритма зависит от типа задачи и данных.

Технология CatBoost является запатентованной технологией Яндекс и используется компанией для улучшения результатов поисковой системы Яндекс, ранжирования ленты рекомендаций, расчета прогноза погоды и в других сервисах компании.

Задачей формирования персональных рекомендаций интересуются многие крупные компании.

Дальнейшим развитием работы является совершенствование алгоритма формирования персональных рекомендаций за счет решения проблем, возникающих при формировании рекомендаций.

1. CatBoost – новый метод машинного обучения от Яндекса [Электронный ресурс]. – URL: <https://yandex.ru/blog/company/catboost-novyy-metod-mashinnogo-obucheniya-ot-yandeksa> (дата обращения: 06.04.2019).

# ОБРАБОТКА ГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

И.С. Панина

Научный руководитель – Громов А.Ю., канд. техн. наук, доцент

Рассмотрена задача обработки графических моделей с использованием машинного обучения.

В настоящее время, одним из наиболее эффективных методов обработки моделей являются алгоритмы машинного обучения. Несмотря на то, что искусственный интеллект с большим успехом применим фактически ко всем сферам человеческой деятельности, основной задачей создания специализированной программы расчета параметров моделей, является поиск эффективных алгоритмов оптимизации, которые давали бы наилучшие результаты в конкретной области применения [1].

При выборе алгоритма обработки модели необходимо полагаться на поставленную задачу и учесть ряд основополагающих факторов. Самым важным аспектом является вид исходных данных с учетом его особенностей, качество и полнота имеющихся сведений. Обычно это текстовая или графическая информация. Затем, необходимо определить критерии оценки точности, полноты и качества полученного результата.

Прогностическое моделирование является наиболее распространенной задачей в машинном обучении. Алгоритмы направлены на обучение целевой функции  $y=f(x)$  (где  $x$  и  $y$  соответственно набор входных и выходных данных) для предсказания значений  $y$  для новых значений  $x$ .

Наиболее популярными методами машинного обучения являются:

1. Логистическая регрессия;
2. Линейный дискриминантный анализ;
3. Деревья принятия решений;
4. Метод опорных векторов;
5. Нейронные сети.

Выбранный алгоритм улучшается, а затем сравнивается с аналогичными методами для определения целесообразности его применения и эффективности.

Существующее разнообразие алгоритмов создает базу для построения алгоритмических систем — объединенных различных алгоритмов решения рассматриваемой задачи. При комбинировании вышеуказанных алгоритмов гарантируются в общем случае лучшие результаты по сравнению с отдельными входящими в нее алгоритмами.

Таким образом, выбор метода машинного обучения зависит от поставленной задачи, количества и вида входных данных, а так же критериев оценки характеристик полученного результата.

## *Библиографический список*

1. Амелин С.А., Амелина М.А., Киселёв К.О., Фролков О.А. Применение методов машинного обучения для автоматизированного построения SPICE-моделей силовых МОП-приборов // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 11-4 (65). С. 11-16.

## **АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РОЛЕЙ И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ПРОЕКТНОЙ КОМАНДЕ**

А.С. Сидоренко

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Управление проектами – один из важнейших способов квалифицированной организации труда на производстве. Для руководителя проекта это означает рациональное распределение операций проекта с учетом различных критериев оптимальности.

Целью доклада являлся анализ функциональных ролей и их распределение в проектной команде, с целью более эффективной организации выполнения задач и командного взаимодействия.

В ходе доклада были рассмотрены следующие три обобщенных класса ролей:

- направленные на выполнение задач команды;
- направленные на создание и поддержание работы команды;
- индивидуальные роли (нефункциональные).

Для эффективной работы команды наиболее важны роли, относящиеся к первому и второму классу. Определение ролей может быть выполнено посредством матрицы ролей, которая составляется в ходе проекта или в самом его начале.

Далее был рассмотрен классический подход к распределению ролей, предложенный доктором Р.М. Белбином, который предполагает для более эффективной организации работы на проекте наличие следующих 8 ролей: генератор идей, критик, опора команды, рабочая пчелка, председатель, добытчик, оформитель и завершающий[1].

Так же был проанализирован подход, предложенный Риком Баррерой, выделившим 4 основных класса участников, в соответствии с их типом поведения: руководители, «всеобщие друзья», «личные друзья» и мыслители.

На основе анализа вышеуказанных подходов был сделан вывод о том, что для увеличения производительности работы при составлении команды проекта, необходимо поддерживать правильное соотношение категорий ролей для того, чтобы свести к минимуму преобладание одной из них. Кроме того, для эффективной командной работы важно выявление всех категорий участников с целью подбора каждому члену проектной команды наиболее подходящих ролей.

### *Библиографический список*

1. Белбин М. Р., Типы ролей в командах менеджеров. –Пер. с англ.М.: НИРРО, 2003. - 232 с.
2. Руководство к Своду знаний по управлению проектами. Пятое издание (Руководство PMBOK) Американский национальный стандарт ISBN 978-1- 62825-008-4 — Fifthedition. — ProjectManagementInstitute, 2013. — P. 380.
3. Троицкий М. Управление проектами/ М. Троицкий, Б.Груча, К. Огонек. – М., Финансы и статистика, 2011.

## ПРИМЕНЕНИЕ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СЕТЕЙ КОХОНЕНА В ЗАДАЧЕ ПОИСКА АНОМАЛИЙ В ДАННЫХ

А.А. Суслина

Научный руководитель – Громов А.Ю., канд. техн. наук, доцент

Задача выявления аномалий может быть сведена к решению задачи кластеризации данных, которая предполагает группировку похожих экземпляров в кластеры и не требует знаний о свойствах возможных отклонений.

Класс задач решается с применением такого типа однослойных нейронных сетей, как самоорганизующиеся карты Кохонена (Self-Organizing Maps – SOM), использующие принцип обучения без учителя. Сети Кохонена позволяют определять группы схожих входных векторов. Это достигается за счет подстройки весов, что близкие входные векторы активируют один и тот же нейрон. В процессе принятия решения сетью может возникнуть проблема с определением точных границ кластеров. Такая ситуация может интерпретироваться так, что аномальные данные будут находиться значительно дальше от центра, а нормальные – образовывать центральные группы. Отдельные кластеры также могут образовывать и аномальные данные, если имеют схожие параметры. В таком случае справедливо замечание, что нормальные данные образуют большие плотные кластеры, а аномальные – маленькие и разрозненные [1].

Сеть Кохонена является примером сети, обучающейся без учителя, при котором входные данные не имеют соответствующих им выходных. Сеть состоит из заданного числа нейронов, архитектурно принимающих вид прямоугольной решетки на плоскости. Данные поступают на входы каждого нейрона сети. В процессе обучения производится подстройка синаптических весов. Для настройки сети используется мера соседства нейронов (мера близости). В процессе обучения сети зоны соседства становятся меньше. В начале обучения весовые коэффициенты принимают малые значения, затем для всех нейронов вычисляются расстояния  $d_j$  до входного сигнала и выбирается наилучший нейрон  $j^*$ . Далее производится подстройка весов для лучшего нейрона  $j^*$  и всех нейронов из его зоны соседства. Рассчитываются новые значения весов. Процесс повторяется для новых наблюдений [2]. Порог доступа для самоорганизующейся сети соответствует максимальному расстоянию, на котором происходит распознавание. Если степень активации выигравшего нейрона превышает пороговое значение, то сеть не принимает решения.

Сеть Кохонена может быть применена к решению задачи поиска мошеннических транзакций в банковской сфере. Выявление нелегитимных операций может строиться на предположении, что законные транзакции создают кластеры, а незаконные не принадлежат ни к одному из кластеров.

### *Библиографический список*

1. Шкодырев В.П., Ягафаров К.И. Обзор методов обнаружения аномалий в потоках данных // Конференция: SEIM-2017. – 2017. – С. 40 - 46.
2. Kohonen T. The Self-Organizing Map // Proceedings of the IEEE, 1990, Vol. 78, no. 9.

## **ТРЕНДЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ**

Д.Г. Шмелева

Научный руководитель – Громов А.Ю., канд. техн. наук, доцент

Рассмотрена задача анализа перехода к цифровой электроэнергетике. Основной особенностью, которая отличает переход к цифровому управлению электроэнергетической области от любой другой, является объем получаемых от потребителей данных, объем пользователей системы, необходимая однотипность и связь между предприятиями.

Процесс цифровизации в электроэнергетике начался еще в 80-е годы прошлого века – это были первые микропроцессорные устройства обнаружения энергопотерь. Однако цифровизация – это не только оснастка объекта терминалом защит, а разработка комплексного решения для управления энергосистемой со сквозной наблюдаемостью.

Самым острым вопросом в данной области остается вопрос надежности, поэтому одним из главных трендов развития электроэнергетики является разработка аппаратных комплексов, используя методы анализа надежности. Цифровизация должна изменить подход к решению возникающих проблем: от ситуативного к предупреждающему, пользуясь данными мониторинга и анализа [1].

Следующий тренд – оцифровка технологических процессов, как следствие ввод новых точек контроля. Проблема заключается в большом потоке данных, а также разработке системы принятия решений при обнаружении возможности критической ситуации.

Одним из наиболее важных трендов является переход к информационным технологиям в оперативно-диспетчерском управлении. В долгосрочной перспективе появляется персонализированное решение, что в дальнейшем позволит объединить получившийся продукт с ПО из других отраслей, например, электронной коммерции или телекоммуникаций.

На пути трендов цифровизации в масштабе региона или страны стоит главное техническое препятствие – отсутствие конкретности и единственности: нет единых стандартов электрокомпаний, отсутствует инфраструктура передачи и обработки информации. Помимо этого, переход осложняет устаревшее оборудование. Высокотехнологичные технологии не могут быть в него интегрированы. Еще один появляющийся на фоне этого тренд – модернизация [2].

Сейчас в России нет возможности подключения умных сетей из-за сложности их архитектуры. Это связано с оборудованием, используемым при подключении, недостаточном финансированием, а также тем, что разработанные зарубежом системы не подходят для работы в России из-за различий в законодательстве и оборудовании компаний. Помимо этого, стоит учитывать риски при заимствовании интеллектуальных систем. Именно поэтому стоит вопрос в разработке собственных уникальных систем и внедрению отечественного оборудования.

### *Библиографический список*

1. Россети: Концепция "Цифровая трансформация 2030", Москва, 2018.
2. BobYeager "Digital Transformation in Electrical Power Industry", CERAWEEK, 2019.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

А.М. Рубцова

Научный руководитель – Громов А. Ю., канд. техн. наук, доцент

Данные, полученные во время приема пациентов, их обследования представляют собой персональные данные. Информатизация в здравоохранении привела к необходимости работы с такими сведениями в медицинских информационных системах (МИС). Порядок работы с персональными данными регулируется на федеральном уровне – существуют законы «Об информации, информационных технологиях и о защите информации», «О персональных данных», «Об утверждении Положения об обеспечении безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных», а также другие приказы и постановления [1].

Доступ к полной и целостной медицинской информации о пациенте является приоритетным для всестороннего обследования пациента. Для различных данных о пациенте может требоваться разный минимальный уровень защиты, это необходимо учитывать при построении систем безопасности для более гибкого взаимодействия с информацией.

Обеспечение необходимого уровня информационной безопасности определяется триадой «CIA» – конфиденциальность (confidentiality), целостность (integrity) и доступность (availability). Но на практике, с появлением новых методов, безопасность не связывают больше только с триадой «CIA». «CIA» не хватает полноты и точности. После более детального анализа информационных систем, были выделены четыре свойства – конфиденциальность, доступность, возможность контроля и аутентификация, которые являются минимально полными и независимыми для обеспечения информационной безопасности [2].

Таким образом, главными факторами при создании МИС являются сохранность и целостность информации, также возникает необходимость наличия специализированного программного обеспечения для мониторинга за состоянием МИС, программных и аппаратных средств защиты информации, создания различных уровней доступа и полномочий пользователей. Следовательно, для оперативной реакции и постоянного контроля за работой МИС необходим специалист по информационной безопасности. Для того, чтобы предложить решения, позволяющие обеспечить достаточный уровень безопасности данных, которые не будут вводить существенные ограничения для пользователей МИС, препятствующих корректной работе с ней, необходимо провести анализ основных особенностей обеспечения безопасности слоев информационной системы, построить схемы взаимодействия программных и технических компонентов, выделить функции подсистемы информационной безопасности.

### *Библиографический список*

1. Гулиев Я.И., Цветков А.А. Обеспечение информационной безопасности в медицинских организациях//Врач и информационные технологии №6, 2016. – 49-62 с.
2. Lihua Yin, Binxing Fang, Yunchuan Guo, Zhe Sun and Zhihong Tian «Hierarchically defining Internet of Things security: From CIA to CACA» in International Journal of Distributed Sensor Networks, 2020. – 13 p.

## **СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В КАРДИОЛОГИИ**

М.А. Аксенов

Научный руководитель – Мельник О.В., д-р техн. наук, профессор

Стремительное развитие информационных технологий привело к большому разнообразию методов, используемых для создания систем поддержки принятия решений в медицине, и в кардиологии, в частности.

На сегодняшний день выделяются 3 основных критерия, которым должны удовлетворять системы поддержки принятия решений в медицине:

1. Учёт разнообразия информации и относительности экспертных знаний. Система поддержки принятия решений должна быть способна обрабатывать большое количество разнородной диагностической информации, а также учитывать её индивидуальное, субъективное восприятие каждым экспертом.

2. Обеспечение взаимодействия и сотрудничества экспертов. Обусловлено это необходимостью осуществления комплексной, разнородной диагностики пациентов и, как следствие, участия в ней множества экспертов из различных медицинских областей.

3. Ситуативный синтез. Выработка решения осуществляется в условиях ситуативного разнообразия и должна синтезировать всю совокупность экспертных мнений.

Существует множество математических методов, подходов и построенных на них интеллектуальных систем поддержки принятия решений в кардиологии, например[1]:

1. Аппаратно-программные средства и алгоритмы распознавания патологий сердца на основе персептронных сетей, использующие анализ электрокардиограмм.

2. Математические алгоритмы и экспертные системы в дифференциальной диагностике инсультов, где с помощью генетических алгоритмов обрабатывается совокупность параметров состояния здоровья пациента, а затем с помощью искусственных нейронных сетей выполняется классификация инсультов.

3. Система для дифференциальной диагностики осложнённых форм инфаркта миокарда, которая использует нечёткие и вероятностные байесовские процедуры для анализа получаемых данных.

4. Поход, при котором оценивается риск ишемического и геморрагического инсультов на основе статистического подхода, многофакторной логистической регрессии и ROC-кривых.

Таким образом, обзор кардиологических систем поддержки принятия решений позволяет сделать вывод о большом разнообразии как способов получения исходных данных, так и методов их обработки для последующего принятия решений.

1. Аль Мабрук Мохаммад. Аппаратно-программные средства и алгоритмы распознавания патологий сердца на основе персептронных сетей: дисс. канд. техн. наук: 05.11.17 / Аль Мабрук Мохаммад. Владимир, 2011. 203 с.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ИНТЕГРАЦИИ ТЕЛЕМАТИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТРАХОВЫХ КОМПАНИЙ**

Л.С. Бадикова

Научный руководитель Ефимов А.И., канд. техн. наук, доцент

Внедрение технических и технологических возможностей позволяет современному предприятию предоставлять партнерам услуги на основе современных технологий. Инвестиции в развитие информационных технологий превращаются в стратегический инструмент, позволяющий значительно повысить результаты деятельности предприятия и помочь в получении конкурентных преимуществ [1]. В этом отношении особое место занимает телематика.

Термин «телематика» используется экспертами и аналитиками для описания обмена данными между информационными объектами и людьми с помощью новейших технологий.

Наиболее популярным представителем телематических устройств является спутниковая система мониторинга транспорта (СМТ). В последнее время СМТ активно внедряются в страхование автомобилей. Существует два вида автострахования: ОСАГО и КАСКО.

В отличие от ОСАГО, государство не устанавливает размер страховых премий КАСКО. Страховые компании самостоятельно разрабатывают тарифный план на основе статистических данных.

С целью снижения рисков для страховых компаний, а также для снижения стоимости страхового полиса была разработана программа «Умное страхование». При заключении договора водителю предоставляется телематический комплекс для автомобиля, который подключается к диагностическому порту автомобиля.

Типичный телематический комплекс состоит из трёх частей: терминалов, которые устанавливаются в автомобиль, сервера и клиентских рабочих мест.

Терминалы представляют собой специализированные трекеры, содержащие GPS и сотовый модули. Функции сервера может выполнять как обычный ПК, так и распределенная кластерная система со специализированным программным обеспечением. Клиентские рабочие места имеют подключение к серверу.

Во время движения автомобиля устройство фиксирует параметры движения и передает информацию на сервер страховой компании, где информация хранится для дальнейшей обработки. Она может отображаться на смартфоне водителя. Если на участках дороги нет связи, то данные остаются в памяти устройства и передаются при восстановлении связи.

В заключении хочется сказать, что телематический комплекс зарекомендовал себя с положительной стороны в связи с простотой использования, а также из-за того, что он позволяет снизить стоимость КАСКО на 30%.

1. Жилкин, О. Н. Информационные технологии как инструмент инноваций в бизнесе - М. : РУДН, 2011. - 788-792 с.

## **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ ОРГАНИЗАЦИИ И АНАЛИЗА ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

С.Н. Баранова

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Большие данные имеют важную значимость в современном мире. Анализ такой информации составляет большую ценность для различных отраслей. Задача обработки больших данных включает в себя несколько основных шагов:

1 Постановка исследовательской задачи.

2 Извлечение необходимых для исследования данных.

3 Подготовка данных к обработке и анализу, что подразумевает под собой комбинацию данных из различных источников информации и исправление ошибочных данных.

4 Исследование данных.

5 Моделирование данных.

6 Анализ полученных результатов[1].

Следующим шагом является автоматизация процесса обработки для поставленной задачи. Однако обработка и исследование графических данных имеет свои особенности обработки, исходя из особенностей формата.

Подготовка данных к обработке и анализу включает выборку и классификацию, что ставит задачу выбора оптимального метода при работе с графической информацией.

В настоящий момент существуют множество различных алгоритмов для поиска изображений, которые можно разделить на 2 большие группы:

- по текстовому описанию;
- по визуальному содержанию.

Первый вариант поиска имеет большой недостаток, связанный с неоднозначной трактовкой содержимого изображения и его текстового описания, что может привести к неточным результатам поиска.

В настоящее время наиболее востребованными являются методы поиска изображений, которые относятся ко второй группе. Наиболее простым примером такого поиска является поиск по образцу. Визуальный поиск изображения в соответствии с классификацией Скарбека и Кошана может основываться на анализе свойств пикселей, свойств области, выделении краев области и на физических свойствах объекта.

Популярным алгоритмом является поиск изображений по их цветовым гистограммам. Недостатком данного способа является строгая упорядоченность множества цветов.

Таким образом, при анализе графической информации большой задачей является подготовка данных, которая должна обеспечивать максимально точное определение изображения для дальнейшего анализа. При этом метод обработки напрямую зависит от поставленной цели исследования.

1. Davy Cielen Arno D. B. Meysman Mohamed Ali «*Introducing Data Science*» - Manning Publications Co., 2016 – 322pp.

# АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ИНТЕГРАЦИИ ПРОДУКТОВ 1С С КОНТРОЛЬНО-КАССОВОЙ ТЕХНИКОЙ

В.О. Кривоzubов

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

С 1 июля 2017 года вступили в силу изменения в 54-ФЗ [1]. Согласно Федеральному закону кассовые аппараты должны передавать электронные копии чеков в налоговую инспекцию онлайн.

В данной работе рассмотрена задача анализа особенностей интеграции продуктов 1С с контрольно-кассовой техникой, далее ККТ.

В настоящее время производители онлайн-касс вместе с оборудованием поставляют драйвера устройств. Это необходимо для подключения ККТ к программным продуктам.

Чтобы начать использование ККТ, необходимо настроить выход в интернет, установить драйвер устройства на рабочее место и подключить ее к системе 1С.

Для исследования выбран фискальный регистратор Атол-30Ф. Атол-30Ф имеет фискальный накопитель и работает в режиме реального времени [2]. Фискальный регистратор передает информацию о проведенных кассовых операциях через оператора фискальных данных непосредственно в федеральную налоговую службу. Он также предназначен для формирования электронных или бумажных чеков по выбору. Передача данных в ККТ Атол-30Ф настроена через com/usb. Драйвер устройства можно скачать с официального сайта [www.atol.ru](http://www.atol.ru).

Интеграция продуктов 1С с ККТ настраивается в разделе Администрирование – Подключаемое оборудование. Для этого требуется заполнить форму «Подключение и настройка оборудования». Предварительно в программе 1С необходимо внести сведения, которые будут отображаться в чеке: информацию об организации, фамилию кассира, наименование и стоимость товаров или услуг.



Рисунок 1 – Пример чека

## Библиографический список

1. Федеральный закон от 22.05.2003 N 54-ФЗ (ред. от 27.12.2019) «О применении контрольно-кассовой техники при осуществлении расчетов в Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. – 22.05.2003. – ст. 10.

2. Атол30Ф. Руководство по эксплуатации. Электронный ресурс. <http://fs.atol.ru/SitePages/%D0%A6%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%20%D0%B7%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%BA%D0%B8.aspx>

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДИРОВАНИЯ

С.М. Кузяков

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Рассмотрена задача поиска и исправления ошибок, возникающих при передаче информации. Системы передачи данных подвержены воздействию различных помех и шумов, способных изменить передаваемую информацию, что делает защиту данных от искажений важной частью таких систем. Основным методом решения этой задачи является использование помехоустойчивых кодов, позволяющих обнаружить повреждения и/или восстановить целостность информации.

В рамках рассматриваемой задачи систему передачи данных можно представить как набор последовательно связанных блоков, каждый из которых выполняет обработку принятой информации и передаёт результат следующему блоку. В общем случае набор имеет вид: источник данных, кодер, модулятор, физический канал, демодулятор, декодер, приёмник. Важной характеристикой системы является частота возникновения битовой ошибки в физическом канале.

Процесс помехоустойчивого кодирования заключается в модификации передаваемой информации по некоторому алгоритму, а именно: внесение избыточности, позволяющей исправить или только обнаружить ошибки, возникающие из-за посторонних воздействий в физическом канале передачи данных. Поиск и исправление ошибок основано на том, что не все возможные кодовые комбинации являются допустимыми[1].

По способу интерпретации символьной последовательности коды можно разделить на блочные (или блочные) и древовидные. Первые разбивают поток символов на равные по размеру группы и единовременно преобразуют только одну такую группу. Вторые обрабатывают последовательность символов непрерывно[2]. В данной работе рассматриваются преимущественно блочные коды.

Для блочных кодов можно выделить несколько основных характеристик. Длина входной последовательности и длина кодового слова указывают количество бит на входе и выходе кодера соответственно. Соотношение этих чисел показывает долю полезной информации и так же является важным параметром кода. Значимой характеристикой является минимальное кодовое расстояние, то есть количество бит, которыми отличаются два кодовых слова. Важной характеристикой кода для анализа его эффективности является количество исправляемых битовых ошибок.

## *Библиографический список*

1. Кларк, Дж.К. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи / Дж.К. мл. Кларк, Дж. Б. Кейн ; пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1987. – 392 с.
2. Когновицкий, О. С. Теория помехоустойчивого кодирования. Часть 1. Циклические коды : учеб. пособие / О. С. Когновицкий, В. М. Охорзин ; СПбГУТ. – СПб., 2013. – 94 с.

# ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДОВ КОРРЕЛЯЦИОННОГО СОВМЕЩЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИЙ C++ AMP И C++ OPENMP

Р.У. Магомадов

Научный руководитель – Елесина С.И., канд. техн. наук, доцент

Системы автоматического управления движением объектов — перспективная сфера применения технологий совмещения изображений. Данные системы подразумевают использование корреляционно-экстремальных навигационных систем (КЭНС). Основными требованиями КЭНС являются высокая вероятность корректного совмещения изображений, а также организация вычислений в реальном времени.

Метод полного сканирования характеризуется максимальной вероятностью совмещения изображений, при этом он наиболее требователен к ресурсам вычислительной машины, что накладывает ограничения на его реализацию и использование в КЭНС без применения технологий распараллеливания [1]. В качестве целевой функции (ЦФ) была использована нормированная корреляционная критериальная функция. При совпадении изображений, значение ЦФ максимально.

Цель экспериментальных исследований реализаций алгоритма полного сканирования с помощью технологий распараллеливания C++ AMP и C++ OpenMP – сравнение эффективности работы алгоритма метода с разными реализациями на одинаковых входных данных и определение наиболее оптимального варианта при использовании в КЭНС.

В качестве текущего изображения (ТИ) использовалось радиолокационное изображение (РЛИ) формата BMP размером 484 × 357 пикселей. Число вызовов ЦФ для всех реализаций было одинаково и на выбор наиболее эффективной из них не влияло.

В результате сделаны следующие выводы:

- при реализации алгоритма с помощью технологии C++ OpenMP, можно добиться двухкратного ускорения по сравнению с последовательной версией алгоритма, исполняемой на CPU. Минимальное время совмещения изображений было получено при размере эталонного изображения (ЭИ) относительно ТИ равным 75% и составило 3,994 с., что не удовлетворяет требованиям при реализации алгоритма в КЭНС;
- при реализации алгоритма с помощью технологии C++ AMP, коэффициент ускорения в среднем составил 75.74 по сравнению с последовательной версией алгоритма, исполняемой на CPU. Среднее время совмещения изображений составило 0.301 с. Это в полной мере удовлетворяет требованиям для алгоритмов, реализуемых в КЭНС;
- максимальный коэффициент ускорения при использовании технологии C++ AMP составил 80.65 при размере эталонного изображения (ЭИ) относительно ТИ – 33%.

1. Елесина С.И. Исследование особенностей методов глобальной оптимизации в корреляционно-экстремальных навигационных системах // Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: межвуз. сб. науч. тр. Часть 2 / под ред. А.Н. Пылькина. М.: Горячая линия – Телеком, 2009. С. 30-37.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ**

К.Е. Минка

Научный руководитель – Никифоров М.Б., канд. техн. наук, доцент

Рассмотрены основные принципы и методы анализа и прогнозирования бизнес-процессов. Основными видами методов для прогнозирования бизнес-процессов являются:

1. Сравнительный анализ. Он включает в себя сравнение по регионам, временным периодам, подразделениям, предприятиям и т.д.;

2. Анализ отклонений, который заключается в сравнении фактических и плановых (нормативных) значений показателей;

3. Функционально-стоимостный анализ. Подразумевает оценку реальной стоимости продукта безотносительно к организационной структуре компании;

4. Анализ цепочки создания стоимости, а также конкурентный анализ по Портеру;

5. Интеллектуальный анализ, состоящий в выявлении скрытых взаимосвязей между переменными.

6. Бенчмаркинг (Beanchmarking), который заключается в сравнении деятельности компании с лучшими компаниями на рынке для достижения и сохранения конкурентоспособности;

Для анализа бизнес-процессов необходимо использовать различные математические инструменты:

1. Многомерный статистический анализ;

2. Численные методы анализа;

3. Различная алгебра: линейная, логика, алгебра предикатов, нечёткая логика;

4. Математическая статистика Численные методы анализа.

В целом анализ бизнес-процессов можно разделить на два вида: количественный анализ и качественный анализ.

Виды количественного анализа:

1. Анализ результатов мониторинга выполнения процесса, используется для выявления KPI (Key Perfomance Indicators) бизнес-процессов;

2. Анализ результатов имитационного моделирования, динамический анализ выполнения бизнес-процесса.

Виды качественного анализа:

1. SWOT-анализ, используется для нахождения слабых и сильных сторон бизнес-процесса;

2. Анализ непрерывности процесса, производится для анализа операций и последовательности в бизнес-процессе;

3. Анализ ресурсного обеспечения процесса, анализ различных ресурсов, которые необходимы для анализа (персонал, техническое обеспечение и т.д.);

4. Анализ соблюдения правил к реализации процесса, используется для проверки соответствия бизнес-процесса регламентирующим документам.

# РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СОВМЕЩЕНИЯ РАЗНОРОДНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.В. Пронькин

Научный руководитель – Новиков А.И., д-р техн. наук, доцент

Рассмотрена проблема совмещения изображений – процесса установления соответствия между пикселями двух изображений одной сцены. В цифровой обработке изображений [1] данная задача возникает между реальными изображениями (РИ), полученными при помощи телевизионной камеры и виртуальными изображениями (ВИ), синтезируемыми по цифровой карте местности. Решение задачи может быть использовано для корректировки положения и ориентации ЛА в пространстве относительно строительной оси, за счет нахождения параметров ВИ, при котором достигается наилучший показатель корреляции контурных изображений [2].

Одной из наиболее затратных задач в плане количества операций и, соответственно, времени обработки является задача непосредственного построения ВИ, с учетом расположения и направления «камеры». Наиболее очевидно это становится при необходимости генерирования множества ВИ с отличающимися навигационными параметрами. Логично применять подходы, которые сокращают количество операций именно этой задачи.

Исследуется один из таких подходов, который является развитием идей, изложенных в работе [3], и который направлен на уменьшение количества операций генерирования ВИ. В общем случае алгоритм заключается в последовательном уточнении навигационных параметров.

Шаг 1. При наличии на изображении линии горизонта вычисление угла между прямыми, аппроксимирующими эти линии на РИ и ВИ, и поворот ВИ на данный угол (угол крена).

Шаг 2. Создание контурного изображения по РИ и нахождение наиболее протяженных замкнутых контуров.

Шаг 3. Нахождение диаметров (и отвечающих им направляющих векторов) соответствующих областей на РИ и ВИ, вычисление угла между ними и поворот ВИ на заданный угол (угол курса).

Шаг 4. Вычисление центров масс соответствующих областей на РИ и ВИ и перемещение ВИ на величину сдвигов вдоль каждой оси.

Шаг 5. При неравных длинах диаметров РИ и ВИ поочередное увеличение (уменьшение) тангажа для уравнивания длин.

Перечисленная совокупность преобразований должна обеспечить совмещение изображений, при значительно меньшем количестве операций генерирования ВИ, чем при полном переборе навигационных параметров.

## *Библиографический список*

1. Гонзалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
2. Обработка изображений в авиационных системах технического зрения. – М.: Физматлит, 2016. – 240 с.
3. Efimov A.I., Sablina V.A., Novikov A.I. Technology for combining images in computer vision systems using contour analysis methods //Proceedings of the 5<sup>th</sup> Mediterranean Conference on Embedded Computing. – Bar, Montenegro, июнь 2016. С. 132-136.

## ПОСТРОЕНИЕ 3D МОДЕЛИ С ПОМОЩЬЮ TOF КАМЕРЫ

Т.М. Савосина, Н.А. Яценя

Научный руководитель – Муратов Е.Р., канд. техн. наук

Рассматривается построение 3D модели из точек с координатами из плоского изображения и дальнометрической информацией.

Для построения 3D облака по данным от стереокамеры [1] необходимо пересчитать координаты пикселя  $I(x,y)$  и  $d$ .

Несмотря на простоту вычислений, такой метод не подходит для данных полученных от ToF камер. Это связано с тем, что измерения до каждого пикселя в ToF – длина вектора с началом в оптическом центре излучателя ToF и концом непосредственно на препятствии, отражающем IR излучение.

Таким образом, для построения 3D облака по данным ToF необходимо использовать следующие формулы

$$a_x = \arctg\left(\frac{C_x - x}{f_W}\right), \quad a_y = \arctg\left(\frac{C_y - y}{f_H}\right), \quad R = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ h \\ 1 \end{pmatrix}, \quad f_W = \frac{W}{2\operatorname{tg}\left(\frac{\operatorname{Fov}_W}{2}\right)}, \quad f_H = H * b / (2\operatorname{tg}(\operatorname{Fov}_H/2)),$$

где  $W$  – изображения в пикселях,  $H$  – высота изображения в пикселях,  $\operatorname{Fov}_W, \operatorname{Fov}_H$ – углы обзора ToF-камеры по ширине и высоте соответственно,  $R$ – матрица поворота луча

В реальности для построения 3D объекта используется множество измерений дальности с разными ракурсами (много проекционный способ). Сложность формирования 3D заключается в совмещении облаков точек от разных измерений в единую систему координат конечного 3D объекта. Для решения этой задачи следует использовать алгоритм ICP, который вычисляет пары точек на разных снимках оптическим потоком. Затем определяется для каждого облака матрица вращения и вектора смещения. На рисунке 1 представлена схема таких действий

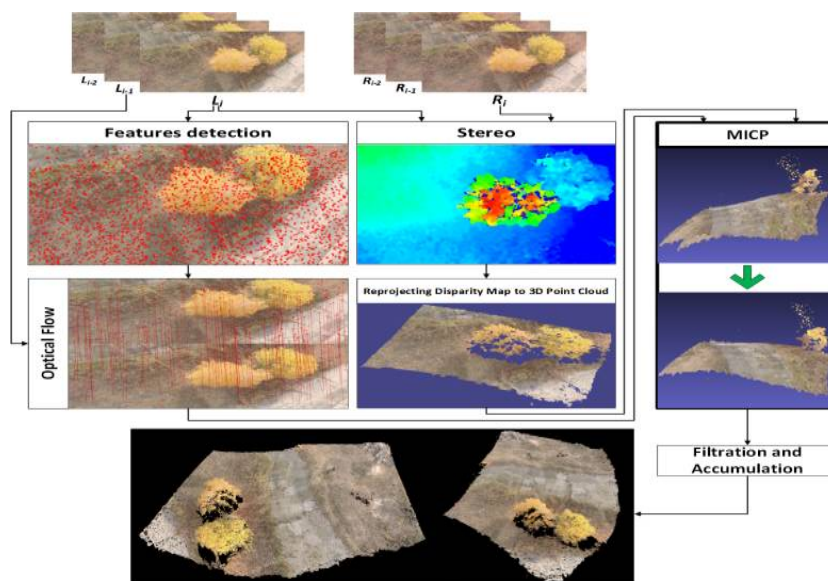


Рисунок 1 – Схема алгоритма ICP

1. M. Hansard, S. Lee, O. Choi, R. Horaud. Time-of-Flight Cameras: Principles, Methods and Applications, 2012.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

А.М. Сидоров

Научный руководитель – Мельник О.В., д-р техн. наук, профессор

Удаленный мониторинг сердечной деятельности на данный момент является актуальной задачей. Это связано с быстрым развитием технологий. На данный момент присутствует большое количество аппаратов, предназначенных для удаленного мониторинга сердечной деятельности. Такие аппараты находятся непосредственно рядом с человеком, о котором собирается информация [1]. Результаты, которые получает аппарат, передаются на сервер. Для получения информации существуют различные системы. Отображение информации в таких системах происходит при помощи графиков, таблиц и прочего.

У всех систем довольно похожий функционал, в основном они включают в себя:

1. поддержка разных видов связи, таких как телефон и интернет;
2. возможность «домашней» телемедицины;
3. достаточно быстрая связь между пациентом и врачом, контроль за результатами мониторинга;
4. хранение динамики полученных параметров, их анализ, автоматизация врачебной работы;
5. стоимость всего необходимого для телемониторинга оборудования является сравнительно небольшой;
6. в электронном виде хранится история болезни пациента;
7. общая база данных со всеми историями болезни, формы баз данных создаются автоматически;
8. сохранение и ведение статистической оценки состояния сердечной деятельности пациента, возможность просмотра статистики группы больных пациентов.

Недостатком данных систем является то, что они собирают данные и отображают их для врача. Система не дает никаких подсказок по возможному диагнозу или не предоставляет результаты по уже прошедшим, похожим делам. Это стало возможно благодаря быстрым развитиям технологий не только в медицине, но и в IT сфере. При наличии таких возможностей в системе, работа врачей будет намного облегчена. Такая система позволила бы ставить диагнозы с оглядкой на прошлый опыт, а также делать выводы и в какой-то степени изменять процесс лечения пациента на основе данных системы.

1. Коробейников А.В. Структура системы мониторинга для медицинских учреждений. / Математическое моделирование и интеллектуальные системы. – Ижевск: ИжГТУ, 2003.

## **ВЫЯВЛЕНИЕ СПОСОБОВ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ С БОЛЬШИМ ОБЪЕМОМ ВЫЧИСЛЕНИЙ**

Н.И. Ципорков

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Обработка изображений используется в различных прикладных и научных целях: распознавание текста, обработка спутниковых изображений, идентификация личности и т.д.

Изображения содержат большой объем вычислений, поэтому для ускорения процесса их обработки чаще всего используются параллельные вычисления.

Технологии для организации параллельных вычислений:

1 OpenMP – стандарт для программирования на масштабируемых SMP-системах, в модели общей памяти.

2 CUDA – расширение для языка программирования C. Является многоплатформенной системой для параллельных вычислений.

Задача корреляционного совмещения изображения, заключается в установлении соответствия между двух или более изображений. Данная задача является фундаментальной проблемой компьютерного видения.

Для решения этой задачи необходимо найти точку экстремума критериальной функции. Для поиска экстремума выбран метод мултистарта. Для поиска локального экстремума используется метод деформируемого многоугольника (МДМ).

Для сравнения времени выполнения последовательного и параллельного вариантов выполнения задачи корреляционного совмещения были разработаны 3 алгоритма:

1 Линейный алгоритм.

2 Параллельный алгоритм с применением OpenMP.

3 Параллельный алгоритм с применением CUDA.

В таблице 1 представлены временные характеристики при увеличении количества итераций, другими словами, при увеличении точности.

Таблица 1 – Временные характеристики алгоритмов

Алгоритм	Время (с)	Ускорение
500 итераций		
Линейный алгоритм	23.389	0
OpenMP	10.669	2.19
CUDA	0.439	53.28
999 итераций		
Линейный алгоритм	43.985	0
OpenMP	20.989	2.1
CUDA	0.833	52.80

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ НЕТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ БАЗИСОВ**

Н.А. Лукьянов

Научный руководитель – Костров Б.В., д-р техн. наук, профессор

Рассмотрена задача моделирования функций нетригонометрических базисов. Современные алгоритмы цифровой обработки сигналов (ЦОС) делятся на алгоритмы цифровой фильтрации, выполняющие обработку сигналов во временной области, и алгоритмы, применяемые в ортогональных преобразованиях [1, 2].

Эффективность решения задач цифровой обработки сигналов спектральными методами зависит от систем базисных функций, которые используются.

Базис — упорядоченный набор векторов в пространстве. Каждый вектор в этом пространстве может быть представлен единственным образом как линейная комбинация векторов из этого набора. Векторы базиса называются базисными векторами.

Ортогональные преобразования используются для обработки различной информации. Вследствие того, что ортогональных систем базисных функций неограниченное множество, выбор необходимого базиса является сложной теоретической и прикладной проблемой.

Примером параметрических базисов является класс комплексных экспоненциальных функций Виленкина-Крестенсона (ВКФ). Подбирая разные способы переупорядочения ВКФ и изменяя величину основания, можно получить широкое семейство ортонормированных систем, для которых есть быстрые процедуры вычисления спектра.

Наиболее популярным является алгоритмом спектрального оценивания на основе дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Кроме него часто используется дискретное преобразование Уолша (ДПУ). Оба метода используют комплексное представление функций.

Помимо ДПФ и ДПУ на практике применяется дискретное преобразование Хартли (ДПХ), которое использует разложение сигнала по действительным ортогональным функциям.

### *Библиографический список*

1. Ахмед Н., Рао К. Р. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов: Пер. с англ./Под ред. И. Б. Фоменко. — М.: Связь, 1980. — 248 с.

2. Трахтман А. М. Введение в обобщенную спектральную теорию сигналов. М. Изд-во «Советское радио», 1972. — 352 стр.

## ФОНОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Д.Н. Баров

Научный руководитель – Саблина В.А., канд. техн. наук, доцент

В работе рассматривается задача фонового моделирования объектов в режиме реального времени, основанного на адаптивном методе фонового вычитания. В данном способе каждый пиксель моделируется как смесь гауссианов с аппроксимацией в режиме реального времени для обновления модели [1]. Затем оценивается распределение Гаусса, чтобы определить, какие из них наиболее вероятны в результате фонового процесса.

Для определенного пикселя в кадре, в любой момент времени  $t$ , набор значений пикселей может быть обозначен как  $X = \{X_1, \dots, X_t\}$ . Каждый пиксель моделируется смесью распределений  $K$  гауссовых. Вероятность наблюдения текущего значения пикселя равна:

$$P(X_t) = \sum_{i=1}^K \omega_{i,t} * \eta(X_t, \mu_{i,t}, \Sigma_{i,t}),$$

где  $K$  - число распределений;  $\omega_{i,t}$  и  $\mu_{i,t}$  - оценка веса и средней величины  $i$ -го гауссиана в смеси в момент времени  $t$ ;  $\Sigma_{i,t}$  - ковариационная матрица  $i$ -го гауссиана в смеси в момент времени  $t$ ;  $\eta$  - функция плотности вероятности, равная:

$$\eta(X_{t,\mu}, \Sigma) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} \left| \Sigma^{\frac{1}{2}} \right|} e^{-\frac{1}{2}(X_t - \mu_t)^T (\Sigma)^{-1} (X_t - \mu_t)}.$$

Основываясь на постоянстве и дисперсии для каждого из гауссовых смесей, мы определяем гауссианы, которые могут соответствовать цветам фона. Так как для каждого пикселя на изображении существует смешанная модель [2], мы модифицируем ее для улучшения скорости сходимости и точности модели. Каждое новое значение пикселя  $X_t$  проверяется на соответствие существующим  $K$  Гаусса распределениям до тех пор, пока не будет найдено совпадение. Соответствие определяется как значение пикселя в пределах 2,5 стандартного отклонения. Если одно из  $K$  распределений совпадает с текущим значением пикселя, то обновляются такие параметры, как вес, коэффициент обучения, ковариация, среднее значение распределения.

В дальнейшем предполагается использовать рассмотренный метод при разработке мобильного приложения с элементами дополненной реальности.

### Библиографический список

1. A. Monnet, A. Mittal, N. Paragios, V. Ramesh, Background modeling and subtraction of dynamic scenes. Ninth IEEE Int. Conf. Comp. Vis. 2, 2003, pp. 1305-1312.
2. D. S. Lee, Effective Gaussian mixture learning for video background subtraction. IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. 27, 2005, pp. 827-832.

# **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ТОЧЕК ЛИЦА НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

А.Б. Борщев

Научный руководитель – Саблина В.А., канд. техн. наук, доцент

Рассмотрена работа «Алгоритм распознавания лиц и выравнивания МТСNN», который реализует основанную на глубоком обучении модель обнаружения лица и локализации антропометрических точек лица с использованием многозадачных каскадных сверточных нейронных сетей (МТСNN).

Алгоритм поддерживает вывод с использованием предварительно обученной нейронной сети в качестве экстрактора признаков для обучения классификатора категории изображения. Нейронная сеть позволяет классифицировать поданное на вход изображение в соответствии с предварительным обучением сети. Обучение нейронной сети происходит на наборе обучающих примеров. Суть обучения сводится к настройке весов межнейронных связей в процессе решения оптимизационной задачи методом градиентного спуска. В процессе обучения нейронной сети происходит автоматическое извлечение ключевых признаков, определение их важности и построение взаимосвязей между ними.

Принцип работы алгоритма основан на двух функциях: первая использует предварительно обученную модель для обнаружения лиц на изображении, вторая создает объект детектора для обнаружения антропометрических точек на изображении. Аргументом функции для обнаружения лица является изображение, которое подается на вход. Эта функция возвращает массив лиц обранных в квадраты.

Для визуализации результатов на исходное изображение накладываются ограничивающие рамки и ориентиры. В результате работы алгоритм возвращает ограничивающие рамки, вероятности и пять антропометрических точек лица, обнаруженного на изображении. Найденные алгоритмом антропометрические точки возвращаются в следующем порядке: левый глаз, правый глаз, нос, левый угол рта, правый угол рта.

Детектор лиц МТСNN демонстрирует достаточно быструю и точную работу. Оценка по эталону лица WIDER [1] показывает значительный прирост производительности по сравнению с методами обнаружения лиц без углубленного изучения. Скорость прогнозирования зависит от изображения, размеров и аппаратного обеспечения (процессора или графического процессора).

1. WIDER FACE: Results [Электронный ресурс]. – URL: [http://mmlab.ie.cuhk.edu.hk/projects/WIDERFace/WiderFace\\_Results.html](http://mmlab.ie.cuhk.edu.hk/projects/WIDERFace/WiderFace_Results.html) (дата обращения: 15.04.2020).

## ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ МОДЕЛИ ИСПОЛНЕНИЯ ДОГОВОРНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ

М.А.Федотова

Научный руководитель – Ефимов А.И., канд. техн. наук, доцент

Рассмотрен вопрос построения и анализа модели исполнения договорных обязательств, как одного из необходимых инструментов для повышения контроля договорной деятельности предприятия.

Система исполнения договорных обязательств – это процесс, направленный на своевременное заключение договоров с исполнителями, соблюдение сроков и контроль возникающих отклонений.

Основными стадиями модели исполнения договорных обязательств являются [1]:

1. Составление и согласование проекта договорных обязательств.
2. Подписание договора.
3. Исполнение и контроль исполнения договора.
4. Перевод выполненного договора в дело.
5. Технологическая карта прохождения договора на предприятии.

Разбивка этапов договорных обязательств на несколько стадий не означает, что каждая из них отделена и имеет границы определенного промежутка времени. В момент организации по согласованию одних договорных обязательств контролируется исполнение уже ранее подписанных договоров, а так же выполняется анализ их результативности. Временной отрезок реализации работ по договорным обязательствам обычно не совпадает [2].

Информация о ходе развития и результатах исполнения прошедших заключенных договоров определяется на стадии подготовки, исследования и заключения договоров, для того чтобы снизить всевозможные риски нарушения договоров путем построения договорных условий.

Создание комплекса мероприятий по созданию договорных обязательств опирается на разработанную схему:

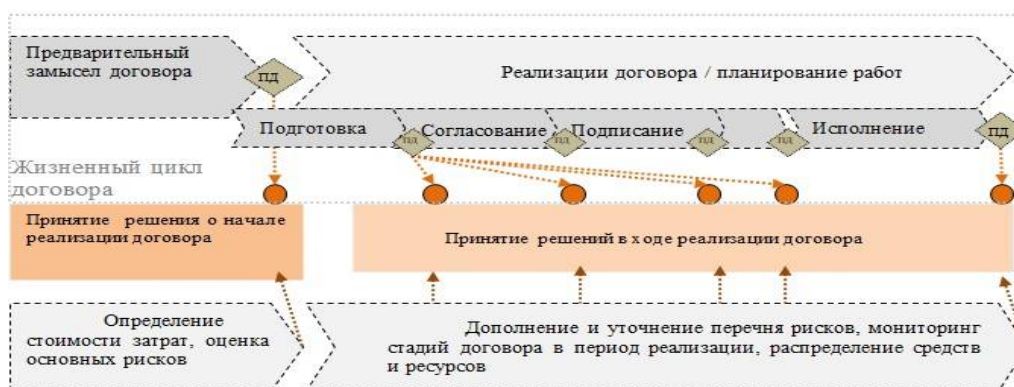


Рис. 1. Этапы управления реализацией договора:

- ◆ - пакет документов для принятия решения;
- - точка принятия решения

### *Библиографический список*

1. Поршнева К.Н., Румянцевой Е.Н. Управление организацией. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 368 с.
2. Разу М.Л. Управление проектом. Основы проектного управления. – М.: КНОРУС, 2008. – 768 с.

## **АЛГОРИТМЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ И ВЫДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ ДЛЯ ВЕКТОРИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

И.И. Виноградова

Научный руководитель – Ефимов А.И., канд. техн. наук, доцент

В работе выполнена программная реализация методов и алгоритмов предварительной обработки для последующей векторизации растрового изображения.

Растровое изображение – это изображение, представляющее собой сетку пикселей – цветных точек (обычно прямоугольных) на различных отображающих устройствах, например, на мониторе или бумаге.

Векторным изображением является цифровое изображение, формирующееся из геометрических примитивов, например, точек или линий, по указанным формулам.

Векторизацией растрового изображения можно назвать процесс преобразования и представления растровой графики в векторной форме.

В результате проведения практических экспериментов сделан вывод о том, что оптимальной последовательностью шагов по предварительной обработке для последующей векторизации растровых изображений является следующая:

1. Предварительная обработка цветного или полутонового изображения с помощью гауссова размытия, ядром  $3 \times 3$ ,  $\sigma=0,3$  и медианным фильтром размером  $3 \times 3$  или  $5 \times 5$  пикселей.
2. Выделение границ на изображениях с помощью оператора Кэнни;
3. Очистка полученного контурного препарата с применением морфологических операций очистки и закрытия.

После этапа предварительной обработки следует непосредственно векторизация полученного набора пикселей, заключающаяся в создании наборов связанных пикселей и дальнейшей их аппроксимации с применением геометрических примитивов.

Благодаря преобразованию растрового изображения в векторное, оно получает все преимущества векторной графики, а именно: малые размеры файла, возможность масштабирования и редактирования без потери качества.

### *Библиографический список*

1. Векторно-растровое преобразование // Файловый архив для студентов [Электронный ресурс] - Режим доступа <https://studfiles.net> - Дата доступа 25.03.2020.
2. Этапы и методы векторизации изображения // Студенческая библиотека онлайн студентов [Электронный ресурс] - Режим доступа <https://studbooks.net> - Дата доступа 27.03.2020

# ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАСКИРОВАНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСПОЗНАВАНИЯ МИКРОВЫРАЖЕНИЙ ЛИЦА

С.В. Гришин

Научный руководитель – Саблина В.А., канд. техн. наук, доцент

Рассмотрена задача распознавания микровыражений на основе технологии маскирования методом триангуляции Делоне. В отличие от макровыражений, микровыражения проявляются почти незаметно и длятся обычно 200-300 мс. В данной работе рассматриваются такие микровыражения длительностью 200-300 мс.

Микровыражение лица – это особенность поведения, позволяющая увидеть истинные эмоции и распознать ложь [1]. Для невооружённого взгляда задача отслеживать микровыражения трудна, что делает исследования в области компьютерного зрения в этом направлении актуальными.

Для демонстрации работы метода были рассмотрены 7 основных эмоций, отражающиеся в микровыражениях на фоне нейтрального выражения лица. Микровыражение для каждой из 7 эмоций имеет собственную маску, которую можно построить на основании положения закреплённых антропометрических точек на основных участках лица: нос, уголки рта, контур губ, контур глаз, положение бровей [2].

Для распознавания микровыражения эталонную маску сравнивают с каждой из 7 масок эмоций и определяют наиболее соответствующую эмоцию для микровыражения.

Рисунок 1 иллюстрирует основные этапы анализа микровыражений.

Первый этап – создание нейтральной маски-эталона (рис. 1, а).

Второй этап – обнаружение микровыражения (рис. 1, б).

Третий этап – распознавание микровыражения (рис. 1, в).

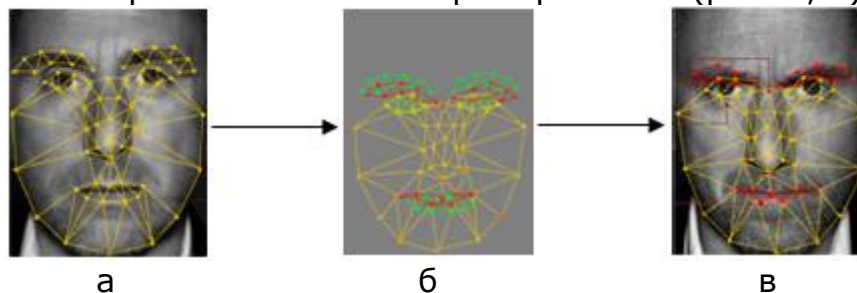


Рис. 1. Этапы анализа микровыражения:

а – нейтральная маска; б – обнаружение микровыражения;

в – распознавание микровыражения

На рисунке 1 показано выражение лица, соответствующее эмоции гнева.

## Библиографический список

1. Paul Ekman, *Emotion in the Human Face*, 2<sup>nd</sup> Edition, Malor Books, 2013, 456 p.

2. Саблина В.А., Сергеева А.Д. Методы распознавания микровыражений лица: обзор // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2019: сб. тр. II междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.4./ под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2019. – С. 117-122.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫМ ДОКУМЕНТООБОРОТОМ**

К.Ю. Федулова

Научный руководитель – Клейносова Н.П., канд. пед. наук, доцент

Целью работы является моделирование принципов функционирования системы электронного документооборота (СЭД) в организации «Конструкторском бюро машиностроения».

Актуальным направлением применения информационных технологий в организации являются СЭД и системы управления информационными ресурсами предприятий.

Моделирование, разработка и внедрение системы управления электронным документооборотом позволит повысить ее адаптивность и конкурентоспособность в условиях быстроменяющейся внешней среды [1].

Задача автоматизации бизнес-процессов и документооборота в «Конструкторском бюро машиностроения» продиктована тем, что в настоящее время применяется устаревшая система перемещения документов, препятствующая потенциально возможному росту и развитию организации.

Перевод документов в электронную форму и автоматизация документооборота позволят быстрее, эффективнее и полнее осуществлять информационную обработку и обмен, более оперативно принимать управленческие решения, следовательно, повысится качество функционирования организации. Необходимость внедрения СЭД определяется количеством документов, сложностью их ведения, согласования, контроля и хранения [2, 3].

В данной работе рассматриваются возможности модуля системы управления электронным документооборотом в конструкторском отделе. Применение такого модуля позволит:

- формировать необходимые комплекты технологической и инженерной документации, используемые на предприятии;
- вести параллельное проектирование сложных и сквозных техпроцессов группой специалистов в реальном времени;
- поддерживать актуальность технологической информации с помощью процессов управления изменениями;
- обеспечивать конструкторский документооборот в части заявок на проектирование.

Внедрение подобного решения позволяет сделать работу инженера и технолога быстрой и удобной.

При достижении целей внедрения организация получит следующие эффекты:

- уменьшение временных затрат сотрудников;
- обеспечение прозрачности бизнес-процессов;
- повышение исполнительской дисциплины;
- рост конкурентных преимуществ и прочее.

При внедрении моделируемой системы управления конструкторским электронным документооборотом будет обеспечено повышение конкурентных преимуществ компании по сравнению с аналогичными организациями, не внедрившими разработки подобного класса, значительно возрастет скорость обработки информации и качество обслуживания заказчиков. Опи-

санные эффекты от внедрения будут достигнуты за счет контроля всех процессов, а также ускорения движения и обработки информационных потоков.

#### *Библиографический список*

1. Бобылева М. П. Выбор программного продукта для автоматизации документооборота: использование многокритериального подхода// Дело-производство. – 2003. – № .4. – С.21-26.

2. Дымова М. В. Обзор систем электронного документооборота// Современные технологии делопроизводства и документооборота. – 2011. – №.3. – С.21-25.

3. Ларин М. В. Об организации электронного документооборота в Российской Федерации // Современные технологии делопроизводства и документооборота. –2010. – С.10-13.

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ И МЕТОДОВ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ**

И.А. Холодова

Научный руководитель – Клейносова Н.П., канд. пед. наук, доцент

Трассировка является заключительным этапом в конструировании печатных плат (ПП).

Задача трассировки – одна из самых сложных задач в автоматизации проектирования радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), так как при трассировке необходимо учитывать множество правил проектирования и ограничений конструкции печатных плат [1,2].

Начальной информацией для решения задач трассировки соединений считаются список цепей, характеристики конструкции элементов и рабочего поля и данные по расположению элементов. Необходимо задать координаты выводов контактных площадок для каждой цепи перед началом трассировки.

Необходимо исследовать алгоритмы и методы трассировки ПП по определенным критериям.

Для сравнительного анализа были определены следующие критерии трассировки ПП:

1.Объем занимаемой памяти – объем памяти, в котором хранится информация о том, в каком состоянии находятся ячейки рабочего поля.

2.Быстродействие – значение, которое определяет скорость выполнения операций.

3. Нахождение пути (при наличии).

Результаты сравнительного анализа представлены некоторых алгоритмов и методов представлены в табл. 1 [2,3].

Табл. 1

Алгоритм, метод	Объем занимаемой памяти	Быстродействие	Нахождение пути
Волновой алгоритм Ли	Большой объем занимаемой памяти	Малое быстродействие	Всегда
Метод встречной волны	Требуется на один разряд больше, чем в алгоритме Ли	Примерно вдвое меньше, чем в алгоритме Ли	Всегда
Метод путевых координат	Меньше, чем в алгоритме Ли	Малое быстродействие	Всегда
Метод Акерса	Самый маленький объем занимаемой памяти	Малое быстродействие	Всегда
Кодирование весов ячеек по модулю 3	Меньше, чем в алгоритме Ли	Малое быстродействие	Всегда
Одноручевой алгоритм	Минимальный объем занимаемой памяти	Высокое быстродействие	Не всегда
Двухлучевой алгоритм	Малый объем занимаемой памяти	Высокое быстродействие	Не всегда
Алгоритм Рабина	Самый большой объем памяти из рассматриваемых алгоритмов	Малое быстродействие	Всегда
Алгоритм слежения за целью	Большой объем памяти, но меньше, чем в алгоритмах Ли и Рабина	Малое быстродействие	Всегда

На основе результатов сравнительного анализа изученных алгоритмов и методов можно сделать вывод, что для трассировки печатных плат наиболее предпочтителен метод Акерса. Метод Акерса является модификацией волнового алгоритма Ли. Он прост в исполнении, всегда находит кратчайший путь, если он есть, а ячейки рабочего поля находятся в одном из четырех состояний: пустая, занятая, имеет отметку 1 или 2, что требует малого объема занимаемой памяти [3]. Данный метод будет использован для трассировки ПП в выпускной квалификационной работе.

#### *Библиографический список*

1. Математическое обеспечение конструкторского и технологического проектирования с применением САПР. В.М. Курейчик. Москва «Радио и связь» 1990 г. – 52 с.
2. Автоматизированное проектирование конструкции радиоэлектронной аппаратуры. К.К. Морзов, В.Г. Одинокоев, В.М. Курейчик. Москва «Радио и связь» 1983 г. – 280 с.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОИСКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ НЕОБРАБОТАННЫХ ДАННЫХ

В.Д. Хорунжин

Научный руководитель – Клейносова Н.П., канд. пед. наук, доцент

Одним из важнейших этапов проведения эксперимента в области машинного обучения является предварительное исследование данных. На данном этапе специалист, проводящий эксперимент, пытается оценить распределение данных, варианты взаимодействия переменных друг с другом, определить наличие выбросов. Для этого используются описательные статистики, визуальные методы и простое моделирование [1].

Решение вышеописанной задачи занимает значительное время, так как требует написания кода специалистом для проведения каждого эксперимента. В связи с этим была поставлена задача разработки программного обеспечения, позволяющего автоматизировать предварительное исследование данных при помощи автоматизации поиска статистических закономерностей.

Разработанная структурная схема программного обеспечения автоматизации предварительного исследования данных представлена на рисунке 1.

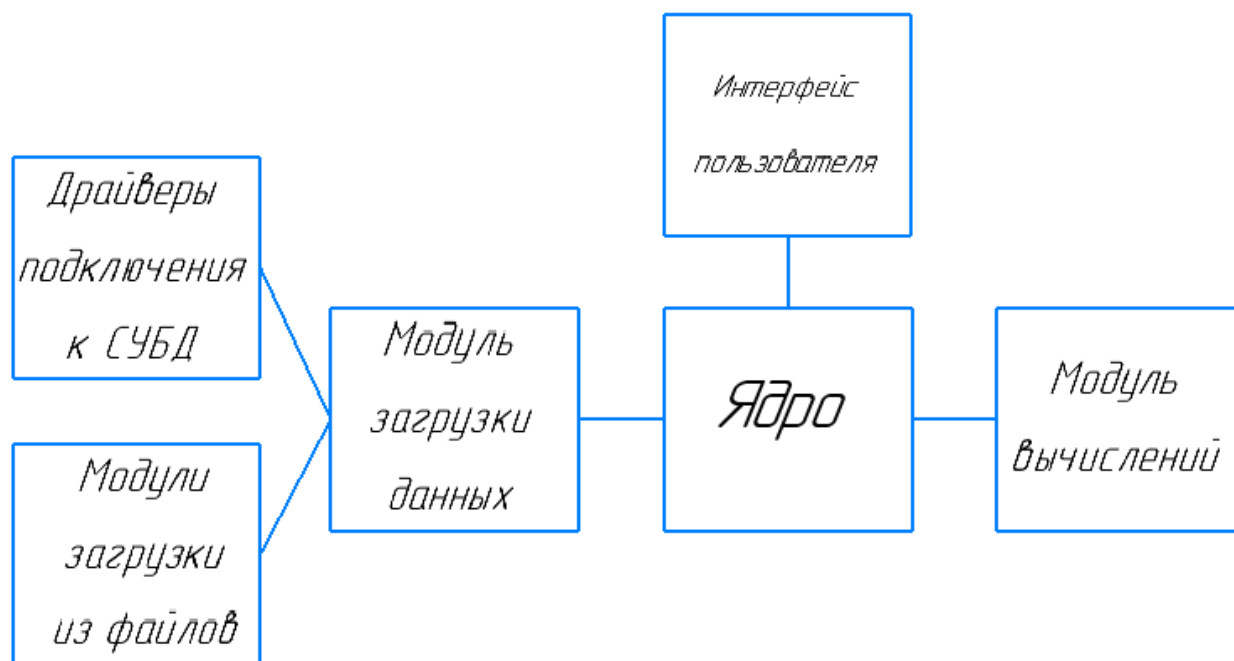


Рисунок 1. Структурная схема ПО

Программное обеспечение автоматизации исследования данных включает в себя следующие возможности: загрузка данных из файла, загрузка данных из популярных реляционных СУБД, ручное манипулирование данными, вычисление статистических метрик, построение матрицы корреля-

ций, построение линейной регрессии, построение дерева решений, построение нейронных сетей с малым количеством слоёв, построение карт Кохонена.

Результаты проделанной работы могут быть использованы в дальнейшем в качестве составной части программного комплекса автоматизации экспериментов в области машинного обучения.

1. Основы DataScience и BigData, Python и наука о данных / Дэви си-лен, АрноМейсман, Мохамед Али – Питер, 2017 – 334 с;

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

А.Р. Ушакова

Научный руководитель – Ефимов А.И., канд. техн. наук, доцент

Сегментация - одна из сложнейших задач обработки изображений. Результат, как правило, определяется точностью, поэтому необходимо тщательно подходить к выбору метода сегментации, в частности большое значение имеет надежность алгоритма.

Выделяют следующие алгоритмы сегментации [1]:

1. Пороговые алгоритмы;
2. Алгоритм наращивания областей;
3. Граничные алгоритмы;
4. Алгоритмы кластеризации.

Пороговые алгоритмы рекомендуется использовать, когда нужно работать с изображениями, имеющими слишком отличающуюся яркость по областям. Они хорошо справляются с простыми изображениями, но зачастую в реальной жизни на изображениях много теней и помех, поэтому данные алгоритмы не дают хорошего результата.

Алгоритмы наращивания областей используют, в том случае, когда на изображении отдельные сегменты твердо связаны внутри.

Наиболее распространенными алгоритмами нахождения областей являются:

1. Слияние-расщепление областей.
2. Алгоритм водоразделов.
3. Алгоритм центроидного связывания.

Граничные алгоритмы, как видно из названия, заключаются в нахождении точек на границах фрагментов. Для определения границ необходимо свойство яркости, хотя так же используют текстуру и градиент.

Граничный алгоритм состоит из:

1. Фильтрации.
2. Усиления.
3. Выделения.
4. Локализации.

Данный алгоритм лучше всего использовать, если границы у фрагментов достаточно четкие. Недостатком является большая вычислительная

сложность, что недопустимо для многих программ, и не позволяет пользоваться ими в системах реального времени. Также, что для точного определения границ нужно использовать разные маски, на которые накладываются дополнительные условия, из-за оптимизации в целях устранения шумов.

Алгоритмы кластеризации являются автоматическими и используются для любого количества классов и признаков, что является преимуществом. Все они предназначены для нахождения кластеров, соответствующих определенной модели. Может произойти нарушение, если были взяты неверные параметры модели или если модель недостаточно охватывает свойства кластеров. Также если кластеры имеют разную формы и плотность, алгоритмы могут допустить погрешность.

Все эти алгоритмы имеют свою область использования, обусловленную входными параметрами, скоростью получения решений и количеством необходимых вычислений. Для всех задач необходимо подбирать подходящий под требования алгоритм.

1. Оглуздина Ю.А. Алгоритмы сегментации изображений. – Молодежный научно – технический вестник – 2013

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

А.И. Кузнецов

Научный руководитель – Ручкин В.Н., д-р техн. наук, профессор

Целью данного доклада является сравнительный анализ методов, используемых для нахождения ключевых точек на изображении. Методы поиска ключевых точек являются важной технологией обработки изображений и широко применяются для медицины, распознавания образов, дистанционного зондирования и компьютерного зрения [1]. Из методов поиска особых точек наиболее популярными являются: BRISK, FAST, SURF, ORB. Для проверки эффективности данных методов будет проводиться сравнение по быстродействию, устойчивости к повороту, смещению, среднеквадратическому отклонению, а также по устойчивости к гауссовскому шуму.

Чтобы проверить устойчивость методов к повороту или смещению, исследуется изменение элементов матрицы геометрических преобразований, которое формируется при сопоставлении точек двух изображений. Матрица размерностью  $3 \times 2$  имеет вид:

$$\begin{bmatrix} \cos(f) & -\sin(f) \\ \sin(f) & \cos(f) \\ Dx & Dy \end{bmatrix},$$

где  $f$  - угол поворота изображения вокруг начальной точки,  $Dx$ ,  $Dy$  - смещение по соответствующим осям.

**Среднеквадратическое отклонение** - дает возможность оценить разброс значений, полученных в результате измерения параметров. Обозначается символом  $S$ .

Среднеквадратическое отклонение находится по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}},$$

где  $\bar{X}$  - среднее арифметическое значение результатов  $n$  измерений, которое вычисляется по формуле:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n},$$

где  $\sum_{i=1}^n x_i$  - сумма результатов измерений, а  $n$  - число измерений [3].

Аддитивный белый гауссовский шум — вид мешающего воздействия в канале передачи информации. Характеризуется равномерной спектральной плотностью, нормально распределённым значением амплитуды и аддитивным способом воздействия на сигнал [2].

В итоге все методы, которые были представлены, инвариантны к сдвигу и повороту изображения. Это говорит о том, что их можно использовать при различных геометрических преобразованиях, таких как смещение или поворот. Но при этом среднеквадратическая ошибка у метода BRISK меньше, а быстродействие больше чем у других методов. Это говорит о его большей эффективности при обработке изображений.

#### *Библиографический список*

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2006. – 1007 с.
2. Б. А. Алпатов, П. В. Бабаян, О. Е. Балашов, А. И. Степашкин Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление - Рязань 2014. -140с.
3. Костяшкин Л.Н., Никифоров М.Б. Обработка изображений в авиационных системах технического зрения - Рязань 2016. -240с.

## **АЛГОРИТМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

И.В. Попова

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Рассматриваются подходы, способы и методы распознавания динамических образов. Целью доклада является описание существующих алгоритмов распознавания динамических объектов, а также анализ преимуществ и недостатков исследуемых алгоритмов. Среди существующих методов распознавания выделяются несколько: распознавание динамических образов на основе предсказывающих фильтров, методы пространственно-временного анализа последовательностей изображений, нейронные сети и метод нечеткого распознавания динамических образов. Отличие задачи

распознавания видеопоследовательности от задачи распознавания изображений в том, что видеопоследовательность представляет последовательность изображений, изменяющихся во времени. Т.е. само понятие «изображение» не статично, обладает определенной предысторией, что позволяет прогнозировать поведение интересующих объектов. Рассматриваются этапы распознавания видеоряда, в том числе и обучение нейронной сети на первичных данных с последующим анализом и идентификации движения исследуемого объекта. Популярными математическими моделями для распознавания динамических образов являются скрытые Марковские модели и Байесовы сети. Основными недостатками данных моделей является требование предварительного определения точной внутренней структуры, наличие жестко определенного набора первичных обучающих данных, регулярное обучение модели новым обучающим набором данных, высокая вычислительная сложность и трудоемкость распознавания. Сочетание стоимости и надежности оказывает существенное влияние на выбор применяемых методов для распознавания образов и событий по последовательностям изображений. Выделяются задачи, для решения которых актуально применение методов обработки динамических объектов, например, определение поведения людей, животных по их траекториям движения или обнаружение движущегося объекта. Оптимальным на сегодняшний день с точки зрения стоимости и надежности является метод пространственно-временного анализа последовательностей изображений.

#### *Библиографический список*

1. Carbini S., Viallet J.E., Bernier O., Bascle B. Tracking body parts of multiple people for multi-person multimodal interface // Computer Vision in Human-Computer Interaction in ICCV 2005 Workshop. –Beijing, 2005. –P.16–25
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2006, 1072 с.
3. Фаворская М.Н. Нахождение движущихся видео объектов с применением локальных 3D структурных тензоров // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева. – Вып. 2 (23), Красноярск, 2009. с. 141–146.
4. Жизняков А. Л. Построение пирамид изображений с адаптивным выбором масштабного коэффициента // Искусственный интеллект: Научно-теоретический журнал НАН Украины. — 2009. — №1. — С. 63—70

## **СЕКЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»**

### **РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ПО МЕТОДОЛОГИИ IDEF0**

Д.Д. Герасимов

Научный руководитель – Таганов А.И., д-р техн. наук, профессор

Проекты сегодня сложнее, чем когда-либо. За последние десятилетия их архитектура, сеть и размер выросли в геометрической прогрессии с постоянной необходимостью лучшей интеграции. Кроме того, скорость и малое время выхода на рынок стали очень важным источником конкурентного преимущества, требующего тесного сотрудничества и интеграции между системами и заинтересованными сторонами. Системная инженерия направлена на решение этих проблем, обеспечение стандартов, процедур, процессов и руководств для эффективного управления сложными системами.

В работе рассматриваются актуальные вопросы, связанные с разработкой электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС) по методологии IDEF0, широко используемой в современных научных и технических проектах для системного проектирования сложных, распределенных информационных систем и сетей. Для решения этой важной и сложной задачи в рамках разработанной ЭИОС приводится развернутое описание широко известной методологии IDEF0. Эта методология разработана в США в рамках программы интегрированной компьютеризации производства ICAM Definition (IDEF). Методология позволяет на практике проводить исследования определенных характеристик промышленных систем с целью создания функциональных моделей, которые являются структурированным изображением функций производственных систем или среды, а также информации и объектов, связывающих эти функции, а также позволяет сформировать «архитектуру» среды моделируемой системы. Эта среда может включать другие системы, организации или технологии, которые должны работать совместно для достижения общей цели производственной среды или системы. Назначение модели, определяемой как «архитектура», заключается в том, что она графически представляет основные взаимоотношения в среде моделируемой системы, функциональные связи, идентификацию информационных потоков (общих, разделяемых, дискретных), а также динамическое взаимодействие ресурсов [1, 2].

Для успешного использования методологии функционального моделирования на Российском рынке имеются большие перспективы как в проектной деятельности при создании сложных, распределенных информационных систем и сетей различного назначения, так и в проектах по реорганизации (реинжинирингу) предприятий и организаций.

Структура разработанной ЭИОС рассчитана на использование ее как учебника (руководства) по IDEF0-моделированию, так и в качестве профессионального справочника. При составлении электронного документа использована русская редакция стандарта по методологии IDEF0, подготовленная фирмой Мета Технологии, а также учтен отечественный опыт использования этой методологии при выполнении государственных оборонных заказов и различных НИОКР гражданского применения.

Электронная информационно-образовательная среда по методологии IDEF0 разработана по гипермедиа-технологии, имеет удобные средства навигации к необходимым разделам документа и успешно используется в учебном процессе Рязанского государственного радиотехнического университета при подготовке бакалавров по курсу «Основы CALS- и CASE-технологий» и магистров по курсу «ИПИ-технологии поддержки жизненного цикла программных систем» [3].

#### *Библиографический список*

1. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 320 с.
2. Mayer, R. J., & Painter, M. K. (1991). *IDEF family of methods*. College Station, TX: Knowledge Based Systems, Inc. (*Семейство методов IDEF*).
3. Корячко В.П., Таганов А.И., Таганов Р.А. Методологические основы разработки и управления требованиями к программным системам. - Москва, 2009.

### **РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ПО МЕТОДОЛОГИИ IDEF1X**

Р.А. Димитрова

Научный руководитель – Таганов А.И., д-р техн. наук, профессор

В данной работе рассматриваются актуальные вопросы, которые связаны с разработкой электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС) по методологии IDEF1X, которая широко используется в современных научных и технических проектах для описания информационных моделей разрабатываемых автоматизированных информационных систем.

IDEF1X (Integration DEfinition для информационного моделирования) - это метод проектирования реляционных баз данных с синтаксисом, поддерживающим конструкции при разработке концептуальной схемы.

Потребность в семантических моделях данных была впервые признана ВВС США в середине 1970-х годов. В результате возникла программа ICAM (в которой была выявлена необходимость в более совершенных методах анализа и коммуникации для людей, занимающихся повышением производительности производства), которая впоследствии разработала серию методов, известных как IDEF; IDEF1X является одним из них.

Первоначальный подход к информационному моделированию IDEF (IDEF1) был опубликован программой ICAM в 1981 году на основе текущих исследований и потребностей отрасли. Теоретические корни этого подхода проистекают из ранних работ Эдгара Ф. Кодда по теории реляционных моделей и Питера Чена по модели сущностей-отношений. Первоначальный метод IDEF1 был основан на работах доктора Р. Р. Брауна и г-на Т. Л. Рами из Hughes Aircraft и г-на Д. С. Колмана из компании D. Appleton (DACOM), с критическим обзором и влиянием Чарльза Бахмана, Питера Чена, доктора М. А. Мелканова и Доктор GM Nijssen [1].

В 1983 году ВВС США инициировали проект Интегрированной информационной системы поддержки (I2S2) в рамках программы ICAM. Целью этого проекта было создание технологии, позволяющей логически и физически интегрировать сеть разнородного компьютерного оборудования и программного обеспечения. В результате этого проекта и отраслевого опыта была признана необходимость в усовершенствованном методе информационного моделирования. [1]

С точки зрения контрактных администраторов программы IDEF ВВС, IDEF1X был результатом проекта ICAM IISS-6201 и был дополнительно расширен проектом IISS-6202. Чтобы удовлетворить требования к совершенствованию моделирования данных, которые были определены в проекте IISS-6202, субподрядчик, DACOM, получил лицензию на методику проектирования логической базы данных (LDDT) и поддерживающее ее программное обеспечение (ADAM). С точки зрения технического содержания техники моделирования, IDEF1X - это переименование LDDT.

2 сентября 2008 года соответствующий стандарт NIST, FIPS 184, был отменен (решение по Федеральному регистру, том 73 / стр. 51276).

С сентября 2012 года IDEF1X является частью международного стандарта ISO / IEC / IEEE 31320-2: 2012. Стандарт описывает синтаксис и семантику IDEF1X97, который состоит из двух языков концептуального моделирования: языка «стиля ключа», совместимого с FIPS 184, поддерживающего реляционные и расширенные реляционные базы данных, и более нового языка «стиля идентификации», подходящего для объектных баз данных и объектно-ориентированное моделирование.

В данном электронном учебнике-справочнике описывается расширенная версия IDEF1, которая называется IDEF1X. Стандарт IDEF1x разработан для работы с реляционными базами данных. В частности, стандарт IDEF1x предназначен для построения концептуальных схем, которые представляют структуру данных в контексте рассматриваемой системы, например, коммерческой организации. Стандарт IDEF1x является статическим методом и не предназначен для динамического анализа, но его можно использовать для этого в качестве альтернативы стандарту IDEF1. Здесь учтены требования и опыт проекта IISS, а также практика применения этой технологии в промышленности.

Структура этого электронного ресурса рассчитана на использование его как учебника (руководства) по IDEF-моделированию, так и в качестве справочника. В его разделах рассматриваются общие понятия моделирования данных, особенности синтаксиса и семантики IDEF1X-модели, приводится основная процедура построения модели в предположении, что автоматизированная поддержка минимальна, а также обсуждаются требования ICAM к технике документирования модели и методы ее проверки, представлены сведения о CASE-средствах автоматизированной поддержки информационного моделирования.

Электронный учебник-справочник выполнен по гипермедиа-технологии и имеет удобные средства обращения к необходимым разделам, а также имеет возможность проверить полученные знания путем прохождения тестов в конце разделов.

Содержательная часть ЭИОС построена на материалах зарубежных и отечественных источников, а также на основе практических результатов и

опыта, полученных при выполнении НИОКР в Рязанском государственном радиотехническом университете и при создании электронных интерактивных технических руководств для образовательного процесса по дисциплинам «Основы CALS- и CASE-технологий» и «ИПИ-технологии поддержки жизненного цикла программных систем» [2, 3].

#### *Библиографический список*

1. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 320 с.
2. Таганов А.И. Методы идентификации, анализа и сокращения проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости // Информационные технологии. 2011. №9. С. 22-27.
3. Корячко В.П., Таганов А.И., Таганов Р.А. Методологические основы разработки и управления требованиями к программным системам. - Москва, 2009.
4. Методология IDEF1X. Стандарт (русская версия). М.: Мета Технология, 1993. 108 с.
5. Руководство пользователя Design\IDEF для Microsoft Windows. Версия 3.5. М.: Мета Технология, 1995. 580 с.
6. Технология сбора информации о предметной области по CASE\*Method: Методические указания для курсового и дипломного проектирования/ Рязан. гос. радиотехн. акад.; Сост.: А.И.Таганов, О.Г.Светников, Ю.С.Кондрашов, Р.А.Таганов. Рязань, 1998. 48 с.
7. Методология IDEF1X: Методические указания к практическим занятиям/ Рязан. гос. радиотехн. акад.; Сост.: Ю.М.Цыцаркин, О.Г.Светников. Рязань, 1999. 32 с.
8. SADT\IDEF-методология структурного анализа и проектирования в примерах: Методические указания для практических и самостоятельных занятий/ Рязан. гос. радиотехн. акад.; Сост. А.И.Таганов, Ю.С.Кондрашов, Р.А.Таганов. Рязань, 1999. 64 с.

### **РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ПО МЕТОДОЛОГИИ IDEF3**

А.Д. Назаров

Научный руководитель – Таганов А.И., д-р техн. наук, профессор

В работе рассматриваются актуальные вопросы, связанные с разработкой электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС) по методологии IDEF3, широко используемой в современных научных и технических проектах для описания логики взаимодействия информационных потоков. Эта методология входит в семейство методов IDEF (ICAMDefinition) и предназначена для решения широкого перечня задач поддержки профессионального творчества в технических областях[1].

Использование метода IDEF3 нацелено на создание общих высокоуровневых общих описаний процессов.

Подход IDEF3 полезен для определения влияния информационных ресурсов организации на основные сценарии бизнеса, а также документирования процедур принятия решений, влияющих на состояние и жизненные циклы критически важных данных.[2]

Техника описания набора данных IDEF3 является частью структурного анализа и может быть также использована как метод создания новых процессов. С помощью IDEF3 можно описывать сценарии действий сотрудников организации, например последовательность обработки заказа или события, которые необходимо обработать за конечное время. Каждый сценарий сопровождается описанием процесса и может быть использован для документирования каждой функции [1,4].

Разработанная электронная информационно-образовательная среда в наибольшей степени раскрывает тонкости и особенности методологии описания процессов IDEF3 и может быть на практике успешно использована как в образовательном процессе при подготовке системных аналитиков, так и в производственных условиях при выполнении программных проектов высокого качества.

Содержательная часть ЭИОС построена на материалах зарубежных и отечественных источников, а также на основе практических результатов и опыта, полученных при выполнении НИОКР в Рязанском государственном радиотехническом университете и при создании электронных интерактивных технических руководств для образовательного процесса по дисциплинам «Основы CALS- и CASE-технологий» и «ИПИ-технологии поддержки жизненного цикла программных систем» [3, 4].

#### Библиографический список

1. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 320 с.
2. Menzel, C. P., & Mayer, R. J. (1990). *IDEF3 formalization report*. WPAFB, OH: AL/HRGA. (Отчет о формализации IDEF3).
3. Таганов А.И. Методы идентификации, анализа и сокращения проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости // Информационные технологии. 2011. № 9. С. 22-27.
4. Корячко В.П., Таганов А.И., Таганов Р.А. Методологические основы разработки и управления требованиями к программным системам. - Москва, 2009.
5. Menzel, C., Mayer, R. J., & Edwards, D. (1994). IDEF3 process descriptions and their semantics. In A. Kuziak, & C. Dagli (Eds.), *Intelligent systems in design and manufacturing*. NewYork: ASME Press. (Описания процессов IDEF3 и их семантика).
6. Mayer, R. J., Menzel, C. P., & deWitte, P. S. (1991). *IDEF3 technical report*. WPAFB, OH: AL/HRGA. (Технический отчет по IDEF3).

## **МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Н.В. Макарова

Научный руководитель – Таганов А.И., д-р техн. наук, профессор

В работе рассматриваются актуальные вопросы, связанные с разработкой подсистемы оценивания качества программной продукции (ПП) в соответствии с требованиями ИСО/МЭК 9126-1-4 с целью эффективного применения этой подсистемы в инженерной практике проектных организаций. Подсистема ориентирована на реализацию механизма проверки программной продукции на соответствие потребностям конечных пользователей и на обеспечение процесса контроля характеристик качества в течение всех этапов создания программного продукта с целью прогнозирования конечного качества, его улучшения уже на ранних стадиях разработки и снижению проектных рисков по характеристикам качества [1, 2].

Согласно предлагаемой функциональной модели подсистемы оценивания качества весь процесс обработки данных по оцениванию характеристик качества ПП начинается с ввода информации о характеристиках качества в базу данных подсистемы, далее продолжается по всем этапам проектирования в режиме информационного обеспечения процессов и заканчивается этапом получения отчетных документов. Это позволяет на практике решить целый комплекс задач организационного и вычислительного характера, что сокращает время обработки информации, повышает достоверность данных и облегчает оформление отчетных документов.

Применяемые здесь многоуровневая модель характеристик качества и методы оценивания качества являются основой для создания необходимых программных средств подсистемы оценивания качества и рисков качества программной продукции [1, 2]. При этом на первом уровне модели располагаются такие характеристики качества ПП как: функциональные возможности, функциональная надежность, удобство применения, эффективность, сопровождаемость и преносимость. На втором уровне содержатся атрибуты, которые детализируют разные аспекты каждой характеристики. На третьем уровне модели представлены сведения, предназначенные для измерения качества с помощью метрик. Здесь каждая метрика определяется как комбинация между измерением атрибута и шкалы измерения значений атрибутов. Четвертый уровень модели качества ПП содержит оценочные элементы метрик, которые используются для оценки количественного или качественного значения каждого отдельного атрибута качества программного продукта [1].

### *Библиографический список*

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. Информационная технология. Оценка программного продукта. Характеристики качества и руководство по их применению
2. Таганов А.И. Методы идентификации, анализа и сокращения проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости // Информационные технологии. 2011. № 9. С. 22-27.

## **МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ИНЖИНИРИНГА ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ИПИ-ТЕХНОЛОГИЙ**

Д.Ф. Алимов, Н.В. Куликов, Г.П. Медведев

Научный руководитель – Таганов А.И., д-р техн. наук, профессор

В работе рассматриваются вопросы, связанные с разработкой электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС) по методологии IDEF5, широко используемой в современных научных и технических проектах в качестве метода сбора онтологических описаний. Разработанная по методологии IDEF5 электронная образовательная среда оформлена как электронный учебник и как техническое руководство, с помощью которого можно получить профессиональные знания по использованию IDEF5 для эффективной разработки и управления онтологиями предметной области.

ЭИОС включает в себя описание моделей и методов интеграции информации для параллельного инжиниринга программных систем согласно методологии IDEF5 и предназначается для следующей аудитории:

- специалисты по технике представления и использования знаний и специалисты по предметной области приложений (домен приложений), заинтересованные в разработке, документировании, хранении и распределении знаний по предметной области;

- системные аналитики и проектировщики, заинтересованные в эффективном управлении знанием онтологии с целью выполнения анализа и проектирования;

- исследователи, занимающиеся вопросами применения методов представления знаний для решения проблем в области инжиниринга и производства;

- студенты, магистранты и аспиранты, изучающие и осваивающие теоретические и практические вопросы, связанные с разработкой и управлением онтологиями предметной области.

Разработанная ЭИОС состоит из ряда разделов, учебных уроков и системы тестирования, как по отдельным разделам, так и по всему учебному материалу. Так в содержательное описание ЭИОС вошли: 1) Краткое описание метода сбора онтологических описаний, где дается начальное обзорное описание метода; 2) Концептуальные основы онтологии; 3) Языки представления онтологии, где приводится графический язык для выражения базовой онтологической информации и более богатый линейный язык («язык детальных описаний») для выражения детальной онтологической информации; 4) Процедура разработки онтологии IDEF5, где рассматривается применение данного метода для сбора и сопровождения онтологической информации; 5) Приложение, включающее библиотеку отношений IDEF5, где приводится набор детальных характеристик, определяющих наиболее распространенные отношения предметной области.

ЭИОС реализована в среде системы дистанционного обучения МОДУЛ, имеет удобные средства навигации к необходимым разделам документа и успешно используется в учебном процессе Рязанского государственного радиотехнического университета при подготовке бакалавров по курсу «Основы CALS- и CASE-технологий» и магистров по курсу «ИПИ-технологии поддержки жизненного цикла программных систем».

## **МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Н.В. Макарова, М.И. Цыцына

Научный руководитель – Таганов А.И., д-р техн. наук, профессор

В работе рассматриваются актуальные вопросы, связанные с разработкой подсистемы оценивания качества программной продукции (ПП) в соответствии с требованиями ИСО/МЭК 9126-1-4 с целью эффективного применения этой подсистемы в инженерной практике проектных организаций. Подсистема ориентирована на реализацию механизма проверки программной продукции на соответствие потребностям конечных пользователей и на обеспечение процесса контроля характеристик качества в течение всех этапов создания программного продукта с целью прогнозирования конечного качества, его улучшения уже на ранних стадиях разработки и снижению проектных рисков по характеристикам качества [1, 2].

Согласно предлагаемой функциональной модели подсистемы оценивания качества весь процесс обработки данных по оцениванию характеристик качества ПП начинается с ввода информации о характеристиках качества в базу данных подсистемы, далее продолжается по всем этапам проектирования в режиме информационного обеспечения процессов и заканчивается этапом получения отчетных документов. Это позволяет на практике решить целый комплекс задач организационного и вычислительного характера, что сокращает время обработки информации, повышает достоверность данных и облегчает оформление отчетных документов.

Применяемые здесь многоуровневая модель характеристик качества и методы оценивания качества являются основой для создания необходимых программных средств подсистемы оценивания качества и рисков качества программной продукции [1, 2]. При этом на первом уровне модели располагаются такие характеристики качества ПП как: функциональные возможности, функциональная надежность, удобство применения, эффективность, сопровождаемость и переносимость. На втором уровне содержатся атрибуты, которые детализируют разные аспекты каждой характеристики. На третьем уровне модели представлены сведения, предназначенные для измерения качества с помощью метрик. Здесь каждая метрика определяется как комбинация между измерением атрибута и шкалы измерения значений атрибутов. Четвертый уровень модели качества ПП содержит оценочные элементы метрик, которые используются для оценки количественного или качественного значения каждого отдельного атрибута качества программного продукта [1].

### *Библиографический список*

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. Информационная технология. Оценка программного продукта. Характеристики качества и руководство по их применению
2. Таганов А.И. Методы идентификации, анализа и сокращения проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости // Информационные технологии. 2011. № 9. С. 22-27.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

М.И. Цыцына

Научный руководитель – Таганов А.И., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается ряд важных вопросов, связанных с определением системы показателей функциональной надежности (ПФН) информационных систем (ИС) на этапе их проектирования, с целью минимизации рисков проекта по характеристикам качества [1-3]. Здесь под функциональной надежностью ИС понимается совокупность свойств системы, определяющих ее полезность для пользователей в соответствии с функциональным назначением и предъявленными требованиями. Исходные требования к проекту ИС, как правило, формируются из перечня общих требований, предъявляемых к сложным техническим и информационным системам [1-4]. Согласно этому формируемые показатели функциональной надежности должны быть измеримыми, допускать экспериментальную проверку, отражать дискретность случайных процессов, быть удобными в практическом применении, иметь единую количественную меру, обладать достаточной гибкостью и обеспечивать комплексную проверку ИС.

Современные ГИС с точки зрения задачи определения ПФН являются достаточно сложными дискретными системами, имеющими динамично изменяющуюся структуру алгоритмов обработки данных, сложную организацию составных дискретных устройств для выполнения комплекса операций, взаимозависимость процессов обработки данных при возникновении ошибок, трансформацию сбоев дискретных устройств в ошибки комплекса программ и т.д. Отсюда следует, что при определении ПФН необходимо руководствоваться рядом системных принципов [1,4]: 1) соответствие структуры алгоритмов обработки данных структуре функционирования ИС; 2) структурное построение алгоритмов обработки данных; 3) совмещение пространства состояний системы и пространства событий системы процессов обработки данных; 4) разделение структуры ГИС на иерархически упорядоченные множества функциональных структур.

На основе проведенного анализа предлагается систему ПФН проекта ИС строить с использованием как единичных, так и комплексных показателей функциональной надежности с последующей адаптацией этих показателей согласно функциональному назначению и предъявленным требованиям к системному проекту ИС [1,3,4].

## *Библиографический список*

1. Липаев В.В. Качество программных средств. Методические рекомендации. Под общей ред. д.т.н. А.А. Полякова. - М.: Янус-К.202. - 400 с.
2. Таганов А.И. Методы идентификации, анализа и сокращения проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости // Информационные технологии. 2011. № 9. С. 22-27.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. Информационная технология. Оценка программного продукта. Характеристики качества и руководство по их применению
4. Шубинский И.Б. Функциональная надежность информационных систем. Методы анализа. - М.: «Журнал Надежность», 2012. - 216 с.

# СЕКЦИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ И ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

## КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ РАНЖИРОВАНИЯ И КЛАСТЕРИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

В.М. Анисимова, В.Д. Градов

Научные руководители – Каширин И.Ю., д.т.н., профессор,  
Брянцев А.А., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается функция оценки документов и релевантности запросов, именуемая «OkapiBM25» [1,2].

Актуальность рассмотренной темы объясняется спросом на рынке таких систем, при помощи которых производится развитие сайта и его продвижение в поисковых системах, благодаря оптимизации критериев, влияющих на ранжирование.

В алгоритме OkapiBM25 – функция ранжирования информации основывается на оценке ключевых слов в заголовках и содержании документов. Документ анализируется, требуемые значения попадают в формулу BM25, где сравниваются показатели относительно других документов и, в конечном итоге, выдается оценка, которая влияет на положение страницы в поисковой выдаче.

Формула BM25 имеет следующий вид:

$$w_j(\bar{d}, C) = \frac{(k_1+1)tf_j}{k_1\left((1-b)+b\frac{dl}{avdl}\right)+tf_j} * \log \frac{N-df_j+0.5}{df_j+0.5}, \dots \dots \dots (1)$$

**d** – документ из коллекции;

**C** – коллекция слов в запросе;

$w_j(\bar{d}, C)$  – вес (значимость) ключевого запроса  $j$  в документе  $d$  из коллекции  $C$ . Исходя из этого коэффициента, определяется, как будет ранжирован документ;

$tf_j$  – частота, т.е. отношение ключевого слова  $j$ , которое встречается в документе  $d$  из коллекции  $C$ , относительно длины  $dl$  документа;

$df_j$  – количество документов из коллекции  $C$ , в которых встречается хотя бы один раз ключевое слово  $j$ ;

$dl$  – длина документа  $d$  из коллекции  $C$ ;

$avdl$  – средняя длина документов из коллекции  $C$ ;

$k_1, N$  – свободные коэффициенты.

Используя алгоритм BM25, было выяснено, что релевантность документа «Учебник РГРТУ» запросу «Списать экзамен РГРТУ» намного выше, чем у документа «Шпаргалка». Это означает, что в ответ на запрос поисковая система расположит ссылку на «Учебник РГРТУ» выше по списку, чем «Учебник».

### Библиографический список

1. S. Robertson, S. Walker, S. Jones, M. Hancock-Beaulieu, M. Gatford. Okapi at trec-3. The Third Text REtrieval Conference (TREC-3), 1995.
2. Сравнительный анализ методов определения нечетких дубликатов для Web-документов /Ю.Г. Зеленков, И.В. Сегалович. — RCDL2007. — Яндекс, 2007.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССОРА ДЛЯ ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВОГО ОБЩЕНИЯ В ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ «ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ»**

В.М. Анисимова

Научный руководитель – Каширин И.Ю., д-р техн. наук, профессор

В докладе рассматривается процесс проектирования лингвистического процессора - системы, которая может принимать запросы от пользователя на естественном языке и давать на них ответы так же на естественном языке, но эти ответы должны быть односложные. Система должна принимать различные виды вопросов и выдавать понятный для пользователя ответ.

Актуальность рассмотренной темы объясняется спросом на рынке таких систем, при помощи которых веб-мастера автоматизируют процесс оптимизации сайтов, с целью получения пользователями более быстрых ответов на однотипные вопросы.

Процесс создания лингвистического процессора состоит из следующих этапов:

- морфологический – этап разбиения предложения на список словоформ;
- синтаксический – этап выявления семантических конструкций в предложении;
- семантический – этап разбиения предложения на синтаксические составляющие и других.

Его неотъемлемой частью является база знаний. База знаний – структурированный, управляемый ресурс, содержащий знания и информацию, необходимые для выполнения задач компании. Процесс актуализации происходит в соответствии с текущими потребностями.

Далее с целью выявления ошибок и определения соответствия между реальным и ожидаемым поведением процессора, предлагался ряд тестовых запросов, на которые система дает правильные односложные ответы.

1. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления / В. Р. Душкин. — Litres. – М., 2019. – с.193-210 – ISBN 9785041916374

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕПЛО ВЫДЕЛЕНИЯ**

Д.И. Нефедов

Научный руководитель - Шестеркин А.Н., д-р техн. наук, проф.

Для оценки количества тепла, отдаваемого в помещение квартиры (комнату, кухню) радиатором системы центрального отопления, используются *бытовые счетчики тепла*. В таком счетчике есть расходомер и два термодатчика — входной и выходной. Расходомер определяет количество воды, поступающей в радиатор за единицу времени.

В докладе предлагаются модель и программное средство для оценки количества тепла, потребляемого в квартире, «неинвазивным» (без «вре-

зок» в трубы каких-либо измерительных приборов) способом без использования счетчиков тепла.

Если в помещении с работающим радиатором отопления температура не изменяется, то количество поступившего тепла равно количеству отданного тепла. Тепло «уходит» из помещения через стены, пол, потолок, стекла и раму окна, форточку, дверь.

Для программной реализации разработана модель теплопередачи из помещения. В этой модели приняты допущения: 1) помещение неугловое; 2) идет расчет на инфильтрацию; 3) температура в помещении равна температуре в помещениях над потолком и под полом. Поэтому через пол и потолок теплопередачи нет.

В модели есть датчик скорости ветра и восемь термодатчиков: два на наружной стене (внутри помещения и снаружи), два на одном из стеклопакетов (внутри помещения и снаружи), два на раме (внутри помещения и снаружи), один в помещении, один на улице (на некотором расстоянии от стены). Учитываются геометрические параметры стены, структура и материал ее слоев, коэффициенты теплопроводности материалов стены, стеклопакета и рамы. Задаются цена гигакалории тепла и период расчета. По совокупности этих данных оценивается количество тепла, переданного из помещения на улицу, равное (в данной модели) количеству тепла, поступившего от радиатора отопления и подлежащего оплате.

Расчет теплопередачи в смежные помещения подразумевает под собой установку дополнительных термодатчиков. Датчики должны располагаться на некотором удалении от стены. Предполагаем, что коэффициенты теплоотдачи внешней стены со стороны комнаты и улицы одинаковы для всех комнат. Учитывая эти данные можно вычислить тепловой поток через все внешние стены, рамы и стеклопакеты смежных помещений. Следовательно, при заданной скорости ветра можно оценить тепловой поток всех помещений.

В структуре программного средства есть два основных компонента. Первый компонент выполняет сбор данных от датчиков и расчеты. Второй компонент взаимодействует с пользователем через графический интерфейс. Графический интерфейс предназначен для ввода уточняющих данных, настройки датчиков и вывода данных. Сбор и обработка данных, поступающих от датчиков, производятся в три этапа: 1) опрос датчиков микроконтроллером; 2) генерация файла с полученными данными; 3) обработка файла.

#### *Библиографический список*

1. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. Издание второе, стереотипное. - М.: Москва «Энергия», 1977 – 345с, ил.
2. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. Издание 4-е, переработанное и дополненное. - М.: Стройиздат Москва, 1973 – 289 с, ил.

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТТОКА СОТРУДНИКОВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

А.М. Парфенов

Научный руководитель – Цуканова Н.И., канд. техн. наук, доцент

Отток сотрудников определяется как утечка интеллектуального актива из организации. Другими словами, отток сотрудников – процесс их ухода из компании. Был проведён ряд исследований, в результате которого удалось выявить, что на отток в наибольшей степени влияют такие факторы, как:

- возраст;
- срок пребывания в организации;
- оплата труда;
- удовлетворённость работой;
- условия труда;
- потенциал роста и др. [1].

При этом следует отметить, что приобретение новых кадров в качестве замены ушедшим сотрудникам всегда влечёт за собой определённые расходы, направленные на непосредственно найм и обучение, которое может занять довольно продолжительное время. В качестве решения для контроля ситуации с оттоком сотрудников и планированием возможных затрат организациям и компаниям могут быть полезны методы машинного обучения [2], направленные на прогнозирование.

В зависимости от преследуемых целей и реализации методы машинного обучения в рамках задачи о прогнозировании оттока сотрудников из организации могут обеспечить следующим:

1) исследовательский анализ данных – первичный этап анализа, в котором происходит суммирование характеристик данных путём использования описательной статистики и визуализации;

2) кластерный анализ данных – вторичный этап анализа, направленный на объединение рассматриваемых объектов в определённые группы на основе ранее выявленных закономерностей их характеристик;

3) построение модели прогнозирования – наиболее сложный этап анализа данных, в результате которого происходит формирование модели, которая способна самостоятельно определять вероятность ухода того или иного сотрудника из организации или компании с помощью заранее подготовленных и обработанных данных.

В связи с тем, что наибольший интерес и практическую ценность представляет именно последний этап анализа данных, представленный в пункте 3 списка выше, следует обратить внимание именно на него. Фактически определение вероятности оттока кадров из компании сводится к задаче классификации, направленной на то, что объекту, которым в данном случае является сотрудник организации, ставится в соответствие определённый и заранее известный класс [2], который в рассматриваемой предметной области может принимать только два значения «Уйдёт» или «Останется».

Наиболее эффективными классификаторами являются нейронные сети и деревья принятия решений. Однако в случае оттока сотрудников из организации имеет смысл воспользоваться именно вторым алгоритмом ввиду

того, что на вход могут подаваться не только числовые, но и категориальные признаки. В случае использования нейронных сетей всем категориальным признакам необходимо ставить в соответствие какую-либо числовую величину, что влечёт за собой лишние трудо- и времязатраты на обработку исходных данных. Также следует отметить, что целесообразно использовать не одно, а сразу несколько классифицирующих деревьев решений, которые в совокупности формируются в ансамбль. Этот подход имеет ряд очевидных преимуществ, к которым можно отнести малую глубину деревьев с меньшим количеством ветвей, отсутствие необходимости усечения деревьев и др. Для повышения точности и эффективности в рамках рассматриваемой задачи по оттоку сотрудников из организации целесообразнее всего при построении ансамбля классифицирующих деревьев использовать такой метод, как бустинг, который позволяет повышать точность каждого следующего дерева ансамбля путём учёта ошибок классификации предыдущего.

В результате реализации описанного выше алгоритма можно быстро и эффективно определить, уйдёт ли сотрудник из организации на основе имеющейся о нём информации.

#### *Библиографический список*

1. Причины текучести кадров // Директор по персоналу. Практический журнал по управлению человеческими ресурсами – [Электронный ресурс]. URL: <https://www.hr-director.ru/prichiny-tekuchesti-kadrov> (дата обращения: 12.04.2020).

2. Бринк Х., Ричардс Дж., Феверолф М., Машинное обучение.– СПб.: Питер, 2017. – 336 с.

## **СЕГМЕНТАЦИЯ СТЕЙКХОЛДЕРОВ**

М.А. Жиленко

Научный руководитель – Кираковский В.В., канд. техн. наук, доцент

В процессе выявления группы стейкхолдеров (заинтересованных сторон) сталкиваемся с проблемой сегментации групп заинтересованных сторон, соответственно, перед нами стоит выбор конкретного подхода к кластеризации.

Заинтересованные стороны могут принадлежать более чем к одной группе, и соответствующее количество кластеров для представления группы заинтересованных сторон на предприятии и заранее неизвестны [1].

Подходы к кластеризации, которые требуют конкретных экземпляров, принадлежащие исключительно к одному кластеру, такие как алгоритм k-means, меньше подходит к характеру членства в группе заинтересованных сторон. Принят подход вероятностной кластеризации для задачи сегментации групп заинтересованных сторон, которая использует Гауссовскую смешанную модель и алгоритм максимизации математического ожидания для оценки соответствующих значений распределения и параметров.

Используя гауссовскую смешанную модель, можно определить почти оптимальное число кластеров без предварительной спецификации с использованием оценки максимального правдоподобия.

Вероятностные модели гауссовой смеси, как и другие подходы к кластеризации, предполагают независимость атрибутов во входном представлении. Однако некоторые атрибуты в различных представлениях объектов, используемые для характеристики заинтересованных сторон могут быть избыточными, сильно коррелированными и взаимозависимыми. Следовательно, основные компоненты извлекаются из представлений объектов заинтересованных сторон до применения алгоритма кластеризации.

Анализ главных компонент преобразует пространство объектов в соответствии с дисперсией, наблюдаемой в атрибутах между экземплярами, увеличивая независимость атрибута, и также обеспечивает механизм для уменьшения размерности исходного пространства объектов. Подходы к кластеризации текста обычно включают метод уменьшения характеристики для того чтобы справиться с высокой размерностью текстового представления объектов.

1. Фримен Э. «Стратегический менеджмент: стейкхолдерский подход» — Бостон: 1984. – 416 с.

## **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АКТИВНЫМИ ОПЕРАЦИЯМИ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА**

И.А.Толмачева

Научный руководитель – Проказникова Е.Н., канд. техн. наук, доцент

Управление активами – порядок и пути размещения собственных и привлеченных денежных средств. Компетентная оценка уровня кредитоспособности потенциальных заёмщиков – это одна из важнейших активных операций банков. Имея возможность наиболее точно оценить уровень кредитоспособности юридических лиц, банки смогут выбрать себе более выгодных клиентов, которые в срок погасят кредит, что улучшит состояние кредитного портфеля и снизит кредитный риск банка. Кроме того, для снижения объема просроченной задолженности по кредитам, выданным юридическим лицам банку рекомендуется делать запросы в специализированные учреждения для подтверждения достоверности предоставленных заёмщиком данных. Для более точной оценки заёмщика банкам требуется информационная система, которая позволит быстро и без лишних усилий определить, можно ли одобрить заявку на кредит конкретному заёмщику или нет.

Рынок автоматизированных информационных систем, связанных с процессом проверки кредитоспособности заёмщика, предлагает различные программные продукты: Социодемографический скоринг Банки.ру, FICOscore, Deductor: Loans. Недостатками данных систем можно считать недостоверность данных указанных клиентами и субъективность оценок экспертами банка.

Таким образом, можно выработать следующие требования к разрабатываемой информационной системе: анализ финансового состояния и кредитной истории коммерческой организации, проверка подлинности данных предоставленных заёмщиком, путём запросов в ПФР, ГИБДД, кредитное бюро и так далее, получение заключения о кредитоспособности, возможности или невозможности и предельном размере выдаваемого кредита.

## ПРИМЕР РАЗРАБОТКИ КЛИЕНТСКОГО ПРИЛОЖЕНИЯ БАЗ ДАННЫХ

Е.Б. Федосова

Научный руководитель – Каширин И.Ю., д-р техн. наук, профессор

В рамках настоящей статьи рассмотрим разработку клиентского приложения, которое организует удобное для пользователя взаимодействие с базой данных музыкальной школы. В этой базе хранится информация об учениках, преподавателях, инструментах, преподаваемых предметах, оплате за обучение, а также содержатся сведения о проводимых в школе мероприятиях и расписание.

Базу данных реализуем с помощью среды SQL Server Management Studio. В базе содержится 8 таблиц, каждая из которых, согласно реляционной модели данных [1], соответствует определенному объекту предметной области (рис. 1).

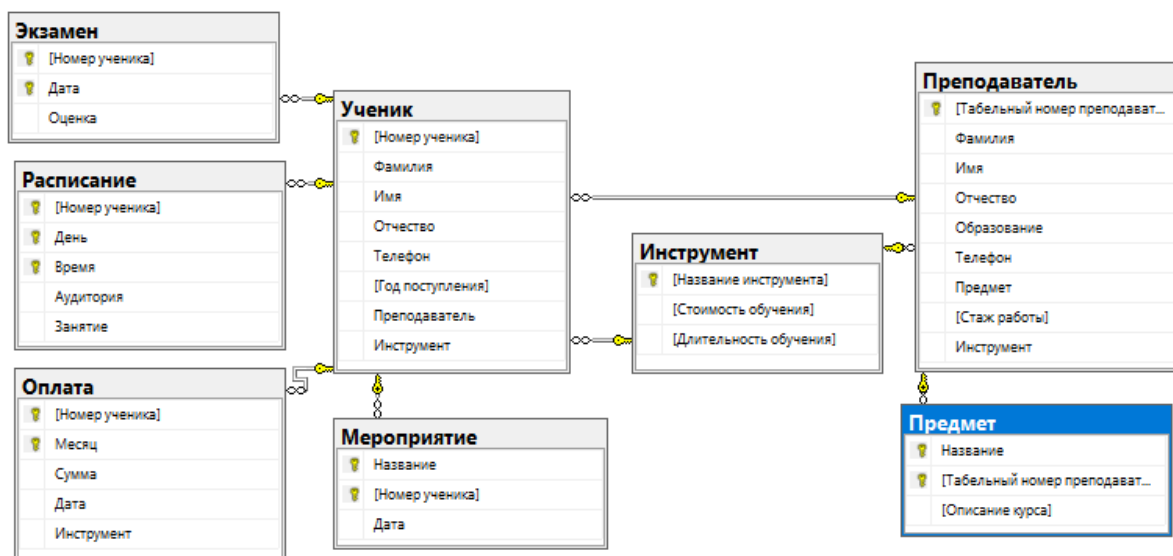


Рисунок 1. Схема базы данных

Для создания клиентского приложения использовали среду разработки Microsoft Visual Studio C#. Для подключения к базе данных использовался объект соединения SqlConnection.

Для начала соединения с источником данных используется метод Open, который использует данные, содержащиеся в свойстве ConnectionString. Метод Close закрывает соединение. Поэтому подключение к базе данных в рамках настоящей курсовой работы выглядит так:

```
SqlConnection con = new SqlConnection();
```

```

con.ConnectionString = "Data Source=LAPTOP-3P11PROG;" +
"Initial Catalog=Music; Integrated Security=false; User ID=user1;" +
"Password=pass1;";
SqlCommand cmd = con.CreateCommand();
con.Open();

...

con.Close();

```

где Data Source – имя экземпляра SQL Server, с которым производится соединение, Initial Catalog – имя используемой базы данных, Integrated Security – аутентификация SQL Server, User ID – имя пользователя SQL Server, Password – пароль к SQL Server [2].

В разрабатываемом приложении все формы были выровнены по центру экрана с помощью установки свойства формы StartPosition в положение CenterScreen . Для всех форм невозможно вносить изменения на родительской форме, если открыта дочерняя. Все поля, для которых ожидаемым значением являются цифровые символы, организованы так, что в них можно вводить только цифры.

Поиск или вывод данных производится с помощью запроса на языке SQL [3]. Например, поиск инструмента по названию был реализован с использованием параметрического запроса SQL следующего вида: *"SELECT \* FROM Инструмент WHERE [Название инструмента] LIKE " + " @name";*. В качестве примера на рисунке 2 представлено окно для работы с данными об инструментах .

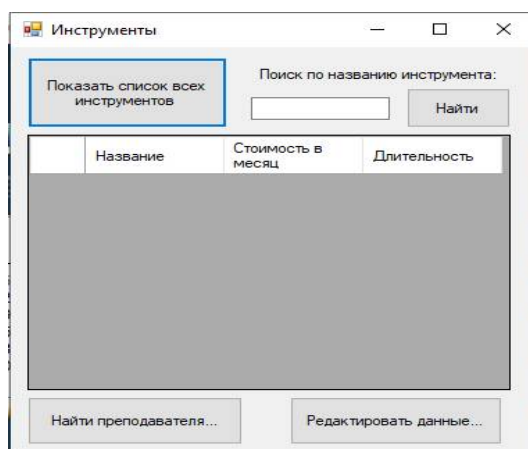


Рисунок 2. Окно для работы с данными об инструментах

Выполнение таких операций, как удаление, добавление, редактирование осуществлено с помощью хранимых процедур, реализованных на языке SQL.

#### Библиографический список

1. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е издание. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 1328 с.
2. Андреев А.Н., Благодаров А.В., Гринченко Н.Н. Клиент-серверные приложения баз данных. Методические указания к лабораторным работам, – Рязань, 2012.
3. Моргунов Е.П. Язык SQL. Базовый курс. –М., 2017. – 257 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ОДНОМЕРНОГО ДИСКРЕТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ШУМА НА ЦИФРОВОМ ИЗОБРАЖЕНИИ

А.А. Камордин

Научный руководитель - Бубнов С.А., канд. физ.-мат. наук, доцент

В докладе рассматривается возможность фильтрации периодического шума на изображении при помощи одномерного дискретного преобразования Фурье (далее ДПФ).

Для фильтрации периодических помех на изображении в частотной области проводится ДПФ, полученный спектр Фурье (рис. 1) умножается на необходимую фильтр-функцию, затем применяется обратное ДПФ [1].

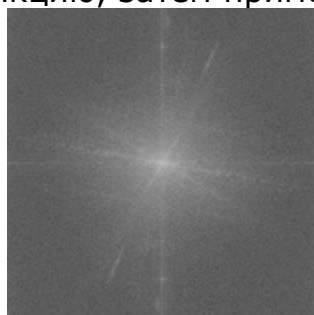


Рис. 1. Двумерный спектр Фурье тестового изображения

В некоторых случаях целесообразно применять одномерное ДПФ для построения спектра Фурье и его последующей фильтрации (рис. 2).

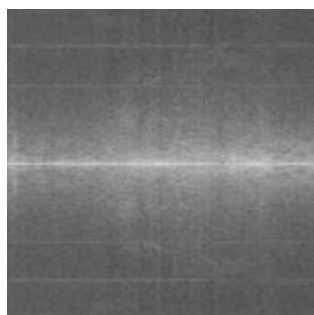


Рис. 2. Одномерный спектр Фурье тестового изображения

Приведённые выше изображения наглядно демонстрируют более различимые признаки периодического шума в визуализации одномерного спектра Фурье.

Применение одномерного ДПФ взамен двумерного позволяет сократить количество вычислений, что приведёт к более высокой производительности системы, а также позволит провести фильтрацию более выборочно.

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА К-СРЕДНИХ ДЛЯ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПЕРЕКРЁСТКОВ ГОРОДА РЯЗАНИ

Д.С. Савин

Научный руководитель – Цуканова Н.И., канд. техн. наук, доцент

Прежде чем приступить к моделированию перекрестков, необходимо определить, стоит ли моделировать данные перекрестки, затрачивая на это временные, а впоследствии и иные ресурсы. Существует достаточно большое количество методов и способов, начиная от самых банальных – натурального обследования или потребностей горожан в избавлении от пробок, - и заканчивая научными методами, созданием экспертных систем, способных решать многокритериальные задачи. В нашем случае можно использовать машинное обучение, а именно – задачу обучения без учителя – алгоритм к-средних [1].

Для начала необходимо определиться с числом кластеров. Для более четкого и в то же время упрощенного разграничения выделим следующие: «высоконагруженные перекрёстки», «средненагруженные» и «слабо нагруженные». Также зададим допустимые параметры, которые будут использоваться в кластеризации: интенсивность движения и длина затора.

В языке Python для генерации коррелированных данных используется `multivariate_normal`, учитывающая ковариационную матрицу. Для этого необходимо определить средние значения и дисперсии интенсивности движения и длины затора. Результат получился следующий – рисунок 1:

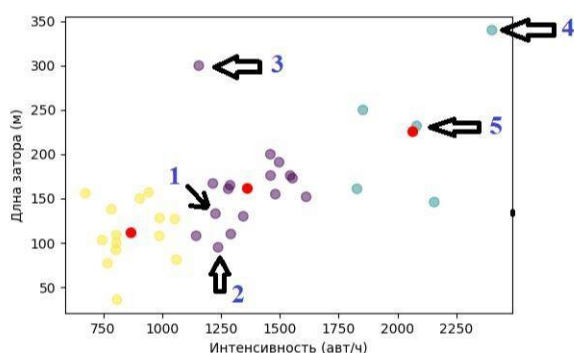


Рисунок 2 - Результат кластеризации данных по перекресткам города Рязани

Данные результаты можно интерпретировать следующим образом: перекрестки под номером 4 и 5 крайне нуждаются в улучшении дорожной ситуации, так как имеют высокую нагрузку. Перекрестки 1-3 так рекомендуется рассмотреть в качестве объектов для моделирования, так как они имеют хоть и невысокую, но значительную нагрузку на дорожную сеть, являясь частью жизненно важных транспортных артерий города Рязани.

1. Brett Lantz. Machine Learning with R. Packt Publishing, Birmingham - Mumbai, 2013.

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПЕРСОНАЛОМ ОРГАНИЗАЦИИ**

А.О. Бухтина

Научный руководитель - Крошилин А.В., д-р техн. наук, профессор

Информационная система управления персоналом – это определенный набор методов и инструментов, с помощью которых имеется возможность нанимать персонал в необходимом количестве и с необходимыми навыками для осуществления деятельности организации [1]. В настоящее время одним из важных самым направлением учета на предприятии является автоматизированное управление персоналом. Для эффективной работы системы управления персоналом в организации необходимо создать единую автоматизированную сеть, которая будет обмениваться информацией со всеми уровнями управления [2].

Успех организации зависит от работы отдела кадров, которым необходимо найти нужного сотрудника и правильно мотивировать его, а также грамотно распределить уже имеющих. При приеме на работу нового сотрудника разработанная система сможет находить необходимого работника с нужным опытом и стажем на любом сайте по поиску работы. При этом система сможет выявить работников, которые претендуют на другую должность. У организаций с большим количеством сотрудников и с несколькими графиками работ необходимо автоматизировать не только прием и перемещения сотрудников, но и расчет заработной платы, оформления и начисление отпускных дней, отсутствие сотрудников на рабочем месте по уважительной и не уважительной причины, учет листков нетрудоспособности и т.д. Поэтому необходимо для каждого сотрудника создать личный кабинет с указанием его данных (ФИО, табельный номер, специальность, должность, образования и другое). В нем каждый работник сможет увидеть свою заработную плату, отчисления в пенсионный фонд, отчисления в налоговую инспекцию, свой рабочий график, график отпусков с возможностью удаленно оформлять и переносить его, уведомлять работодателя о своем периоде нетрудоспособности, изменять свои контактные данные, такие как номер телефона и места жительства, возможность видеть открытые вакансии организации и подавать на них свою кандидатуру.

В результате использования автоматизированной системы управления персоналом, появляется возможность быстро анализировать количество и качество сотрудников, обеспечивать более высокий уровень безошибочного расчета учета рабочего времени сотрудников, электронное оформление отпусков, уменьшить работу отдела кадров, бухгалтерии и снизить бумажный документооборот предприятия в целом.

### *Библиографический список*

1. Алавердов А.Р., Управление персоналом: Учебное пособие – М: МФПУ Синергия, 2017. – 440 с.
2. Титоренко Г.А., Информационные технологии управления – 2-е издание – М: ЮНИТИ-ДАНА, 2018. – 450 с.

# **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА ПО ПРОТИВОДЕЙСТВИЮ ЛЕГАЛИЗАЦИИ ДОХОДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРЕСТУПНЫМ ПУТЕМ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

А.М. Зиновьева

Научный руководитель – Макаров Н.П., канд. техн. наук, доцент

При оценке уровня риска отмывания доходов, полученных преступным путем, Россия занимает 64 место среди 146 анализируемых стран. Достижению низкого уровня риска ОД/ФТРФ не позволяет наличие следующих проблем:

1) Деятельность по реализации мер по ПОД/ФТ, осуществляемая сотрудниками Службы по финансовому мониторингу, недостаточно автоматизирована.

2) Отсутствие единой доступной для кредитно-финансовых учреждений базы данных, содержащей информацию о сомнительных операциях их клиентов.

3) Процедура идентификации клиентов требует определенных временных затрат, кроме того, не обеспечивает в полном объеме подтверждения принадлежности данных именно этому клиенту.

В связи с выявленными проблемами предлагаются следующие организационно-управленческие мероприятия в сфере ПОД/ФТ для коммерческих банков:

1) Автоматизация процедуры анализа проведенных клиентами операций на предмет отнесения их к сомнительным на основании определенных законодательно критериев: из перечня проведенных клиентами операций в автоматическом режиме отбираются необычные операции, которые могут быть отнесены к категории сомнительных. Анализ происходит на основании критериев, определенных в действующих рекомендациях Банка России. При внедрении данного мероприятия получаем значительную экономию времени, а также снижение риска наложения штрафов на банк.

2) Разработка формирования комплексного отчета, содержащего основные данные для полноценного анализа по деятельности клиента на основании выписки по его расчетному счету: данный отчет будет формироваться при выборе интересующего клиента в общем перечне всех клиентов и задании нужного временного периода. Выбор основных данных об организации, отраженных в данном отчете, обоснован последними методическими рекомендациями Банка России.

3) Внедрение идентификации клиентов с использованием их биометрических данных, а именно, сочетание биометрии голоса и черт лица. Данное направление является очень актуальным. Разработан законопроект о внедрении биометрической идентификации в банковскую сферу, некоторые банки уже присоединились к этой системе. Данное мероприятие существенно повысит качество работы в сфере ПОД/ФТ, а также способствует снижению риска обслуживания клиентов по поддельным документам.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ НА ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

А.В. Карпов

Научный руководитель – Проказникова Е.Н., канд. техн. наук, доцент

Совершенствование практики управления издержкам и поможет предприятию выжить в условиях конкуренции, увеличить прибыль и снизить расходы, обеспечить рентабельную деятельность компании [1].

Процесс автоматизации системы управления затратами на производство и реализацию продукции должен состоять из следующих пунктов [2]:

- проведение изменений в организационной структуре предприятия;
- организация системы управленческого учета на производственном предприятии;
- выделение центров ответственности, центров затрат;
- четкая детализация и классификация затрат, разработка норм и нормативов;
- внедрение системы бюджетирования и планирования;
- поэтапная автоматизация учета затрат на предприятии.

Для налаживания процесса обмена данными между различными службами организации необходимо внедрение интегрированных систем. Интегрированные системы дают возможность исследовать наибольшее количество информации. Такие системы строятся на базе локальных вычислительных сетей (ЛВС), объединяющих персональные компьютеры с центральным мощным файловым сервером или на базе многотерминальных систем хост-компьютером в качестве центрального элемента.

Применение автоматизированной системы управления издержками поможет организации получить достоверные и качественные отчетные данные, необходимые для обоснования затрат на различных уровнях управления предприятием при принятии оперативных управленческих решений.

### *Библиографический список*

1 Котенева, Е.Н. Управление затратами предприятия [Текст] : учебное пособие / Е.Н. Котенева, Г.Н. Краснослободцева. – М.: Дашков, 2010. – 224 с.

2. Егорова, С.Е. Направления развития бюджетирования затрат в организациях птицеводства [Текст] / С.Е. Егорова, В.А. Будасова, Л.А. Юданова // Цифровая экономика и «Индустрия 4.0»: проблемы и перспективы: труды научно-практической конференции с международным участием (Санкт-Петербург, 23-27 марта 2017 г.). – СПб: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2017. – С. 505-509.

# **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ДОКУМЕНТОВ УЧЕТА ТОВАРНО-МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ**

Д.Н. Лошкарева

Научный руководитель – Макаров Н.П., канд. техн. наук, доцент

В основе работы изучены вопросы, связанные с созданием и проектированием информационной системы по учету товарно-материальных ценностей, автоматизации их обработки и сопровождения. Поскольку для исследуемой организации основной задачей является привлечение активов и наращивания кредитного портфеля, затраты, связанные с приобретением программного обеспечения для учета товарно-материальных ценностей не являются факторами, увеличивающими прибыль организации. Поэтому разработка своей информационной системы по работе с первичными документами является актуальной для предприятия. [1].

Для создания информационной системы учета товарно-материальных ценностей в основу были взяты этапы: поставки задачи, разработки структурной модели, автоматизация учета ТМЦ, программирование и отладка с последующим сопровождением программы.

Работая в автоматизированной системе, бухгалтер получает автоматически сформированный документ акт-требование, в котором указана вся необходимая информация о товарно-материальных ценностях. Система хранит данные, как по основным средствам, так и по нематериальным активам. Данные о движении фиксируются в программе, что позволит сократить количество возможных ошибок обработки первичных документов. Для автоматизации процесса учета товарно-материальных ценностей использованы полученные профессиональные умения и навыки в сфере программно-информационных систем: 1С: Предприятие и СУБД Microsoft Office Access 2010 [2].

Разработанная информационная система автоматизирует процесс учета ТМЦ и позволяет решать основные задачи: обработку первичной документации, выписку требований со склада, формирование отчетов по движению и остаткам основных средств и нематериальных активов. Полученная система так же позволяет снизить временные затраты сотрудника на обработку документов, снизить риски по возможным ошибкам учета.

## *Библиографический список*

1. Вдовин В.М. Информационные технологии в финансово-банковской сфере: Учебное пособие / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова. - М.: Дашков и К, 2013. - 304 с.
2. Гончаров Д.И., Хрусталева Е.Ю. Решение специальных прикладных задач в 1С: Предприятие 8.3.: учебник для студентов бакалавриата и магистратуры: Пресс - сервис, 2016.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОПУЛЯРНЫХ ФРЕЙМВОРКОВ МОБИЛЬНЫХ РАЗРАБОТКИ

Ф.Е. Моудио Моудио

Научный руководитель Белов В.В., д-р техн. наук, профессор

Выбор платформы мобильного приложения может быть ошеломляющим; есть десятки доступных на рынке для оценки – от нативных Фреймворков, написанных на Swift, ObjC, Java и Kotlin, до кроссплатформенных фреймворков, таких как ReactNative и Xamarin[1]. В связи с этим может быть действительно трудно понять ключевые различия между ними. В итоге [2-3], я расскажу в таблице о плюсах и минусах популярных платформ мобильных приложений, чтобы помочь нам определить, какая из них подходит именно нам.

Фреймворки	Нативные приложения		Прогрессивные веб-приложения	Кроссплатформенные нативные приложения		
	Xcode	Android Studio	Blazor, React, Ionic, Angular	Xamarin	React native	Flutter
владелец	Apple	Google	Множественно	Microsoft	Facebook	Google
UI/UX	Нативный		Сделанный на заказ	Нативный		Сделанный на заказ
Скорость разработ.	Медленная		Быстрая	Быстрая		Быстрая
Стоимость обслуж.	Большая		Средняя	Маленькая		Средняя
Производительность	Очень высокая		Средняя	Высокая		Высокая
Язык прог.	Swift	Java	множественно (web)	.Net, C#, F#	JS	Dart
Зрелость	Очень зрелая		Юная	Зрелая		Молодая
Доступ к функции	Полный		Ограниченный	Полный		Полный
Открытый исходный код	Нет		Множественно	Да		Да

### *Библиографический список*

1. Соколова В.В. Разработка мобильных приложений. Изд-во Томского политехнического университета 2011. –174 с.
2. Соколова В.В. разработка мобильных приложений. Учебное пособие –Университеты России, 2016.
3. Аллан А. Программирование для мобильных устройств на iOS: Профессиональная разработка приложений для iPhone, iPad, and iPodTouch. Питер, 2013. -416 с.

## **ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗАЦИОННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ КОМПАНИИ ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕГИОНА**

А.Ю. Павлова, П.В. Лозовик

Научный руководитель – Крошила С.В., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время для поддержания высокой эффективности работы и предоставления качества услуг, компаниям необходимо использовать различные информационные средства, основывающиеся на автоматизированном учете. В настоящее время как мелкие, так и крупные компании с абсолютно варьирующей направленностью производства, продажи или предоставления каких-либо услуг используют широкий ряд автоматизированных систем, каждая из которых имеет свои особенности, необходимые для определенной сферы деятельности. Однако данные программы имеют достаточно узкую специализацию и могут быть удобны для одной компании, но специфичны для другой.

Преимуществами автоматизированных информационных систем являются: процесс сжатия данных находящихся в памяти устройства, сокращение расхода памяти, уменьшение цены на покупку обновленного ПО, а также возможность ведения учета товаров, поставки и их отпуск со склада предприятия, что приводит к улучшению обслуживания в области качества, а также к более точному ведению учета. К основным процессам компании, требующим применения автоматизации, относятся: ведение учета наличия продукции, ведение учета поступления товара, ведение учета проданной продукции. К социально-экономическим показателям, отражающим вклад компании в уровень развития региона, относятся: численность работников, фонд оплаты труда, инвестиционная привлекательность.

Функция «ведение учета наличия продукции» требуется для поддержки управления продукцией, которая уже имеется на складе компании. Данная задача выполняется при помощи того, что в базе данных компании накапливается информация о поставленной продукции, ее поставщиках, а также количестве и ценовой политике.

Функция "ведение учета поступления товара" необходима для устойчивой и непрерывной работы процесса управления продукцией, которая была заказана компанией у поставщика. Данная задача достигается с помощью баз данных компании, в которых находится информация о поставленной продукции, поставщиках, а также цене и количестве.

Функция "ведение учета проданной продукции" нужна для стабильности и рациональности процесса управления продукцией, которая была приобретена потребителем. Достижение обеспечивается с помощью баз данных компании - сбора и анализа информации о реализованной компанией продукции, о запросах поставщиков на данную продукцию и дате ее реализации.

Работа, сделанная в ходе реализации информационной системы, позволяет и руководителям, и специалистам предприятия по-новому взглянуть на процессы управления не только с внутренней деятельности компании, но и с внешней, ориентированной на развитие региона.

## **ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ ЗАКАЗЧИКАМИ. РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ В ДАННОЙ ОБЛАСТИ**

А.А. Рунцо

Научный руководитель – Дмитриева Т.А., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается ряд вопросов по проектированию информационной системы для повышения эффективности получения готовой продукции, особенностями которой являются следующие: оформление заявки на получение готовой продукции, получение сведений о готовности заказа и СМС рассылка о возможности приезда на предприятие за продукцией [2, 4].

Исходя из того, что существуют проблемы, которые негативно сказываются на взаимоотношениях с потенциальными потребителями продукции промышленных предприятий и снижают их конкурентоспособность [1]. Поэтому необходимо уделять внимание обслуживанию клиентов на должном уровне. Так, разрабатываемая информационная система будет отвечать всем требованиям потребителей.

Выявляются и описываются информационные системы, используемые на предприятии. Среди них можно выделить следующие: 1С:ERP Управление предприятием, система управления складом «Vector». Рассмотрены преимущества, недостатки и возможности приведенных систем.

Так как существующие автоматизированные системы ЗАО «МПК «КРЗ» обладают неполными функциями необходимыми для заказчиков, разрабатываемая информационная система будет более эффективна для предприятия [3]. Рационально сформированная система оповещения необходима для того, чтобы предприятию удерживать постоянных клиентов продукции, повысить привлекательность среди новых потенциальных потребителей, создать благоприятные отношения к предприятию.

Была разработана база данных по предметной области. Разработка базы данных производилась с СУБД Microsoft Office Access 2010 года. При анализе предметной области было решено выделить следующие сущности: покупатель, заказ, сотрудник, товар, состав заказа и тип. Разработка информационной системы осуществлялась в программном продукте «1С:Предприятие».

Исходя из всего вышесказанного, разрабатываемая информационная система позволит увеличить заказы предприятия, сделать их более удобными для клиентов. Потребители больше не будут сталкиваться с проблемами выдачи готовой продукции на предприятии.

### *Библиографический список*

1. Петрушенкова Т.М. ЗАО «МПК «КРЗ». 55 лет вместе с отраслью и страной. – М.: Издательство «ЮнионПринт», 2017. – 24 с.
2. Петрушенкова Т.М. ЗАО «МПК «КРЗ». Золотой юбилей. 50 лет успешной работы. – М.: Издательство «ЮнионПринт», 2012. – 103 с.
3. Петрушенкова Т.М. Многоотраслевая производственная компания «КРЗ». – М.: Издательство «ЮнионПринт», 2012. – 16 с.
4. Официальный сайт ЗАО «МПК «КРЗ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.krz.ru>. Дата обращения: 03.03.2020 г.

## **КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОНСАЛТИНГОВОЙ КОМПАНИИ**

Ю.В. Шигина

Научный руководитель – Бубнов С.А., канд. физ.-мат.наук, доцент

На пути развития любой коммерческой организации рано или поздно возникает необходимость наращивания объёмов продаж, повышения производительности труда, устранения «узких мест». Как правило, наиболее эффективным способом достижения этих целей признаётся автоматизация отдельных бизнес-процессов, либо перевод всей деятельности организации в единую информационную систему.

Сфера консалтинговых услуг специфична. Ей присущ короткий цикл продаж, определённость потребностей клиента, неоднородность оказываемых услуг, высокая степень зависимости между профессионализмом сотрудников и повторными продажами. Очевидно, что автоматизация деятельности консалтинговой компании должна производиться с учётом данных особенностей.

Одним из вариантов автоматизации консалтинговой деятельности является внедрение существующих CRM-систем (например, AmoCRM, Битрикс24). Однако данные системы в большей степени подходят организациям, работающим в сфере массовых продаж в нескольких сегментах рынка, и обладают избыточным для консалтинговой компании набором функций (мультиворонки продаж, интеграция с социальными сетями, каталоги товаров и т.п.). При этом комплексная автоматизация внутренних бизнес-процессов с помощью CRM-систем существенно ограничена, аналитика и отчёты малоинформативны.

Данные особенности автоматизации деятельности консалтинговой компании выявляют основные направления для проектирования и разработки программного обеспечения, сопровождающего её основные бизнес-процессы.

Среди основных потребностей пользователей информационной системы консалтинговой компании можно выделить следующие:

- а) мониторинг хода оказания услуги;
- б) унификация и структуризация данных о клиентах, заданиях;
- в) наглядная статистика деятельности организации в различных аналитических разрезах;
- г) точный учёт реализации и оплаты;
- д) оформление бухгалтерских документов;
- е) получение данных о выработке работников для расчёта заработной платы;
- ж) электронный документооборот.

Для целей удовлетворения обозначенных потребностей была спроектирована информационная система, позволяющая систематизировать все действия её пользователей и структурировать массив информации, обрабатываемой сотрудниками консалтинговой компании. При этом система поддерживает функции согласования условий договора с руководителем, ведения расписания встреч, категоризации заданий, ограничение количества закреплённых за одним консультантом заданий, а также формирования гибко настраиваемых отчётов.

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТОИМОСТИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА АВТОДОРОГ**

М.В. Серкова и А.В. Учасова

Научные руководители: Макаров Н.П., канд. техн. наук, доцент,  
Бубнов А.А., канд. физ-мат. наук, доцент

Одной из основных проблем при капитальном ремонте автодорог является задача определения стоимости строительства автомобильной дороги. Автомобильная дорога – объект транспортной инфраструктуры, предназначенный для движения транспортных средств [1]. На значение цены капитального ремонта автодорог оказывает большое влияние множество условий: геометрические характеристики; стоимость используемых строительных материалов; прочность конструкции дорожной одежды; рельеф местности; природно-климатические и инженерно-геологические условия строительства; наличие застройки территории; число пересечений и примыканий.

Рассмотрим подробнее параметр стоимости используемых строительных материалов. Рынок дорожных материалов в России непосредственно зависит от состояния дорожной одежды в стране, но это не единственный критерий ценообразования. Например, в 2009 г. по причинам, связанным с финансовым кризисом, произошло сокращение финансирования отрасли экономики дорожного строительства, вследствие чего упали продажи нефтебитума и асфальта на 28,8% относительно предыдущего года [3]. Это повлекло снижение объемов производства описанных выше материалов в России на 35%. Изменение государственной политики, падение курса рубля, пандемия, экономическая стагнация, кризисы, инфляция, падение цен на нефть, санкции – эти и другие глобальные причины оказывали влияние на ценообразование асфальта и нефтебитума в России последние 10 лет. Также следует учитывать локальные причины: резкое изменение погодных условий, проблемы с поставкой комплектующих, выход техники из строя и многие другие.

Одним из методов решения проблем прогнозирования и учета описанных факторов является создание нейронной сети. По сравнению с другими методиками учета и прогнозирования нейронные сети имеют ряд существенных преимуществ, таких как: моделирование линейной зависимости с использованием большого числа переменных; обучение на примерах; распознавание более глубоких, иногда неожиданных закономерностей данных; потенциальное сверхвысокое взаимодействие [2]; адаптивное к изменениям окружающей среды.

Таким образом, с учетом большого разнообразия природы факторов, влияющих на ценообразование дорожно-строительных материалов, а также быстрой динамики их изменения, применение нейронной сети является наиболее удобным подходом, позволяющим обеспечить высокую точность прогнозирования.

### *Библиографический список*

1. Федеральный закон от 08.11.2007 №257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;

2. Деркач Р. К. Значимость информационных систем в деятельности современного предприятия // Молодой ученый. — 2015. — №10. — С. 616-618;

3. Анализ рынка асфальта и нефтебитума в России в 2006-2010гг, прогноз на 2011-2015гг// Магазин исследований. — 2011 — С. 120.

## **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ КОНТРАГЕНТОВ КРЕДИТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

Ю.А. Горбатова

Научный руководитель – Крошила С.В., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время кредитные организации претерпевают постоянные изменения во внутренних процессах, в связи с чем имеется необходимость оптимизации этих процессов с целью проверки надежности контрагентов. Такая необходимость обусловлена процедурами кредитной организации и законами государства, например, Федеральным законом от 07.08.2001 № 115-ФЗ «О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма», в рамках которого осуществляется проверка клиентов.

Для того чтобы сформулировать требования к нашей собственной системе, необходимо проанализировать существующие информационные системы. Выделим основные черты, объединяющие данные информационные системы: сведения о названии, адресе, регистрационном номере юридического лица; систематическое обновление информации с возможностью проверки даты обновлений и т.д.

Мы можем сформулировать следующие требования к разрабатываемой системе: последовательность данных, актуальность информации, проверяемость, соответствие российскому законодательству.

Система создается только для внутреннего пользования сотрудниками банка и доступ к ней должен иметь ограниченный круг лиц, поскольку в данной системе содержится конфиденциальная информация. Таким образом, для входа в систему необходимо установить пароль с целью защиты данных от несанкционированного доступа.

### *Библиографический список*

1. Банковское дело: учебник / под ред. Е.Ф. Жукова, Н.Д. Эриашвили. – М.: ЮНИТИ-ДАНА. 2015. – 687с.

2. Ровенский Ю.А., Русанов Ю.Ю. Банковский менеджмент: учебник /Ровенский Ю.А., Русанов Ю.Ю. – Москва: Оригинал макет, 2017. - 480 с.

3. Генкин А.С., Соломатин В. Ф. Информационно-аналитическая система комплексной оценки деятельности кредитных организаций. Российский патент 2017 года по МПК G06Q40/00. [Электронный ресурс] Режим доступа:<https://patenton.ru/patent/RU2621417C1>.

# ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ НЕЧЕТКИХ ОБЛАСТЯХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ МНОЖЕСТВЕННОГО ВЫБОРА АЛЬТЕРНАТИВ

Е.И. Кузнецов

Научный руководитель – Коротаев А.Н., канд. техн. наук, доцент

Пусть для всех  $n$  критериев, определенных ЛПР, определена нечеткая шкала, представляющая собой множество вероятных значений критерия, набор нечетких чисел, разделенных на нечеткие последовательности (1), заданных функцией принадлежности.

$i$  – номер критерия ( $i=1..n$ ),

$S_i$  – шкала  $i$ -го критерия,

$q_i$  – число последовательностей в шкале  $S_i$ ,

$$S_i = \{t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{iq_i}\}, \quad (1)$$

где  $t_{ij}$  – нечеткая последовательность шкалы критерия.

Поскольку последовательности являются нечеткими, то существует их пересечение друг с другом.

Строится нечеткое пересечение всех пар последовательностей и вычисляется максимальная площадь пересечений, нормированная по объединенной площади последовательностей.

При этом важно, чтобы в области определения критерия не было значений, не принадлежащих последовательностям. Для этого необходимо для всех последовательностей найти функцию принадлежности объединения и определить крайние границы на области определения критерия, которые сравниваются с заданными константами  $\alpha$  и  $\beta$ . Таким образом, необходимо выполнение условия (2):

$$\forall_i : \varepsilon_i \leq \alpha, \zeta_i \geq \beta. \quad (2)$$

В заданных шкалах разделяется критериальное пространство на области, представляющие собой комбинации значений последовательностей. Необходимо указать степень предпочтений ЛПР для всех областей. Но последовательности покрывают большие области критериального пространства, вследствие этого нечеткий уровень предпочтений задаётся лишь для некоторых элементов этого множества.

Результирующее нечеткое предпочтение альтернативы будет получено путем объединения нечетких предпочтений всех областей, а затем будет построена результирующая функция принадлежности для альтернатив.

Затем определяется нечеткое отношение доминирования альтернатив. Если количество сравниваемых альтернатив велико, выполняется дефазификация оценок предпочтений. Производится упорядочивание альтернатив с посчитанными четкими оценками предпочтений.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАДАЧ КЛАССИФИКАЦИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ**

О.А. Кельцына

Научный руководитель – Бубнов С.А., канд. физ.-мат. наук, доцент.

Задачи классификации и прогнозирования имеют сходства и различия. Рассмотрим их и приведем сравнительный анализ этих задач.

Классификация – это отнесение по определенному принципу объектов к различным классам. У каждого объекта есть набор характеристик, которые отличают его от других объектов и по которым каждый объект можно отнести к подходящему классу.

Рассмотрим на примере задачу классификации. Есть два рекламных предложения: кредит на большую сумму и кредит на небольшую сумму. Известна информация о клиентах банка – их возраст и доход. Необходимо на основе известных данных (доход и возраст клиентов) определить, какое из двух предложений отправить каждому клиенту. Задача классификации заключается в следующем: необходимо определить, к какому классу относится каждый клиент банка и, соответственно, какое предложение ему необходимо выслать.

Таким образом, прогнозирование дохода, который принесет этот клиент банку в будущем году, будет решением задачи прогнозирования, а определение класса, к которому относится клиент, является решением задачи классификации. Рассмотрим задачу прогнозирования подробнее.

Под прогнозированием понимают научное исследование, которое направлено на то, чтобы выявить перспективы развития явления или процесса. Цель прогнозирования заключается в предугадывании состояния объекта и будущих событий на основе ретроспективных данных. Главная функция прогнозирования состоит в проведении анализа различных экономических и социальных тенденций, а также в предсказании новых экономических явлений и выявлении возможных экономических проблем.[1]

Прогнозирование позволяет уменьшить риск принятия неверных, необоснованных решений.

Таким образом, задачи прогнозирования и классификации имеют сходства, которые заключаются в том, что при решении этих задач этап построения модели происходит в два этапа. Модель, которая строится на основе обучающей выборки, используется для предугадывания неизвестных значений зависимой переменной. Основное различие задачи прогнозирования и задачи классификации заключается в следующем: задача прогнозирования предсказывает неизвестные числовые значения зависимой переменной, в то время как задача классификации предсказывает класс зависимой переменной.

1. Новикова Н.В., Поздеева О.Г. Прогнозирование национальной экономики: Учебно-методическое пособие. - Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2007. – 107 с.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ФОРМИРОВАНИЯ АНСАМБЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ ДАННЫХ**

О.А. Кельцына

Научный руководитель – Бубнов С.А., канд. физ.-мат. наук, доцент

Для достижения наилучшего результата при решении задач интеллектуального анализа данных часто применяется несколько моделей, в таком случае интересуют результат работы не каждой отдельной модели, а результат, который дает совокупность моделей, которая называется ансамблем моделей.

К настоящему времени разработано множество различных методов и алгоритмов формирования ансамблей, среди них наибольшее распространение получили такие методы, как бэггинг, бустинг. Рассмотрим их и в результате выполним сравнительную характеристику этих методов.

Бэггинг формирует набор моделей, которые комбинируются путем голосования или усреднения. В основе работы бэггинга лежит технология, которая называется «Возмущение и комбинирование». В бэггинге на основе исходного множества данных путем случайного отбора формируется несколько выборок (путем случайного отбора из исходного множества данных). Далее на основе каждой выборки строится модель, и результаты всех моделей сводятся к одному путем голосования или усреднения результатов.

Еще одной часто применяемой и эффективной моделью формирования ансамбля является бустинг. Алгоритм бустинга заключается в последовательном построении ансамбля моделей, путем улучшения результата классификации каждой следующей модели.

По сравнению с бэггингом бустинг – более сложный алгоритм, но наиболее эффективный. Как и бэггинг, бустинг использует неустойчивость алгоритмов обучения и создает ансамбль на основе одного исходного множества. Но если в бэггинге модели строятся независимо друг от друга, одновременно, то в бустинге каждая новая модель строится на основе результатов ранее построенных моделей (то есть модели создаются поочередно). Бустинг создает новые модели таким образом, чтобы они дополняли ранее построенные, выполняли ту работу, которую другие модели сделать не смогли на предыдущих шагах. Так же в отличие от бэггинга в бустинге всем построенным моделям в зависимости от их точности присваиваются веса.

Таким образом, был проведен сравнительный анализ двух современных и эффективных алгоритмов формирования ансамбля. Бустинг и бэггинг обладают рядом преимуществ и предоставляют весьма точные результаты. Оба алгоритма имеют сложную структуру построения и, соответственно, перед выбором каждого алгоритма для решения той или иной задачи интеллектуального анализа данных следует учитывать временные затраты на вычисления.

## АНАЛИЗ НЕДОСТОВЕРНОСТИ ТЕКСТА

Н.И. Стерлюкин

Научный руководитель – Коротаев А.Н., канд. техн. наук, доцент

Во-первых, нам нужно получить значение эмоционального окраса текста. Формализуя, мнение автора можно представить вот так:

$$(O, A^i, S^i, H, T),$$

Рис.1 – Представление мнения автора о тексте

- O – объект, по отношению к которому автор выражает мнение;
- $A^i$  – i-ый аспект объекта;
- $S^i$  – тональность мнения по отношению к i-му аспекту;
- H – автор мнения;
- T – время выражения мнения.

Обобщённая задача эмоционального анализа текста – обнаружение в тексте всех мнений.

Далее происходит генерация аспектных терминов – выявление для каждого объекта аспектных категорий (например, для объекта программное обеспечение, аспектные категории – стоимость, количество ошибок при работе, масштабируемость). В свою очередь объект масштабируемость имеет аспектные категории – язык написания, количество сервисов и т.д.

На этом этапе мы получаем для каждого анализируемого термина список наиболее близких к нему терминов (например, в количестве 5 штук). Далее их объединяем и получается поколение. С ростом порядкового номера поколение может быть более “загрязнено”, поэтому количество терминов может увеличиваться. Далее полученные поколения анализируются по таблице эталонных выражений тональности. Так формируется эмоциональный рейтинг текста.

При составлении итогового рейтинга также учитывается номер поколения, в котором было данное слово, т.к. чем меньше поколение – тем более точно осуществляется подсчёт.

После этого мы имеем эмоциональный рейтинг текста. Недостоверность информации, содержащейся в статье, далее уже будет анализироваться, исходя из этого рейтинга (сильно положительные или сильно отрицательные статьи, скорее всего, являются недостоверными). Кроме того анализируются такие данные, как дата публикация, наименование СМИ, ФИО автора.

## **ВЫБОР МОДЕЛИ ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

А.В. Кузнецов

Научный руководитель – Каширин И.Ю., д-р техн. наук, профессор

В докладе рассматриваются распространённые модели данных для информационных систем, их особенности и места применения. При выборе подходящей модели данных необходимо правильно оценивать возможности рассматриваемой модели данных с точки зрения требующегося функционала. Модели базы данных делят на:

- Иерархическую;
- Сетевую;
- Реляционную;
- Объектно-ориентированную.

Так как в разрабатываемой информационной системе будет храниться информация по основной деятельности предприятия, выбор пал на реляционную модель базы данных, как наиболее подходящую. Это связано с тем, что в реляционной модели достигается куда более высокий уровень абстракции данных, чем в иерархической или сетевой.

Реляционная модель предоставляет средства описания данных на основе только их естественной структуры, т.е. без потребности введения какой-либо дополнительной структуры для целей машинного представления [1]. Следовательно, представление данных не будет зависеть от способа их физической организации. Это стало возможным из-за использования математической теории отношений (само название "реляционная" происходит от английского relation - "отношение").

При моделировании предметной области на основе реляционной модели данных, необходимо разбить её на несколько локальных областей и моделировать каждое такое представление отдельно, после чего объединить их. Все компоненты такого представления моделируются только одним конструктивным элементом, дабы не создавать избыточности данных.

Удобством использования реляционной модели данных, является представление хранящихся данных в виде таблиц. В такой таблице строки соответствуют кортежам, а каждая строка представляет собой описание одного объекта реального мира, характеристики которого содержатся в столбцах.

Информацию о проекте оформляют путём составления спецификации по трём её конструктивным элементам – сущностям (прямоугольники), атрибутам (овалы) и связям (ромбы).

В ходе исследования были рассмотрены распространённые модели базы данных и выбрана наиболее подходящая предметной области.

1. Кодд Е.Ф., Модель «сущность-связь» - шаг к единому представлению данных. Журнал "СУБД" №3, 1995 г.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА КЛАССИФИКАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ**

А.В. Ломаков

Научный руководитель – Соколова Ю.С., канд. техн. наук, доцент

Классификация – самая часто встречающаяся задача машинного обучения. Признаки, содержащиеся в данных, которые используются в классификационных моделях, определяют «язык», на котором описываются объекты предметной области [1].

Понимание видов признаков позволяет не возвращаться к самим объектам предметной области, поэтому признаки играют важную роль в машинном обучении. Многие задачи можно представить в виде отображения исходных данных на результаты. Такое отображение, или модель, само является результатом алгоритма машинного обучения, примененного к обучающим данным [2]. Благодаря успешно обработанным признакам набора данных удастся повысить качество классификационных моделей, в результате чего получаются качественные алгоритмы.

В докладе рассматривались следующие широко применяемые способы обработки признаков:

1. Фиктивные переменные (dummy variables) - концепция, довольно часто используемая для перевода категориальных признаков в числовые. Суть концепции заключается в том, что для каждой категории признака, например, для каждого цвета создается отдельная переменная, которая может быть равна единице, если объект содержит данный цвет и нулю – если нет. Dummy variables позволяет преобразовать категориальный признак в набор булевых, по одному для каждого значения категориального признака. Это необходимо, если модель не приспособлена к работе более чем с двумя значениями признака.

2. Создание новых признаков (feature engineering) - концепция, которая характеризуется созданием новых столбцов с данными с использованием информации, содержащейся в других столбцах набора данных.

3. Масштабирование признаков (feature scaling) - широко используемая концепция в случае, когда входные числовые атрибуты имеют очень разные масштабы. Существуют два распространенных способа обеспечения того же самого масштаба у всех атрибутов: масштабирование по минимаксу (min-max scaling) и стандартизация (standardization).

Следует отметить, что рассмотренные подходы к повышению качества классификационных моделей имеют свои достоинства и недостатки, поэтому целесообразность их применения определяется в каждом конкретном случае, который зависит от таких параметров, как: вычислительная мощность машины, состав выборки и т.д.

### *Библиографический список*

1. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / пер. с англ. А. А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 400 с.

2. Жерон, Орельен. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем. Пер. с англ. - СПб.: ООО "Альфа-книга": 2018. - 688 с.

# **ВЫЯВЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К РАЗРАБОТКЕ ПО ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ГЕНЕРАЦИИ ШАБЛОНА РАБОЧИХ ПРОГРАММ СОГЛАСНО СТАНДАРТАМ ФГОС ВО 3++**

В.М. Лукьянова

Научный руководитель – Дмитриева Т.А., канд. техн. наук, доцент

Система современного образования в России требует от преподавателей не только проведения учебных занятий со студентами, но и подготовки различных документов, в том числе рабочих программ дисциплин (РПД), в соответствии с Государственным образовательным стандартом. Достаточно много времени уходит не только на содержательную разработку материала, но и на оформление самого документа. При этом требования к оформлению РПД постоянно меняются, что требует от преподавателей оперативной переработки материалов.

Цель разработки программного обеспечения - автоматическая генерация шаблона рабочих программ, на основе пакета нормативных документов, которые для этого необходимы.

В открытом доступе существует множество вариантов конструкторов рабочих программ. Но большинство из них не поддерживают действующий стандарт ФГОС ВО 3++. Другие же конструкторы являются частными разработками и предназначены для узкого использования (для одного предмета)[1].

В рамках научной работы был проведен анализ существующих конструкторов для создания рабочих программ, с целью выявления требований к разработке собственной программы.

Основные требования к программному обеспечению:

1. Нормативное обеспечение (положения, стандарты, приказы). Программное обеспечение должно быть разработано согласно стандартам ФГОС ВО 3++[2].

2. Программное обеспечение должна иметь возможность работать с внешними файлами, которые были созданы в других программах.

3. Два уровня пользователей: пользовательский и уровень администратора. Определить роли и функции каждого пользователя.

4. Гибкость. При изменении стандартов, администратор должен скорректировать программное обеспечение.

В ходе исследования был проведен анализ существующих программных решений. Были учтены все недостатки и достоинства, имеющихся в открытом доступе решений. По итогу был составлен и рассмотрен полный список требований, который необходим для разработки программного обеспечения для автоматизированной генерации шаблона рабочих программ.

## *Библиографический список*

1. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: Межвуз. сб. науч. тр. / Под ред. А.Н. Пылькина – Рязань: Издательство ИП Коняхин А.В. (BookJet), январь 2020. – 94 с.

2. ФГОС ВО ФГОС ВО 3++: новые требования к образовательным программам. Коломенская А.Л.

## МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ГРАДИЕНТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

К.П. Мамонов

Научный руководитель – Белов В.В., д-р техн. наук, профессор

Целью улучшения изображения является такая обработка изображения, которая дает определенный результат, подходящий к конкретному применению. В связи с этим методы улучшения изображений в значительной степени являются проблемно ориентированными.

Большинство методов для улучшения изображений делится на две группы: методы обработки в пространственной области (пространственные методы) и методы обработки в частотной области (частотные методы) [1]. В данной работе мы рассмотрим пространственный метод улучшения изображений с использованием первых производных.

Градиентное изображение - это векторное изменение яркости или цвета в изображении. Градиент можно назвать одним из главных элементов при обработке изображений. Так, оператор кэнни использует градиент для распознавания краёв изображения. В графическом программном обеспечении для улучшения цифровых изображений определение градиента цвета тоже используется для определения постепенного перехода цвета, которое можно рассматривать как градацию от низких до высоких значений [2].

При обработке изображений с использованием градиентов первые производные рассчитываются с помощью модуля градиента. Для функции  $f(x, y)$  градиент  $f$  в точке  $(x, y)$  находится как 2-мерный вектор столбец:

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Тогда модуль вектора определяется следующим образом:

$$\nabla f = |\nabla f| = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2} = \left[ \left( \frac{\partial f}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial f}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2}. \quad (2)$$

Величина вычислений, требуемая для обработки полного изображения по формуле (2), довольно большая, поэтому не редко лучшим способом расчета является приближение значения модуля градиента суммой модулей отдельных компонентов:

$$\nabla f \approx |G_x| + |G_y|. \quad (3)$$

Эта формула быстрее при расчетах, она также сохраняет относительные изменения в уровнях яркостей, но свойство изотропности не сохраняется.

Градиент нередко применяется при техническом контроле, для помощи при обнаружении дефектов, или используется для предварительной обработки при осуществлении автоматизированного контроля.

### Библиографический список

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Издание 3-е, исправленное и дополненное М.: Техносфера. 2012. 1104 с.
2. Шапиро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение. М.: Бином. Лаборатория знаний. 2006. 763 с.

## **АНАЛИЗ РЫНКА ПРОГРАММ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТЬЮ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

М.Э. Мерзлякова

Научный руководитель – Смирнов Е.В., канд. экон. наук, доцент

В докладе рассматривались существующие на данный момент времени информационные системы на рынке, применяющиеся для управления затратами на предприятиях. Так же была рассмотрена динамика компаний на рынке данного сегмента.

Рынок информационных систем – система правовых и экономических отношений в сфере торговли на коммерческой основе, результатом чего является продукт интеллектуального труда [1].

Довольно много компаний сталкиваются с трудностями в расчетах производственных затрат, не имея современных инструментов для управления и планирования производством, бизнес-аналитики. Управление себестоимостью продукции на предприятии осуществляется с помощью анализа ее составляющих. Данные проблемы решаются путем внедрения актуальных информационных технологий и с помощью модернизации устаревших ИТ.

Структура российского ИТ-рынка постоянно меняется. Происходит разработка и утверждение стратегий цифровой автоматизации. В 2019 г. они появились у нескольких крупных корпораций в качестве отдельных документов. Среди таких: РЖД, «Россети», ФСК ЕЭС, «КАМАЗ» и др.

10.07.2018 г. IDC были представлены результаты исследований российского рынка ПО ИС управления предприятием (ИСУП). Исходя из полученных данных, объем рассматриваемого рынка увеличился в 2017 г. на 29,6% (в долларовом выражении) (\$819,27 млн.), в рублях - 12,8%. Главными лидерами рынка являются компании SAP и 1С. Более 80% расходов организаций на ПО ИСУП приходится на данные компании. SAP завершила 2017 г. с лучшими показателями в РФ за последние 5 лет. В итоге рост выручки SAP - 33,2% (в долл. США) и 16% (в руб.). Объем продаж 1С вырос на 30% (в долл. США) и 13,2% (в руб.).

Рассмотрим некоторые программы для управления затратами:

- Российские: 1С; Контур Корпорация; «Галактика». КИС «Галактика»; «ПАРУС»; КИС: Бюджетирование; «Красный директор» и др.;
- Зарубежные: Navision; SAP; Oracle Financial Analyzer; Hyperion Solutions; Adaytume.Planning; Vplan и др.

Главными потребителями в области ПО ИСУП являются производственные предприятия и организации розничной торговли. Предприятия внедряют новые технологии, чтобы увеличить эффективность и безопасность производства, организации изменяют свои бизнес-модели под растущий объем онлайн-продаж.

ИС для управления ресурсами предприятий и организаций являются самым динамичным и крупнейшим сегментом рынка ПО ИСУП [2].

### *Библиографический список*

1. Обзор рынка информационных систем в России [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://ura5.ru/biblioteka/tehicheskie/obzorgynka-informacionnyh-sistem-v> (Дата обращения: 04.04.2020).

2. Управление себестоимостью с использованием современных ERP систем [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <http://asapcg.com/solutions/upravlenie-sebestoimosti/> (Дата обращения: 04.04.2020).

## **РАЗРАБОТКА ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССОРА ДЛЯ CALL-ЦЕНТРА КОММЕРЧЕСКОГО ON-LINE БАНКА**

П.А. Самотаев

Научный руководитель – Каширин И.Ю., д-р техн. наук, профессор

Естественно-языковые средства общения человека с ЭВМ постоянно развиваются [1] и являются наиболее приоритетными для создания пользовательского интерфейса различных информационных систем.

В основе таких систем лежит лингвистический процессор, который строит функциональную модель естественного языка. Т.е. Лингвистический процессор - это компьютерная система, для которой основной задачей является извлечение смысла из предложения (текста) на естественном языке и интерпретация его определенным набором формальных средств, понятных машине [2].

Лингвистический процессор, есть преобразователь, имеющий три уровня представления информации: морфологический, синтаксический и семантический. Обработка текста обладает свойствами иерархической системы. Сначала производится морфологический анализ, сутью которого является анализ слов в предложении (тексте) и описанием морфологических характеристик присущих этим словам. За ним следует синтаксический анализ, он описывает связи между лексемами и их грамматические характеристики. Третий этап – синтаксический анализ. На данном этапе выделяются семантические отношения, тем самым формируется семантический граф представления текста.

У лингвистического процессора есть две фазы работы: анализ и синтез. На фазе анализа происходит декомпозиция ЕЯ текста в понятный для машины. А на фазе синтеза происходит обратный процесс. Эти процессы выполняются в компонентах лингвистического процессора – анализаторах. Их так же три, как и уровней представления информации.

Получается, для построения ЛП, нужно сделать:

Формальные языки для записи предложений на трех уровнях представления, формальную структуру предложения на трех уровнях, набор правил для преобразования уровней представления информации между ними, морфологический, синтаксический и семантический словари.

### *Библиографический список*

1. Лингвистический процессор для информационно-поисковой системы. Андреев А.М., Березкин Д.В., Брик А.В. Компьютерная хроника N11, 1998.

2. Апресян Ю.Д., Богуславский И.М., Иомдин Л.Л. и др. Лингвистический процессор для сложных информационных систем/Ю.Д. Апресян, И.М. Богуславский, Л.Л. Иомдин и др. – М.: Наука, 1992. – 256 с.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ**

М.А. Соловов

Научный руководитель – Дмитриева Т.А., канд. техн. наук, доцент

Актуальность данной темы исследования обоснована тем, что в настоящее время часто встречается проблема эффективного использования тех или иных ресурсов в самых разных организациях и предприятиях. Чтобы обеспечить конкурентоспособность, необходимую производительность и качество работы, необходимо прибегнуть к комплексному анализу деятельности организации.

Требования для коммерческих и некоммерческих организаций с каждым годом только растут, а получаемых или предоставляемых ресурсов зачастую недостаточно на реализацию дальнейших планов и перспектив, из-за чего приходится выявлять «слабые» места в работе и исправлять их, а без выбора или разработки определенного метода оценки будет очень трудно прийти к каким-либо конкретным результатам (особенно крупным организациям и компаниям).

Исходя из вышесказанного, можно сформулировать проблематику исследования – анализ и сравнение методов оценки эффективности работы организации.

Задача исследования – выявление лучшего из представленных методов.

Было проведено сравнение пяти систем оценки эффективности: модель сбалансированной системы показателей Лоренса Мейсела, EconomicValueAdd - EVA, пирамида эффективности К. МакНейра, Р.Ланча и К.Кросса, EP2M (EffectiveProgressandPerformanceMeasurement) Кристофера Адамса и Питера Робертса, Balanced Scorecard System, BSC (система сбалансированных показателей - ССП) Нортон Каплана.

Была составлена сводная таблица сравнения по нескольким критериям оценки, одним из которых был «Применение в некоммерческой/государственной сфере».

По результатам сравнения было установлено, что лучшей из представленных систем оценки эффективности является Balanced Scorecard System, BSC (система сбалансированных показателей) Нортон Каплана. Стоит отметить, что эта система применяется в Российской Федерации (на основании 193 указа президента) для оценки эффективности деятельности высших должностных лиц субъектов РФ и деятельности ЦИОГВ субъектов РФ.

### *Библиографический список*

1. Каплан, Р.С. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию: Пер. с англ. / Р.С. Каплан, Д.П. Нортон. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2003, – 214 с.
2. Нивен Пол Р. «Сбалансированная система показателей для государственных и неприбыльных организаций» - Днепропетровск: Баланс Бизнес Букс, 2005 - 322с.

# **ОБЗОР ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ЛИНИЙ СТЫКОВКИ ФРАГМЕНТОВ МОЗАИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

М.М. Егин

Научный руководитель – Кузнецов А.Е., д-р техн. наук, профессор

В докладе рассматриваются подходы к оценке качества результатов работы алгоритмов поиска линий стыковки мозаичных изображений (мозаик) земной поверхности. Алгоритмы поиска могут быть обобщены выполнением последовательности шагов: 1) расчет из набора изображений в области пересечения функции целесообразности проведения линии совмещения — стоимостной функции; 2) выполнение поиска линии совмещения на основе полученной функции.

Подходы к оценке качества полученных линий стыковки могут быть разделены на две группы: основанные на сопоставлении исходного фрагмента мозаики и соответствующего ему изображения в мозаичном изображении [1,2]; основанные на анализе полученной линии совмещения [3,4].

К первой группе относятся: отношение сигнал/шум, значение среднеквадратичной ошибки и индекс структурного сходства; ко второй – длина линии совмещения в пикселях, сумма значений стоимостной функции для элементов вдоль линии совмещения.

Подходы первой группы применяются при уточнении взаимного расположения совмещаемых снимков между собой.

Длина линии совмещения зачастую является ключевым фактором при сравнении результатов работы алгоритмов поиска линий стыковки. В общем случае, длина линии совмещения должна быть минимальна, но при обработке снимков городской местности, ограничение на длину линии совмещения может привести к увеличению числа пересечений явных объектов. На длину линии влияет как стоимостная функция, так и сам метод поиска.

Сумма значений стоимостной функции для элементов вдоль линии совмещения должна быть минимальна. Большое значение стоимостной функции в некотором элементе говорит о наличии явного объекта в области, и то, что метод поиска не должен его пересекать, если в его окрестности есть элемент с меньшим значением.

## *Библиографический список*

1. A. Bevilacqua, A. Gherardi, F. Piccinini. Quantitative quality assessment of microscopic image mosaicing. // In proc. Of International Conference on Biological Science and Engineering (ICBSE 2010). – т. 47. – 2010 – с. 283-286.
2. S. Ait-Aoudia Satellite and Aerial Image Mosaicing. A Comparative Insight // 16th International Conference on Information Visualisation. IEEE – 2012.
3. C. Bielski, J. Grazzini, P. Soille. Automated morphological image composition for mosaicing large image data sets // IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium – 2007 – с. 4068-4071.
4. L. Li. Optimal seamline detection for multiple image mosaicking via graph cuts // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing – 113 – 2016 – с. 1-16.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ УДАЛЕННОЙ РАБОТЕ**

О.Л. Желтиков

Научный руководитель – Каширин И.Ю., д-р техн. наук, профессор

В докладе поднимается тема обеспечения информационной безопасности при удаленной работе. Удаленный доступ подразумевает доступ к офисным файлам, учетным записям, к различным серверным, облачным приложениям и другим сервисам посредством сети Интернет.

Статистика кибератак за последние два года наглядно показывает наиболее подверженные атакам отрасли деятельности, а также типы данных, на которые производятся атаки. [5]

Рассмотрены следующие технологии обеспечения удаленной работы: «Проброс портов» и VPN. Для каждого вида приведены способы их устранения такие как: «Remote Desktop Gateway», «Web Application firewall» и использование «Демилитаризованной зоны» [1, 2].

В рамках доклада приводится ряд принципов для организации информационной безопасности при удаленной работе организации. Предлагается использовать следующие принципы: обучение сотрудников основам информационной безопасности; мониторинг и установка всех обновлений сервисов; шифрование жестких дисков; уменьшение использования личных устройств [3].

Для улучшения информационной безопасности рекомендуется использование компонент антивирусного ПО. В частности, анализ поведения программ, который обеспечивает системный мониторинг, с целью остановить выполнение программы при несанкционированных действиях, а также защиту от вредоносного вторжения, которое позволяет разделить программы и сервисы на категории по степени ограничения действий и указать защищаемые ресурсы. Для обеспечения информационной безопасности рассматривается внедрение DLP систем, которые позволяют назначать каждому пользователю политики ограничений. Такие ограничения позволяют контролировать действия клиента, тем самым обеспечить защиту предоставляемых в открытую сеть сервисов организации [4].

### *Библиографический список*

1. С. А. Жуматий, К. С. Стефанов. Суперкомпьютеры: администрирование: учебное пособие. – Москва.: Макс Пресс, 2018.

2. Компьютерные сети и службы удаленного доступа: Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс.

3. Информационная безопасность: защита и нападение. – М.: ДМК Пресс, 2012.

4. Защита от утечек конфиденциальной информации. [Электронный ресурс]. Режим доступа [http://itzashita.ru/wp-content/uploads/2012/11/podborka\\_statej\\_DLP.pdf](http://itzashita.ru/wp-content/uploads/2012/11/podborka_statej_DLP.pdf), свободный (14.04.20).

5. Актуальные киберугрозы 2019 [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://www.ptsecurity.com/upload/corporate/ru-ru/analytics/cybersecurity-threatscape-2019-rus.pdf>, свободный (14.04.20).

## **АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ «КОМАНДИРОВОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ»**

М.О. Гукина

Научный руководитель – Крошилин А. В., д-р техн. наук, профессор

В наши дни системы обработки информации и программные средства относятся к продукции производственно-технического назначения. Переход на промышленные принципы производства придает особое значение моделированию, позволяющему исследовать различные задачи, решение которых имеет производственно-хозяйственное значение[1].

Целью информационных системы в основном представляет обработка данных об объектах и предоставление человеку нужной информации о них.

Главной целью системы «Командировочные документы» является:

- повышение достоверности данных (за счет использования корпоративной БД);
- осуществление контролирующих и аналитических функций по учету работников, выбывающих в командировки.

Назначение системы:

- оформление и печать командировочных документов, составленных по унифицированным формам, утвержденным Постановлениями Госкомстата России:
- командировочное удостоверение (унифицированная форма Т-10);
- приказ о направлении работника в командировку (унифицированная форма Т-9);
- служебное задание для направления в командировку и отчет о его выполнении (унифицированная форма Т-10а);
- авансовый отчет (унифицированная форма АО-1);
- учет работников выбывших в командировки[2].

При разработке автоматизированной системы решаются следующие задачи:

- 1) выбор наиболее подходящей архитектуры автоматизированной системы для эффективного решения поставленных задач и удовлетворения предъявляемых требований;
- 2) разработка алгоритмов функционирования автоматизированной системы;
- 3) разработка программного обеспечения системы, реализующего выбранную концепцию

### *Библиографический список*

1. Мухина Е. Р. Процесс документального оформления расчетов с подотчетными лицами в части командировочных расходов / Е.Р. Мухина //Международный научно-исследовательский журнал, 2015.ю № 1(32), ч. 2– 312 с.

2. ТК РФ Статья 168. Понятие служебной командировки

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Д.В. Новинская

Научный руководитель – Проказникова Е.Н., канд. техн. наук, доцент

Интеллектуальный анализ данных (data mining) – это исследование данных, использующее методы искусственного интеллекта и ориентированное на придание системе свойств искусственного интеллекта для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности. Наиболее известная реализация технологий Data Mining – это поисковые системы в Интернете. [1]

Современные системы добычи данных используют основанные на методах искусственного интеллекта средства представления и интерпретации, что и позволяет обнаруживать не очевидную, но весьма ценную информацию. [2]

Алгоритм интеллектуального анализа данных – это набор вычислений и методов, представляющий собой механизм, который создаёт модель интеллектуального анализа данных. Чтобы создать модель, алгоритм анализирует предоставленные данные, осуществляя поиск закономерностей, затем использует результаты этого анализа для выбора оптимальных параметров создания модели интеллектуального анализа данных, после чего эти параметры применяются ко всему набору данных, чтобы выявить подходящие для эксплуатации последовательности и получить подробную статистику.

Создаваемая алгоритмом модель интеллектуального анализа данных, может иметь разнообразные формы:

- математическую модель, составляющую прогнозы продаж;
- дерево принятия решений, которое предсказывает результат и отображает влияние на него различных критериев;
- набор кластеров, описывающих связи вариантов в наборе данных;
- набор правил, показывающих группирование продуктов в транзакции, а также вероятности одновременной покупки продуктов.

Несколько наиболее эффективных алгоритмов data mining:

- C4.5 – строит классификатор в форме дерева решений. Для этого ему необходимо передать набор уже классифицированных данных. Большим достоинством этого метода является простая интерпретация.
- Метод k-средних – это популярная техника кластерного анализа для исследования набора данных. Он создаёт группы с наиболее однородными членами из набора объектов. Его достоинства: высокая скорость выполнения и простота.
- Метод опорных векторов – классифицирует данные по двум классам, используя гиперплоскость. Выполняет те же операции, что и C4.5, но не использует деревья решений. Одной из его слабых сторон является плохая интерпретируемость.
- Алгоритм Apriori ищет ассоциативные правила. Применяется данный алгоритм по отношению к базам данных, которые имеют огромное число транзакций. Алгоритм Apriori легко реализуется и имеет множество модификаций.

•EM-алгоритм – алгоритм максимизации ожиданий для обнаружения знаний. Этот алгоритм прост в исполнении и может делать предположения, относительно отсутствующих данных.

•PageRank – это алгоритм ссылочного ранжирования, разработанный для определения относительной важности объекта, связанного с сетью объектов. Главное достоинство этого метода – надёжность.

Проанализировав научные работы других авторов, можно прийти к выводу, что не существует уникального алгоритма, для решения задач. Каждый алгоритм имеет свои плюсы и минусы, которые следует учитывать, при реализации конкретной цели.

#### *Библиографический список*

1. Мусаев А. Интеллектуальный анализ данных: учебное пособие. А.А.Мусаев – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2018. – 56 с.

2. Михеев А. Алгоритмы интеллектуального анализа данных в информационной системе поддержки удалённого эксперимента – 2013. – № 2 – С. 86.

## **ОБЗОР МЕТОДОВ DATA MINING ДЛЯ АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ ПРОГРАММНОГО КОДА**

И.Ю. Перехода

Научный руководитель - Бубнов А.А., канд. физ.-мат. наук, доцент

DataMining — это своего рода объединение различных прикладных наук, объединенных в единую междисциплинарную область. К этим направлениям относятся как технологии машинного обучения и искусственного интеллекта, так и статистика, теория баз данных и многие другие не менее важные направления.

Кратко рассмотрим некоторые дисциплины.

Статистика представляет собой общность способов сбора и анализа данных для определения закономерностей.

Машинное обучение - весьма молодая дисциплина, которая имеет множество определений, но в общем случае — это процесс получения программой новых знаний.

Искусственный интеллект - научное направление, которое ставит и решает задачи моделирования видов человеческой деятельности. Это направление толкуется как свойство систем брать на себя отдельные функции человеческой умственной деятельности.

Подытоживая, DataMining— это, основанный на поиске в необработанных данных новых знаний, необходимых для принятия решений в любой предметной области.

Перейдём к рассмотрению методов интеллектуального анализа данных, которые подразделяются на несколько групп.

Технологические методы:

1. Метод сохранения данных, при котором производится хранение в явном виде. Эти данные используются на этапах прогностического модели-

рования и анализа исключений. Данный метод включает в себя метод ближайшего и k-ближайшего соседа, кластерный анализ.

2. Метод дистилляции шаблонов. Данный метод подразумевает извлечение информации из исходных данных с последующим преобразованием в некоторые формальные инструкции. Метод дистилляции шаблонов включает в себя перечень логических методов (деревья решений, символьные правила и т.д.), методы кросс-табуляции, методы визуализации, методы на основе уравнений (нейронные сети и статические методы)

Статистические методы:

- Описание исходных данных и дескриптивный анализ.
- Анализ связей.
- Многомерный статистический анализ.
- Анализ временных рядов. [1]

Кибернетические методы:

- Искусственные нейронные сети.
- Эволюционное программирование.
- Генетические алгоритмы.
- Деревья решений.

В процессе изучения научных работ других авторов было выявлено, что более подходящим для анализа программного кода является группа методов сохранения данных, которая включает в себя кластерный анализ, а также алгоритмы на основе поиска сообществ (Лувенский метод) [2,3]. Однако эти методы рационально использовать для анализа только объектно-ориентированного кода, поэтому не подходят для полной оценки параметров исходного кода.

Наиболее подходящим для использования в анализе параметров программного кода является метод дистилляции шаблонов (искусственные нейронные сети), основанный на методах статистической группы (в частности, анализ связей с описанием исходных данных, который включает в себя синтаксический анализ, анализ потоков и т.д.), а также для оценки объектно-ориентированного программного кода, Лувенский метод и метод кластерного анализа.

#### *Библиографический список*

1. Чубукова, И.А. DataMining: учебное пособие / И.А. Чубукова. — 2-е изд., испр. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. — 382 с.

2. Кузьмина И.В. Анализ программного кода методами машинного обучения // Электронный научный архив открытого доступа Санкт-Петербургского государственного университета, 2017. С. 11 — 15.

3. Fastunfoldingofcommunitiesinlargenetworks / Vincent D. Blondel, Jean-LoupGuillaume, RenaudLambiotte, EtienneLefebvre. - Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment, 2008 — 6 с.

## **АНАЛИЗ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ OLAP-ТЕХНОЛОГИЙ**

М.И. Родкин

Научный руководитель – Каширин И.Ю., д-р техн. наук, профессор

Поиск данных тесно связан с задачами анализа данных. Зачастую поиск некоторых значений подразумевает под собой анализ определенного подмножества значений или вообще всего множества. Вместе с тем, анализ данных идет дальше поиска и включает большее число средств и методов. Технологии интеллектуального анализа данных рассматривают в рамках дисциплины DataMining. Технология OLAP является предшественницей дисциплины DataMining [1]. В настоящее время под термином OLAP понимаются различные технологии, включая системы поддержки принятия решений, BusinessIntelligence и управленческие информационные системы.

Оперативная аналитическая обработка (OLAP) — это технология, которая упорядочивает огромные базы данных (хранилища) и осуществляет сложный анализ. Она используется для выполнения сложных аналитических запросов и извлечения данных бизнес-аналитики наиболее оптимальным образом.

Как правило, для анализа одной записи недостаточно – необходимо множество «сведенных» данных, к примеру, за месяц, за год. Также отбрасываются ненужные для анализа подробности. В результате получается многомерный набор данных, который представляют в виде OLAP-куба [2]. По осям куба располагаются параметры, а в ячейках — зависящие от них агрегатные данные. OLAP-кубы, по сути, представляют из себя мета-отчеты.

Основное преимущество кубов заключается в том, что данные запрашиваются из базы данных всего один раз - при построении куба. А среди недостатков то, что куб может занимать несколько раз больше места, чем исходные данные.

OLAP-куб не всегда может быть трехмерным. В рамках определенной задачи, он может быть и двумерным, и многомерным. Трехмерный куб можно легко представить. Однако представить многомерный куб будет крайне сложно. Поэтому перед анализом данных из многомерного куба привлекают обычные двумерные таблицы. При разрезе OLAP-куба по измерениям, получают, по сути, обычные двумерные отчеты.

При взаимодействии с OLAP-системой, перед пользователем открывается множество возможностей, например получение произвольных срезов данных и аналитические операции детализации.

В заключение можно сделать вывод, что OLAP – это совокупность технологий, облегчающих доступ к данным при их анализе. Это инструмент для динамического анализа больших объемов данных. Так же, по итогу следует отметить, что аналитические возможности технологий OLAP повышают пользу данных, которые хранятся в базе данных.

### *Библиографический список*

1. Елманова Н.В., Федоров А.А. Введение в OLAP-технологии Microsoft. – М.:Диалог, 2004. – 312 с.
2. Полубоярлов В.В. Microsoft SQL Server. Использование MS SQL 2008 Analysis Services - М.:ИТТУ, 2010. – 488 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ ЧАСТИ**

Е.М. Тюрина

Научный руководитель – Проказникова Е.Н., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается ряд вопросов, связанных с оценкой эффективности информационных систем пожарной части. Автоматизация деятельности пожарной части позволит: повысить эффективность доступа к информации, улучшить контроль процесса учета пожаров и исключить возможность появления ошибок в подготовке документации.

Ручное выполнение должностных обязанностей начальника пожарной части требует большого количества времени. В связи с этим возникла потребность в создании информационной системы учета пожаров, позволяющей повысить достоверность и оперативность обработки информации и снизить трудоемкость процессов обработки данных.

Выделяют 5 видов информационных систем:

- обеспечивающие критически важные процессы компании;
- выполняющие безальтернативные требования внешнего регулятора;
- осуществляющие поддержку;
- нацеленные на рост и развитие организации;
- закладывающие инновационный фундамент развития.

В настоящее время существует немало информационных систем по автоматизации учета пожаров (например, АРОГАНИТ АРМ ДДС 01, АСУ «Система-01» и др.). У этих систем есть ряд преимуществ, среди которых: прием заявок из системы 112, учет пожаров и другие. Однако следует отметить ряд существенных недостатков: рассмотренные системы являются дорогостоящими, содержат функциональные возможности, которые не востребованы в реальной деятельности сотрудников и требуют дополнительного обучения.

Существуют различные методы оценки эффективности информационных систем, которые зависят от конкретного типа предприятия и комплекса необходимых задач:

- метод инвестиционного анализа;
- качественный метод;
- вероятностный метод;
- метод финансового анализа.

Финансовый анализ предусматривает метод расчета общей (совокупной) стоимости владения информационными системами. Методология совокупной стоимости владения подходит для подсчета текущих стоимостных параметров, с ее помощью можно проанализировать затраты на эксплуатацию информационной системы.

Таким образом, переход от бумажного документооборота к электронному позволяет сократить время, требуемое на подготовку конкретных маркетинговых и производственных задач, исключить возможность появления ошибок в подготовке документации, повысить контроль над движением документов, существенно упростить и повысить скорость доступа к информации, а впоследствии повысить эффективность управления учреждением.

## **УЛУЧШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АПТЕЧНЫХ СЕТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Д.А. Фролов

Научный руководитель – Каширин И.Ю., д-р техн. наук, профессор

XXI век – век жесткой конкуренции во всех сферах человеческой деятельности, которая не прошла и мимо рынка аптечных сетей. Грамотное использование ресурсов, долгосрочное и оперативное планирование, анализ хозяйственной деятельности, а также совершенствование организации производства – те факторы, которые позволяют аптечной сети держаться на плаву и успешно конкурировать на рынке. Но в данной статье я хочу обратить внимание на информационные технологии, которые играют все более значимую, а может и ключевую роль в основных процессах аптечной сети.

Каждое предприятие или организация стремится уменьшить затраты времени, трудовых, материальных ресурсов в ходе своей деятельности и насколько возможно упростить процесс обработки информации. Эти задачи можно решить с использованием автоматизированных информационных систем (ИС). Использование ИС и базы данных становится неотъемлемой составляющей деловой деятельности современного человека и функционирования развивающейся организаций. В связи с этим появляется большая потребность в освоении принципов построения и эффективного применения соответствующих технологий и различных программных инструментов: [1] СУБД - систем управления базами данных, CASE-средств автоматизации проектирования, различные low-code аналитические платформы, такие как Loginom, Powerbi и другие.

Одной из важнейших проблем, которые периодически возникают при управлении запасами и реализацией лекарственных препаратов, является необходимость формирования оптимального ассортиментного плана. В настоящее время при суровой конкуренции организаций, рынок определяет необходимый ему ассортиментный план, поэтому задача организации удовлетворить спрос эффективнее и лучше, чем конкуренты. В различных регионах ассортимент может сильно различаться. На него может влиять сезонность аптек, условия жизни людей и другие факторы. Если же ассортиментный план подобрать неэффективно, то произойдет снижение как реального уровня прибыли, потеря конкурентных позиций на перспективных потребительских и товарных рынках и, впоследствии, наблюдается снижение экономической устойчивости предприятия. Продуктивное управление ассортиментным планом аптечной сети возможно только в рамках единой управленческой концепции и на основе программного обеспечения, которое способно не только производить учет товара, но и максимально упрощать работу управляющего аптечной сети.

В области управления ассортиментным планом практически в любой аптечной организации существует определенный перечень вопросов и задач, которые могут решаться более качественно и эффективно с использованием различного программного обеспечения и автоматизированных систем управления. В рамках работы аптечной сети к таким системам можно отнести:

- поиск лекарственных препаратов в системе по различным параметрам с учетом наличия кластеров;

- анализ собранного ассортиментного плана (расчет коэффициентов полноты, широты, глубины и товарной номенклатуры);
- формирование розничной цены на основе оптовой закупки товаров с учетом всех нормативных требований, таких как предельные наценки на регион, а также согласно ценовой политике предприятия;
- взаимодействие с поставщиками лекарственных препаратов (формирование заявок на основе анализа прайс-листа);
- отслеживание остатков товара в аптеке и складе, чтобы исключить возможность затоваривания лекарственных препаратов;
- расчет потребности автозаказа (заказ лекарственных препаратов, а также формирование еженедельных отчетов по автозаказу);
- формирование различных отчетов по наличию или отсутствию, а также движению товаров, получение информации по продажам и закупкам;
- анализ товарного движения за указанный период времени (по различным группам товаров, по отдельным наименованиям, по поставщикам и производителям);
- учет тех товаров, двигающихся группами и по партиям;
- фиксирование тех товаров, которые не пользуются спросом;
- контроль лекарственных препаратов, подлежащих к изъятию из аптечной сети.

Появление в деятельности аптечных организаций информационных технологий позволяет существенно уменьшить время, требуемое на подготовку производственных и маркетинговых проектов, в некоторое количество раз уменьшить непроизводительные затраты при их будущей реализации, исключить многочисленные ошибки в подготовке технологической, бухгалтерской и других видов документации, преобразовать процесс производства аптечной продукции. Это приносит коммерческой компании прямой экономический эффект и большую пользу в её деятельности. Инновации также позволяют выработать методы реагирования на изменения ситуации на рынке и подстроиться под них [2].

Для того чтобы понять какую пользу несет в себе использование компьютерных средств и информационных технологий, необходимо применять в работе на них комплекс аппаратных и программных средств, которые будут максимально соответствовать поставленным задачам предприятия. Поэтому в настоящее время велика потребность коммерческих компаний в компьютерном обеспечении, которое поддерживает работу управленческого звена компании, а также в информации о способах оптимального использования имеющегося у компании технического оборудования.

Управляющие аптечных компаний и их сотрудники заинтересованы в этом ради получения максимальной прибыли от реализации своей продукции при эффективной, требующей малых затрат работе предприятия.

#### *Библиографический список*

1. Когаловский М. Р. Перспективные технологии информационных систем. — М.: ДМК Пресс; М: Компания АйТи, 2003.
2. Управление и экономика фармации: Фармацевтическая деятельность: Организация и регулирование / Под ред. Е.Е. Лоскутовой. М.: ИЦ «Академия», 2008. 384 с.

# СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДСКИМИ ЗАПАСАМИ НА СОВРЕМЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

С.В. Акамеева

Научный руководитель - Проказникова Е.Н., канд. техн. наук, доцент

Мировая тенденция к увеличению объемов производства и информационных потоков подчеркивает необходимость внедрения на предприятия автоматизированных систем управления складскими запасами. Применение новейших технологий в данной сфере позволяет сократить информационную нагрузку на персонал, предотвратить простои оборудования и оперативно корректировать процессы складской логистики [1].

Система автоматизации управления складскими запасами должна отвечать следующим принципам:

- оперативное управление складскими запасами;
- своевременное информирование о местоположении и наличии запасов;
- обеспечение эффективности процессов по регистрации и распределения товара на складе;
- эффективное использование складских площадей;
- планирование оптимальных маршрутов перемещения товаров между производственными подразделениями.

Рынок программных продуктов для автоматизации управления складскими запасами динамично развивается и регулярно обновляется. К наиболее часто встречающимся продуктам в России можно отнести: 1С:Торговля и склад, МойСклад, Складской учет (MSSQL) и другие [2].

Ключевыми параметрами выбора программного продукта выступают:

- 1). Соотношение цены и функциональных возможностей продукта;
- 2). Наличие демо-версии продукта;
- 3). Возможность обучения персонала;
- 3). Гибкость настройки программного продукта под конкретное предприятие;
- 4). Своевременная техническая поддержка и выход обновлений;
- 5). Защищенность конфиденциальной информации;
- 6). Совместимость с действующим на предприятии программным обеспечением [3].

## *Библиографический список*

1. Малфыгина, О. Н. Совершенствование организации перевозок с помощью автоматизации складских помещений / О. Н. Малфыгина, А. В. Романюк. — Текст : непосредственный, электронный // Молодой ученый. — 2018. — № 21 (207). — С. 62-64. — URL: <https://moluch.ru/archive/207/50778/> (дата обращения: 10.04.2020).

2. Как автоматизировать склад и управлять складскими системами хранения // ArPrime SOFTWARE.- URL: <http://arprime.ru/avtomatizacia/kak-avtomatizirovat-sklad-i-upravlyat-sistemami-khraneniya#programmnoye-obespecheniye-dlya-upravleniya> (дата обращения: 10.04.2020).

3. Обзор: программы и сервисы для складского учета //Жажда бизнес журнал.- URL: <https://zhazhda.biz/lifestyle/programmy-i-servisyy-dlya-skladskogo-ucheta>(дата обращения: 10.04.2020).

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ РАСЧЕТА ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ

А.А. Натёсова

Научный руководитель – Бубнов С.А., канд. физ.-мат.наук, доцент

Как видно на практике, начисляют заработную плату по окончании каждого месяца. Величина заработной платы — это сумма денежных средств, которую заработал человек в данном месяце.

В приказе о приеме на работу указываются условия оплаты труда.

Для упрощения подсчета заработной платы можно использовать PascalABC.NET. PascalABC.NET – это система программирования и язык Pascal нового поколения для платформы Microsoft .NET. Он прост и хорошо подходит для быстрого расчета.

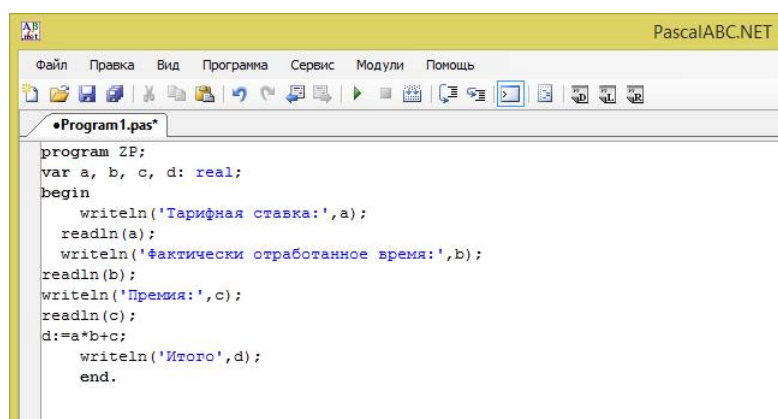
Рассмотрим расчет повременно-премиальной оплаты труда, т.е. оплаты отработанного времени по тарифу и премии, которая рассчитывается как:

$$З_{п.п.} = T_c * t_{\phi} + \text{Премия, руб.}$$

где  $T_c$  - тарифная ставка

$t_{\phi}$  - фактически отработанное время

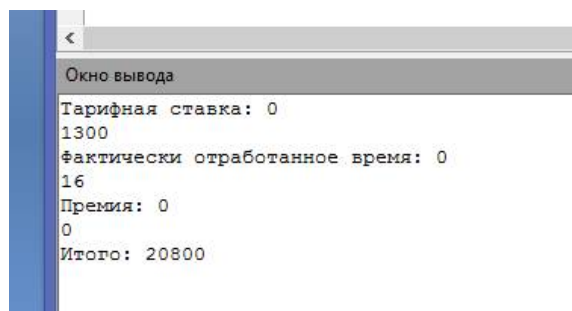
Для начала нужно ввести алгоритм обработки (рисунок 1):



```
program ZP;
var a, b, c, d: real;
begin
  writeln('Тарифная ставка:', a);
  readln(a);
  writeln('фактически отработанное время:', b);
  readln(b);
  writeln('Премия:', c);
  readln(c);
  d:=a*b+c;
  writeln('Итого', d);
end.
```

Рис. 1. Ввод алгоритма в PascalABC.NET

Далее введем в Окне вывода нужные значения и получим результат.



```
Окно вывода
Тарифная ставка: 0
1300
фактически отработанное время: 0
16
Премия: 0
0
Итого: 20800
```

### Библиографический список

1. Гартвич А. Бухгалтерский учет в таблицах и схемах. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2019. – 288 с.
2. Голицына О.Л. Языки программирования: Учебное пособие. — М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2017. — 400 с.

## **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ДВИЖЕНИЯ КОНТИНГЕНТА СТУДЕНТОВ**

К.Ю. Цветков

Научный руководитель – Макаров Н.П., канд. техн. наук, доцент

Разработка информационных систем начинается с составления технического задания, которое содержит все требования к разрабатываемой системе. Процесс разработки (проектирования) информационной системы можно разделить на несколько этапов, которые рассмотрены далее.

Первым этапом проектирования информационной системы является анализ предметной области. На данной стадии разработчик анализирует документы, формирование которых необходимо заказчику, а также те данные и их формат, которые используются при формировании этих документов. Непосредственно в разрабатываемой системе необходимо формировать списки студентов по группам, сведения о «движении» контингента (включая номера приказов о зачислении, переводе, смене фамилии, наложении дисциплинарных взысканий и отчислении), а также информацию о том, на каком направлении подготовки студент обучается и по какой образовательной программе.

На втором этапе проектирования информационной системы разрабатываются концептуальная, логическая и физическая модели данных. После анализа предметной области можно сформировать перечень сущностей и их атрибутов, посредством которых в будущей информационной системе будет храниться информация. Помимо сущностей (будущих таблиц) необходимо определить, какие связи существуют в модели, и как осуществляется обмен данными. Этим завершается работа с концептуальной моделью. Далее, когда мы начинаем говорить о логической модели данных, необходимо в первую очередь определить, с какой моделью данных мы будем работать. На сегодняшний день самой распространенной является реляционная модель. В нашем случае также будет использоваться эта модель. После того, как мы определились с моделью данных, необходимо привести структуру системы с предыдущего этапа в соответствие требованиям реляционных моделей. В первую очередь, необходимо проверить связи между сущностями. В данной модели не допускается наличие связей типа «многие-ко-многим». Когда все недочеты исправлены и проведена нормализация базы данных, можно перейти к разработке физической модели данных. При разработке данной модели сначала необходимо определить конкретную СУБД, в которой будет реализовываться будущая информационная система. В нашем случае такой системой стала Microsoft Access, которая позволяет достаточно просто реализовывать вполне мощные информационные системы и организовывать понятный пользователю интерфейс.

На третьем этапе система дополняется ограничениями, которые накладываются на данные для корректной работы приложения.

Завершает процесс разработки информационной системы реализация функций пользователя. Иными словами, в СУБД реализуются некоторые алгоритмы обработки хранимых данных, которые позволяют системе выдавать пользователю все необходимые сведения для решения конкретных задач.

## **ОБЗОР МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЁЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Д.П. Шалашова

Научный руководитель – Бубнов А.А., канд. физ.-мат. наук, доцент

Оценка результатов тестирования программного обеспечения обычно проводится с применением показателя надёжности программной системы. Согласно стандарту ISO 9126:1991[1], надёжность – одна из характеристик качества программного обеспечения, которая отражает способность программного обеспечения корректно функционировать при установленных условиях на заданном промежутке времени. Данный параметр оценки программного кода напрямую связан с понятием ошибки в коде – дефекта, из-за которого программная система не способна действовать в соответствии с требованиями пользователя. Проявление ошибки в программном коде называется отказом.[2]

Для оценки результатов тестирования могут использоваться динамические методы оценки надёжности[3]. Эта группа методов использует результаты выполнения программы: обнаруженные отказы, результаты тестов, время работы программы.

Одним из методов этой группы является модель Бернулли. Модель определяет, что запуск программы имеет два исхода: верный и неверный. С помощью этого знания модель оценивает вероятность того, что из  $n$  запусков программы  $k$  приведут к неверному результату, выражая эту вероятность формулой биномиального распределения. С помощью модели Бернулли можно получить число, которое будет отражать оценку надёжности программного обеспечения.

Другим методом группы динамических является модель Миллса. Эта модель предполагает внесение в программный код искусственных дефектов, и в дальнейшем оценивает число найденных искусственных дефектов и дефектов истинных, из чего может оценить приблизительное число истинных ошибок в программе. Тестирование в модели Миллса выполняется до тех пор, пока не будут найдены все внесённые ошибки. Однако даже с таким условием этот метод не является абсолютно точным, потому как ставит перед человеком, оценивающим число ошибок, две проблемы: неизвестно, сколько искусственных дефектов нужно внести в программный код, чтобы обеспечить достоверный результат построения модели; неизвестно, как обеспечить одинаковую вероятность нахождения внесённых и истинных ошибок.

Ещё одним способом оценки надёжности программного обеспечения является модель роста надёжности. В этой группе моделей предполагается, что в процессе тестирования надёжность программы увеличивается. В модель вносятся исходные данные, а именно количество отказов на этапе тестирования и время между отдельными отказами. Далее выполняется экстраполяция входных данных. Она производится на основе предположений о свойствах программного кода. К примеру, таким предположением может стать то, что при устранении дефектов не вносятся новые дефекты. Как видно, такие предположения могут не всегда оказываться правдивыми, поэтому эта модель также не является точной.

Также для оценки числа ошибок могут использоваться модели Джелилинского-Моранды, Шика-Волвертона, Вейбулла и многие другие.

Рассмотренные модели обладают рядом недостатков. К примеру, для таких моделей часто необходим сбор исходной информации (результатов неоднократного тестирования), от чего сильно зависит точность итоговых прогнозов. Также для динамических методов характерно использование упрощений, предположений. Рассмотренные модели не учитывают специфику программного кода и внешние условия, и часто дают достаточно грубую оценку надёжности. Однако, они могут использоваться для приблизительной её оценки, а также для дальнейшего прогнозирования числа ошибок в программном коде и выявления скрытых закономерностей в проявлении дефектов с помощью методов интеллектуального анализа данных. Для этой цели более всего подходит оценка надёжности с помощью модели Бернулли, так как эта модель позволяет получать количественную оценку надёжности программной системы, которую легко сопоставить в дальнейшем с уже имеющимися оценками.

#### *Библиографический список*

1. ISO 9126:1991. Информационная технология. Оценка программного продукта. Характеристики качества и руководство по их применению. 186 с.

2. Майерс Г. Надёжность программного обеспечения: пер. с англ. / под ред. В. Ш. Кауфмана. М.: Мир, 1980. 360 с.

3. Липаев В.В. Надёжность программных средств. Сер.: Информатизация России на пороге XXI века. М.: СИНТЕГ, 1998. 232 с.

## **РОССИЙСКИЕ И ЗАРУБЕЖНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ АВТОМАТИЗАЦИИ БЮДЖЕТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Е.О. Кабанова

В условиях современного рынка эффективность развития любой организации напрямую зависит от рационального управления финансовыми ресурсами, которое невозможно без детализированного планирования деятельности, контроля финансовых и материальных потоков, а также анализа и прогнозирования ключевых показателей.

Грамотно спроектированная и качественно разработанная автоматизированная информационная система планирования, учитывающая стратегические цели и тактику решения текущих производственных задач, является незаменимым инструментом для руководящего звена по оперативной и качественной организации целенаправленной и скоординированной управленческой политики внутри предприятия, а значит, повышает конкурентоспособность на рынке и перспективы развития.

В данном исследовании был проведен сравнительный анализ существующих на российском рынке программных продуктов для анализа и планирования финансово-хозяйственной деятельности предприятий. В ходе исследования были рассмотрены около 20 автоматизированных информационных систем планирования, среди них выбраны 10 наиболее распро-

страненных. Для более полного анализа были выявлены 10 основных критериев оценки, по мнению специалистов в области бюджетирования и руководящего звена.

Результаты исследования. В ходе сравнительного анализа были подробно изучены 10 информационных систем, выявлены их достоинства и недостатки. На основании изученных характеристик программных продуктов были выставлены оценки по каждому из 10 критериев. По итогам полученных данных был сформирован рейтинг наиболее востребованных автоматизированных информационных систем планирования среди отечественных компаний.

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

К.Ю. Старикова

Научный руководитель – Крошилин А.В. д-р техн. наук, профессор

В современных условиях внедрение и применение информационных технологий является важным обстоятельством сохранения жизнеспособности предприятия. В результате наблюдений отслеживается изменение непосредственно самого производственного процесса, в таких аспектах, как планирование, проектирование, производство, налаживание каналов сбыта и др. Направления деятельности современного предприятия уже немыслимы без передовых информационных технологий. Стоит отметить, что отрасль информационных технологий развивается в зависимости от потребностей экономики, конечных пользователей, политических трендов, а также как рывок совершенствования существующих технологий.

В настоящее время российские промышленные предприятия отстают от предприятий развитых стран по освоению новых технологий. Больше половины отечественных компаний выделяют на ИТ-проекты не более 1% от полученной прибыли. Тем не менее, несправедливо было бы сказать о том, что цифровизация промышленности в России совсем не началась.

Эксперты дают разную оценку уровню цифровизации российской промышленности, тем не менее, все имеют схожесть в точке зрения, что процесс перехода к Индустрии 4.0 начался. Многие крупные предприятия уже начали внедрять различные компоненты данной концепции – системы промышленного интернета вещей, проекты создания «цифровых двойников» и др. В тоже время имеется множество факторов, задерживающие данный процесс: наследие лоскутной автоматизации предприятий, отсутствие четко проработанных стандартов цифровизации, отраслевая специфика.

Более значимой ИТ-задачей для промышленных предприятий является обеспечение эффективности бизнеса и амортизации оборудования в различных обстоятельствах, в независимости от изменений условий на рынке или внутри предприятия. Помимо этого, промышленные предприятия стремятся создать условия для качественной работы промышленного персонала за счет применения интеллектуальных подсказок, исключения ошибочных операций, корректировки поведения на производстве и минимизации травматизма [1].

Интернет вещей на производстве позволяет решить две значимые проблемы: 1) Оптимизация расходов на эксплуатацию инфраструктуры; 2) Оптимизация издержек для увеличения эффективности производства. Отдельной задачей является – переориентация бизнеса с фокусом на гибкость процессов и потребности заказчика. На сегодняшний момент успешно находится решение данных задач за счет внедрения современных решений на базе технологий промышленного интернета вещей (IIoT), искусственного интеллекта, машинного обучения, виртуальной и дополненной реальности, носимых устройств.

1. Рудычева Н. Обзор: ИТ в промышленности. [Электронный ресурс]. URL:[https://www.cnews.ru/reviews/it\\_v\\_promyshlennosti\\_2019/articles/outsorsery\\_i\\_insorsery\\_delyat\\_rynok\\_industrii\\_40](https://www.cnews.ru/reviews/it_v_promyshlennosti_2019/articles/outsorsery_i_insorsery_delyat_rynok_industrii_40) (дата обращения: 10.04.2020).

## **СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ»**

### **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ КОМПАНИЕЙ**

Д.А. Скуров

Научный руководитель – Орехов В.В., канд. техн. наук, доцент

В качестве промышленной компании выступает авиакомпания по транспортировке грузов.

Авиаперевозки занимают важное место в системе быстрой доставки различных грузов. Одним из ключевых компонентов ИТ являются информационные системы (ИС). В условиях жёсткой конкуренции использование ИС является ключевым фактором повышения качества предоставляемых услуг, обеспечения сокращения сроков поставок и в конечном итоге увеличения прибыли компании. Клиенты в свою очередь получают надёжный и качественный сервис. В докладе рассматриваются основные аспекты

Проектируемая ИС предназначена для следующих категорий сотрудников авиакомпании: операторов диспетчерской службы; сотрудников отдела планирования, в целях удобного доступа к статистической информации о деятельности компании и составления необходимых отчётов; сотрудников отдела кадров.

Для разработки данной ИС выбрана распределенная трезвенная клиент-серверная архитектура на базе тонкого клиента. Вся бизнес-логика реализуется на стороне сервера, а клиент служит для отображения интерфейса и взаимодействия с системой [1].

В качестве СУБД выступает Microsoft SQL Server 2019 Express.

В качестве языка программирования был выбран ЯП высокого уровня C#. Он содержит все необходимые методы и функция для взаимодействия с выбранной СУБД с помощью технологии ADO.NET. Разработка клиентского приложения ведется в IDE Microsoft Visual Studio 2019. Данная IDE содержит все необходимые компоненты для работы с базами данных, что заметно упрощает написание приложения.

Разрабатываемая система должна обеспечивать решение следующих задач:

1. Хранение и обработка данных для осуществления грузовых авиаперевозок, а также другой информации, необходимой для функционирования предприятия в целом;
2. Хранение и обработка данных вспомогательных отделов, например, аналитического и финансового отделов;
3. Обеспечение безопасности взаимодействия с системой. В качестве механизма защиты выступает разграничение прав доступа для различных категорий пользователей;
4. Хранение и обработка отчётов о деятельности авиакомпании;
5. Обработка информации о кадровом составе работников и хранение информации о них.

1. Избачков Ю., Петров В., Телина И., Васильев А. Информационные системы. — СПб. Питер, 2010. — 544 с.

## ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНТЕРАКТИВНОГО ПРОГРАММНОГО ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ОСНОВАМ ЯЗЫКА SQL

В.В. Буданова

Научный руководитель – Борзенко А.Е., канд. техн. наук, доцент

В данной работе рассмотрены основные особенности, которые были выделены при разработке интерактивного программного тренажера для обучения основам языка SQL. Тренажер разрабатывался на языке программирования C# в связке с СУБД Oracle 11gExpressEdition.

Выделим данные особенности:

1. Сетевая архитектура приложения. При разработке тренажера была выбрана клиент-серверная архитектура. В качестве клиента используется Web-приложение, написанное с использованием MVC ASP.NET Core, а в качестве сервера - СУБД Oracle 11gXE. В данном тренажере клиент отвечает за отображение информации пользователю, а также берет на себя функции по проверке результатов запросов и измерению их быстродействия. Сервер БД используется для хранения исходных данных, контрольных примеров и выполнения запросов, написанных учениками.

2. Проверка правильности написанных учениками запросов. Результат введенного учеником ответа сравнивается с результатами запроса, указанного преподавателем в качестве контрольного. Сравнение происходит последовательно с использованием трех метрик: количество вернувшихся столбцов, количество вернувшихся строк и сравнение значений ячеек. При этом если одна из метрик расходится, дальнейшие сравнения прекращаются.

3. Выполнение запросов. Для выполнения как запроса ученика, так и контрольного запроса, на сервере БД используется оператор *OPEN FOR* динамического PL/SQL. Данный оператор позволяет исполнить текстовую строку как самостоятельный запрос языка SQL и записать результирующую выборку в переменную типа *sys\_refcursor*, которая в дальнейшем возвращается на интерфейс.

4. Измерение быстродействия запросов. В связи с тем, что результаты выборки передаются на интерфейс через переменную типа *sys\_refcursor*, реальное выполнение запроса происходит только в тот момент, когда из данной переменной начинают выбираться данные. Из-за этого измерение быстродействия возможно только на клиентской части тренажера.

5. Оптимизация в СУБД Oracle. Стоит учитывать то, что при выполнении команд Oracle обращается к своему буферному кэшу и разделяемому пулу. Это приводит к тому, что время выполнения повторных аналогичных запросов существенно ниже времени выполнения первого из них. Для нормализации быстродействия перед каждым выполнением выборки необходимо вызывать команды очистки: *alter system flush shared\_pool* и *alter system flush buffer\_cache*.

6. Безопасность. Так как тренажер выполняет запросы, написанные учениками, то необходимо обезопасить систему от вредоносных команд, например, удаления таблицы или всей БД. Для этого все операции с базой данных следует исполнять под пользователем СУБД Oracle с ограниченным списком прав.

Предложенный подход удобен тем, что при программировании не требует выделения памяти под массив, размеры которого, к тому же заранее неизвестны. Это полезно при использовании таких программ на мобильных устройствах.

## **РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКТА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА КОДОВЫЙ ЗАМОК**

А.М. Блинкова

Научный руководитель – Телков И.А., канд. техн. наук, доцент

Настоящий отчет содержит информацию об исследовании электрического соединения печатной платы номинального размера с расчетным приборным или расчетными параметрами разрабатываемой электрической цепи. Минимальная ширина печатной направляющей, мм, определяется по выведенной формуле.

Выявлено определенное соотношение для тока и заземления цепи. Элементы конструкции размещены на стеклопластиковой печатной плате СФ-1-50. Сборка на печатной плате производится в соответствии с SPTI. 230100. 001 [1]. Минимальная ширина проводника определяется на основе допустимого падения напряжения в этом устройстве.

При проектировании кодовых замков был разработан оптимальный план действий, отвечающий требованиям технических заданий. Печатная плата размером 50x45 мм соединена с пластиковым корпусом, обеспечивающим защиту от вредных внешних воздействий. Были проведены необходимые расчеты и разработан комплект проектной документации.

Электронный кодовый замок устройства приводится в действие от аккумулятора 12В/7А, а также от силовых трансформаторов 20-40В и выходного напряжения 15-18В. [2]

Поэтому на предварительном этапе разработки процесс позволяет добавлять исполняемые файлы для подачи сигнала на кодовый замок, а также код в соответствующей комбинации при выводе на дисплей.

### *Библиографический список*

1. Абаринов А. А. Составление детализированных чертежей металлических конструкций. М., Стройиздат, 1977. 60 с.
2. Справочник техника-конструктора. Изд. 3-е, перераб. и доп. Самохвалов Я. А.,- Левицкий М. Я., Григораш В. Д. Киев, «Техніка», 1978. 592 с.

## **СТРУКТУРА И ПРИНЦИП РАБОТЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВС И УСТРОЙСТВОМ ПОДАЧИ ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА**

А.В. Чудинин

Научный руководитель – Митрошин А.А., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассмотрена система управления ДВС и устройством подачи водородного топлива. Также приведена ее структура, и описан принцип действия данной системы.

Ранее было выявлено, что для работы на водородном топливе больше всего подходит поршневой ДВС [1]. Определяющими характеристиками являются – КПД, степень сжатия, надежность и износостойкость. Чтобы обеспечить выработку водородного топлива на борту транспортного средства и его подачу в камеры сгорания, а также обеспечить работу двигателя на разных видах топлива, была разработана специализированная система автоматического управления релейного действия и с обратной связью, в которой управляющие воздействия дискретного типа [2].

Управляющая часть данной системы реализована на базе микроконтроллера Arduino с использованием унифицированных элементов и датчиков. Преимуществом данной конструкции являются высокая надежность, взаимозаменяемость и возможность построения устройства любой сложности. Также преимуществом такого подхода является минимизация затрат по сравнению с классическим подходом конструирования электронных средств, основанном на использовании "рассыпной" элементной базы.

Структуру системы подачи топлива составляют устройство повышения напряжения, водяной бак, электролизер, промежуточная емкость, резервуар. В докладе подробно описаны принцип работы и предназначение каждого элемента.

Также в докладе описана гибридность данной системы, которая заключается в возможности попеременной подачи разных видов топлива в камеры сгорания. Данная идея реализована посредством управления клапанами системы.

Таким образом, данная работа подробно описывает каждый элемент системы, принцип ее работы, преимущества перед существующими системами. Также описан принцип реализации управляющей части устройства.

### *Библиографический список*

1. Чудинин А.В., Сускин В.В., Структура и принцип работы двигателя внутреннего сгорания на водороде / Информационные технологии, межвузовский сборник научных трудов. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2019 – с.249-254.
2. Первозванский А.А., Курс теории автоматического управления: Учеб. пособ., - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 616с.

## **СТРУКТУРА И ПРИНЦИП РАБОТЫ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ «УМНЫЙ ДОМ»**

А.В. Грачев

Научный руководитель – Телков И.А., канд. техн. наук, доцент

В докладе приведен анализ известных видов систем «Умный дом», которые предлагаются на российском рынке, которые можно разделить на 6 основных групп: Децентрализованные (Распределенные системы), Беспроводные, Серверные, Промышленные системы, Узкопрофильные, Гибридные решения. Стоит сказать о самой системе: Умный дом – это самодостаточная система интеллектуальной автоматики для поддержания и управления различного рода системами современного строения.

При выборе системы автоматизации домашних процессов в первую очередь необходимо определиться, задачи какой сложности должна выполнять схема исполнения устройств. Для простой автоматизации своего жилища нет необходимости покупать и устанавливать сложную проводную схему, из-за избыточности функций. Напротив, полноценную систему для контроля за всеми сферами быта, за всеми аспектами жизни нельзя построить на простой беспроводной конструкции с минимальным набором возможностей [2]. Также не стоит выбирать комплекты оборудования по одной только стоимости – сначала необходимо просмотреть решения по функционалу и характеристикам, затем и уже потом по цене.

После проведенного анализа применения различных систем, можно с точностью сказать, что для домашней автоматизации лучше всего подходят децентрализованные системы, так как они надежны и имеют большой выбор решений, а так же развития. Подобные системы – одно из передовых достижений в технике.[1] В России они пока не нашли широкого распространения из-за того, что стоимость иностранных систем значительно превышает экономию от ее применения, а системы отечественного производства практически отсутствуют на внутреннем рынке.

Таким образом, данная работа является предварительным этапом процесса разработки конструкции блока управления «Умный дом»

### *Библиографический список*

1. Умный дом / С. В. Богданов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - СПб. : Наука и Техника, 2005 (ГП Техн. кн.). - 208 с.
2. Харке В.Е. Умный дом. Объединение в сеть бытовой техники и систем коммуникации в жилищном строительстве. / Харке В.Н. – М.: Техносфера, 2006. -292с.

## **ЗАДАЧА ФОРМИРОВАНИЯ ЖГУТОВ В БЛОКЕ ЭВА СЛОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ**

И.М. Кузнецов

Научный руководитель – Горин В.С., канд. техн. наук, доцент

В одном из конструктивных решений блока электронно-вычислительной аппаратуры (ЭВА) применяется плотная упаковка проводов в жгуты. В настоящей работе предлагается заменить используемый способ раскладки проводов и свести его к традиционному способу вязки

жгутов на трафаретах. Далее рассматриваются два варианта решения задачи.

Первый вариант – распределение всех проводов в четыре отдельных горизонтальных жгута. Группа из первого и второго жгутов будет соединять контакты разъёмов первого ряда, а группа из третьего и четвёртого жгутов второго ряда. Необходимые соединения контактов первого и второго рядов разъёмов реализуются с помощью контактных колодок или дополнительных разъёмов

Второй вариант – разделим соединительные провода на группы следующим образом:

- В первую группу поместим провода, соединяющие контакты первого ряда;
- Во вторую группу поместим провода, соединяющие контакты второго ряда;
- В третью группу поместим провода, соединяющие контакты первого и второго ряда.

Следующим шагом соединим контакты разъёмов первого ряда, а затем второго. Провода третьей группы определим в дополнительные пятый и шестой вертикальные жгуты таким образом, чтобы концы жгутов укладывались в каналы второго и третьего жгутов.

Выбор 1-го или 2-го варианта для реализации соединений будет зависеть от конструктивных или технологических ограничений, предъявленных к блоку ЭВА.

## **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТОКА ТЕПЛА ЧЕРЕЗ ПЛОСКУЮ СТЕНКУ**

А.Н. Кузьмин, М.А. Шашков

Научный руководитель – Шибанов А.П., д-р техн. наук, профессор

В докладе рассматривается теплопроводность через плоские однослойные и многослойные стенки, а также эффект переменной проводимости.

В первой части статьи изучается теплопроводность через однородную, изотропную стенку толщиной  $\delta$  с постоянной теплопроводностью  $k$  и постоянной площадью поперечного сечения  $A$ . Стена изолирована на своих боковых поверхностях, и постоянные, но различные температуры  $t_1$  и  $t_2$  поддерживаются на ее граничных поверхностях. В данном случае выражение для стационарного распределения температуры может быть установлено путем интегрирования уравнения Фурье между пределами  $t = t_1$  при  $x = 0$  и  $t = t_2$  при  $x = \delta$ . Таким образом –

$$Q = \frac{kA(t_1 - t_2)}{\delta}.$$

А при многослойной стенке, каждый слой может иметь разный материал и толщину, однако при стационарных условиях тепловой поток не меняется, проходя через стенку, следовательно, он одинаковый для каждого слоя.

Тепловой поток композитной плоской стенки имеет вид:

$$Q = \frac{(t_1 - t_{n+1})}{\sum_1^n (\delta / kA)}$$

Но у большинства материалов теплопроводность меняется с изменением температуры, такое явление называют переменной теплопроводностью. Поэтому коэффициент теплопроводности вычисляется таким образом-  $k = k_0 (1 + \beta t)$ , где  $k_0$  – теплопроводность при 0°С, а  $\beta$  - постоянная, значение которой зависит от материала. Тепловой поток при этом примет вид:

$$Q = \frac{k_m A}{\delta(t_1 - t_2)}$$

## **АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПО РАСЧЕТУ НАДЕЖНОСТИ**

В.А. Тарасов, А.В. Зайлер

В докладе приведен анализ известных отечественных и зарубежных программных комплексов по расчету надежности, а именно, АРБИТР, Автоматизированная система расчета надежности, АСОНИКА, RAM Commander [1].

Данные системы получили широкое применение в различных сферах деятельности, так как надежность любой системы играет ключевую роль в достижении поставленных целей. Подробно были изучены преимущества и недостатки каждого комплекса.

Часть отечественных комплексов по расчету надежности имеет функции, подтвержденные аттестационной комиссией. АСОНИКА [2] успешно используется в Ракетно-космической корпорации "Энергия"; КБ информатики, гидроакустики и связи "Волна" и др.

Несмотря на несомненные возможности применения названных систем для расчетов надежности электронных средств, ни одна из них не подразумевает стохастический характер значений. Для такого случая может быть применена, например, модель «нагрузка - несущая способность». Существует класс объектов, работоспособность которых зависит от неперевышения случайным процессом нагрузки случайного же процесса несущей способности. Под несущей способностью понимается способность объекта противостоять внешним нагрузкам.

Таким образом, данная работа является предварительным этапом процесса разработки системы для расчета надежности на основе модели «нагрузка - несущая способность».

### *Библиографический список*

1. Обзор программных комплексов по расчету надежности сложных технических систем. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.kit-e.ru/articles/device/2007\\_5\\_183.php](https://www.kit-e.ru/articles/device/2007_5_183.php), свободный – (05.01.2020).

2. АСОНИКА: определение показателей надёжности РЭС. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://asonika-online.ru/products/asonika-b/>, свободный(20.02.2020).

## **РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ И ЕГО МЕСТО В РЕШЕНИИ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ**

А.С. Хохлова

Научный руководитель – Хрюкин В.И., канд. техн. наук, доцент

В работе рассматривается процесс размерного анализа, которой в свою очередь является частью решения размерной цепи. Размерная цепь представляет собой совокупность размеров, напрямую участвующих в решении обозначенной задачи и образующих замкнутый контур.

Согласно широко распространенной методике, для расчета размерной цепи соответствующей узлу или детали необходимо провести размерный анализ, а затем произвести расчёт выявленной размерной цепи. Так как данный метод не дает точного ответа на вопрос как определить, является ли указанный размер составляющим звеном данной размерной цепи, был сделан вывод о необходимости дополнения процедуры размерного анализа. Предлагается процесс размерного анализа следует дополнить и расширить следующими пунктами:

1. Размерный анализ должен начинаться с рассмотрения исходного чертежа конструкции, при котором устанавливается порядок работы рассматриваемого механизма

2. Классифицировать составляющие звенья любое их изменение в принципе.

3. Выявить и зафиксировать размерные связи звеньев, входящих в состав узла, сохраняя необходимую последовательность расположения размеров в узле и их пространственную ориентацию.

4. Заключительным пунктом размерного анализа узла является качественный анализ звеньев.

При предложенном подходе практически полностью исключается вероятность появления ошибки, и решение задачи на этапе размерного анализа характеризуется определенностью и однозначностью.

Программная реализация данной расширенной методики позволит исключить возможность появления ошибок при решении размерной цепи, и, как следствие, обеспечит установление приемлемых зазоров и натягов в деталях узлов и конструкций при их работе.

## **ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ЧЕРЕЗ ЦИЛИНДРИЧЕСКУЮ СТЕНКУ И МНОГОСЛОЙНУЮ ЦИЛИНДРИЧЕСКУЮ СТЕНКУ**

М.А. Шашков, А.Н. Кузьмин

Научный руководитель – Шибанов А.П., д-р техн. наук, профессор

В докладе приведен порядок проведения тепла через цилиндрическую стенку и многослойную цилиндрическую стенку.

Рассматривается теплопроводность через цилиндрическую трубу с внутренним радиусом  $r_1$ , внешним радиусом  $r_2$  и длиной  $l$ . Внутренняя и внешняя поверхности трубки имеют постоянные температуры  $t_1$  и  $t_2$ , и теплопроводность  $k$  материала трубки постоянна в данном температурном диапазоне. Если оба конца полностью изолированы, тепловой поток ограничивается только радиальным направлением. Кроме того, если темпера-

тура  $t_1$  на внутренней поверхности больше, чем температура  $t_2$  на внешней поверхности, тепло течет радиально наружу.

Довольно часто считается полезным написать уравнение теплового потока через цилиндр в той же форме, что и для теплового потока через плоскую стенку. Тогда толщина  $\delta$  будет равна  $(r_2 - r_1)$ , а площадь  $A$  будет эквивалентной площадью  $A_m$  таким образом:

$$Q = 2\pi kl \frac{(t_1 - t_2)}{\log_e r_2/r_1}.$$

Многослойные цилиндрические стенки часто используются для уменьшения потерь тепла от металлических труб, предназначенных для работы с горячей жидкостью. Труба обычно обернута в один или несколько слоев теплоизоляции, например, паровая труба, используемая для транспортировки пара высокого давления в паровой электростанции, может иметь цилиндрическую металлическую стенку, слой изолирующего материала и затем слой защитной штукатурки.

В случае с многослойной цилиндрической стенкой тепловой поток рассчитывается для каждого слоя, а потом суммируется:

$$Q = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{2\pi k_i l} \log_e \frac{r_{i+1}}{r_i}}.$$

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЭВС НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ**

И.С. Новиков

Научный руководитель – Хрюкин В.И., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время идет интенсивное развитие электронно-вычислительной аппаратуры (ЭВА). Первостепенное значение для такой аппаратуры имеют показатели качества. Качество аппаратуры обеспечивается в первую очередь её конструкцией. В процессе эксплуатации аппаратура подвергается различным механическим воздействиям – вибрациям, ударам и т.д. Поэтому при проектировании конструкций необходимо оценивать качество принятых конструктивно-технологических решений для выбора оптимального варианта.

Методы исследования конструкций при воздействии вибрации и удара: 1) аналитические (метод Релея-Ритца, Брандона); 2) численные (метод конечных разностей).

Расчет аналитическими методами дает хорошие результаты, но в основном для простейших конструкций, к которым относят прямоугольные платы с креплением по контуру, которое рассматривается как жесткое защемление или свободное опирание. Численные методы позволяют оценить прочность наиболее сложных конструкций с неклассическими способами крепления, для которых применение аналитических формул сопряжено с рядом трудностей [1].

С помощью разработанной программы можно исследовать электрорадиоэлементы (ЭРЭ), печатные платы (ПП) и блоки ЭВС на вибропрочность и ударопрочность с помощью вышеупомянутых методов и выбрать оптимальный вариант. Программа для расчета на прочность конструкций ЭВС разрабатывалась в среде Visual Studio 2019. Разработанная программа позволяет определить собственную частоту колебаний, механические напряжения и деформации ЭРЭ, ПП и блоков ЭВС с различными вариантами закрепления. На рис.1 представлен расчет вибропрочности блока. Программа сравнивает расчетные показатели прочности конструкций с допустимыми величинами и выдает результат о соответствии или несоответствии техническому заданию выбранного варианта крепления.

Если прочность конструкции окажется недостаточной, то можно заменить её материал, ввести добавочные элементы крепления, ребра жесткости. Можно применить материалы с хорошо демпфирующими свойствами. В крайне неблагоприятных случаях необходимо вводить систему амортизации [2].

Рис. 1. Расчет прочности блока

#### Библиографический список

1. Талицкий Е. Н. Защита электронных средств от механических воздействий. – Владимир: Владимир. гос. ун-т, 2001. – 256 с.
2. Кольтюков Н. А., Белоусов О. А. Проектирование несущих конструкций радиоэлектронных средств. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 84 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ АКВАРИУМНЫХ РЫБ И БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ УСТРОЙСТВА ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ**

В.А. Макарова

Научный руководитель – Горин В.С., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время происходит широкое внедрение и развитие информационных технологий во все сферы деятельности человека. Если в помещении есть аквариум, он, несомненно, главный элемент в интерьере. Бесшумный и красивый мир аквариума гармонизирует и делает уютней любое пространство. Зная об этом, владельцы предприятий, заведений зачастую используют этот прием, чтобы привлекать посетителей. Поэтому оборудование для аквариума является, непременно актуальной темой.

Система жизнеобеспечения - комплекс функционально связанных систем и средств, служащих для обеспечения жизнедеятельности, функционирования, а также работоспособности системы устройства. Система жизнеобеспечения поддерживает в замкнутом пространстве заданные физические параметры (давление, температуру, влажность и др.) среды обитания аквариумных рыб и беспозвоночных.

Любую систему жизнеобеспечения характеризуют три основных свойства:

- круг задач, которые призвана решать система жизнеобеспечения;
- производительность системы;
- качество её компонентов.

Корпус устройства выполнен на единой конструктивно-технологической базе и имеет унифицированный интерфейс. Тем самым снижаются затраты на разработку конструкции.

Использование прогрессивной компонентной базы в схемных решениях и повышение технологичности конструкции приводят к снижению стоимости аппаратуры. Также в конструкции используются дешевые и легкодоступные материалы.

Данное устройство должно осуществлять управление и контроль основных параметров аквариума.

Принципиальная электрическая схема упрощена, а число внешних устройств сокращено до минимума: датчика температуры воды, ее подогревателя, воздушного компрессора и раздатчика корма.

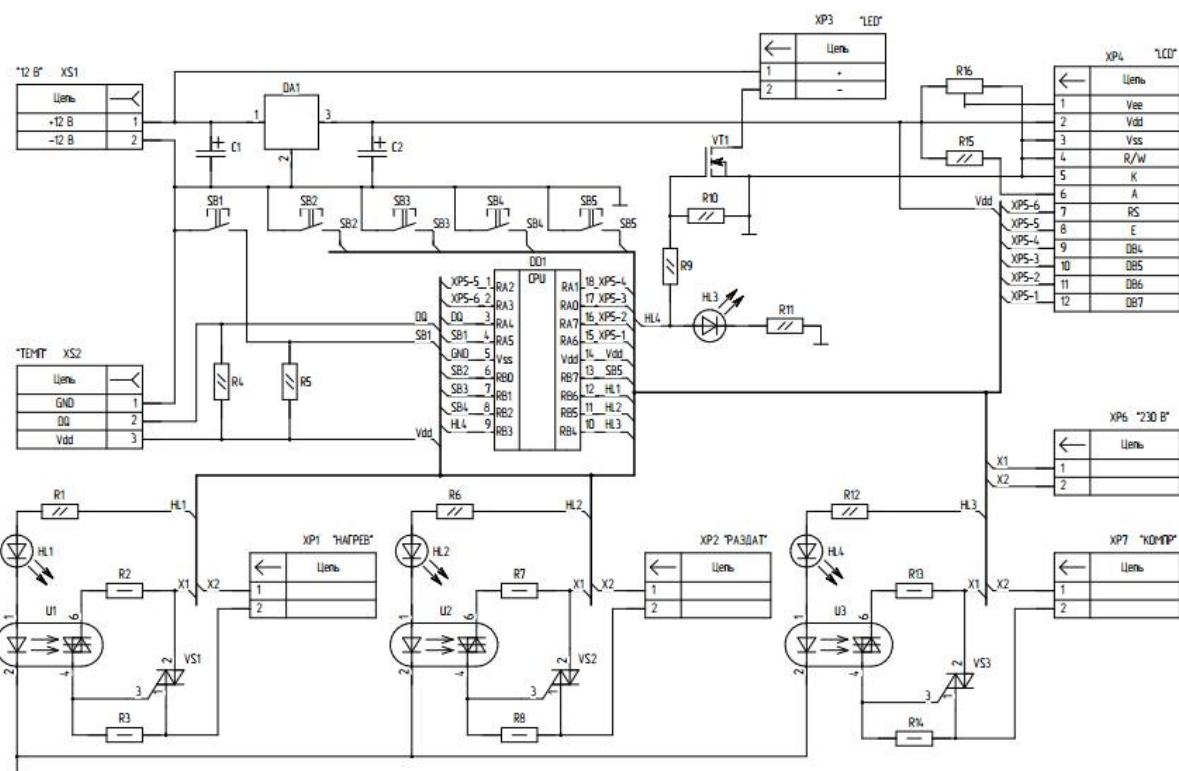


Рис. 1. Расчет прочности блока

Такой механизм пригоден не только для управления аквариумом. На его основе можно изготовить, например, симулятор присутствия людей в помещении, систематически включающий и выключающий освещение и бытовые приборы. По сигналу датчика температуры можно автоматически открывать и закрывать теплицы или включать и выключать отопление в доме.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫМИ СЕТЯМИ

А.И. Кожанов

Научный руководитель – Гостин А.М., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются проблемы, связанные с построением программно-конфигурируемых сетей (ПКС).

Центральной концепцией ПКС является снятие функций по управлению сетями с устройств, оставив им лишь функции по передаче данных.

Наиболее важным элементом ПКС является контроллер. На него ложатся функции поддержания актуального состояния сети, конфигурирования оборудования и реализации политик маршрутизации [1].

Таким образом, контроллер является связующим звеном между сетевым оборудованием и прикладными приложениями. Это подразумевает существование интерфейсов для обеих сторон.

Протокол OpenFlow реализует интерфейс взаимодействия контроллера и коммутаторов в ПКС. Его продвижением и стандартизацией занимается международная организация Open Networking Foundation (ONF) [1]. Дан-

ный протокол предоставляет унифицированный доступ к оборудованию и обладает всеми функциями, для решения задач, возникающих перед ПКС, и де-факто является стандартом.

Однако, протокол взаимодействия контроллера ПКС с приложениями не стандартизирован. Это связано с тем, что ПКС применяются для широкого спектра задач, в том числе, в программах для реализации гибких и функциональных политик маршрутизации, средствах балансировки нагрузки, облачных сервисах и так далее. Поэтому, создание универсального интерфейса с контроллером ПКС представляет собой сложнейшую задачу.

При этом существуют основные требования, предъявляемые к интерфейсу взаимодействия контроллера ПКС с приложениями, сформулированные рабочей группой I2RS (Interface to the Routing System), которые изложены в базовом документе [2]:

- множественные асинхронные операции;
- минимальная блокировка данных при записи;
- несколько управляющих клиентов;
- высокоскоростные дуплексные операции с минимальным временем отклика;

Несомненно, что с учётом текущих стандартов разработка приложений, взаимодействующих с произвольным контроллером, невозможна. Поэтому, стоит обратить на уже существующие разработки с открытым исходным кодом. В качестве таковых в [1] выделяются OpenDaylight, NOX и Floodlight.

Данные проекты полностью отвечают требованиям, а также могут быть свободно модифицированы. Поэтому на их основе могут быть созданы узкоспециализированные контроллеры для решения конкретных задач.

#### *Библиографический список*

1. Чугреев Д.А., Шкребец А.Е., Шевель А.Е., Власов Д.В., Грудинин В.А., Каирканов А.Б., Садов О.Л., Титов В.Б., Хоружников С.Э., Сомс Л.Н. РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С КОНТРОЛЛЕРОМ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЕЙ // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3.;

2. Atlas A., Ward D. Interface to the Routing System Problem Statement [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://datatracker.ietf.org/doc/draft-atlas-i2rs-problem-statement/> (дата обращения: 14.04.2020).

## ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ОХЛАЖДЕНИЯ

А.Д. Данилов

Научный руководитель – Сускин В.В., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается круг проблемных вопросов теории термоэлектрического охлаждения. Анализируется перспектива использования термоэлектрических модулей (ТЭМ) в радиоэлектронных средствах (РЭС), а также внедрение новых материалов для повышения КПД термопреобразователей.

(ТЭМ) — это устройства, в которых активными элементами выступают термодпары из двух разнородных полупроводников с  $p$ - и  $n$ -типами проводимости, связанные между собой коммутационными пластинами и заключённые между двух керамических изоляторов [1].

Одна из основных причин возрастающего интереса к применению термоэлектрического охлаждения связана с экологическими трудностями, предстающими при использовании классических способов получения холода (что приводит к разрушению озонового слоя, парниковому эффекту и т. д.)

Термоэлектрические холодильные установки не несут никакой опасности экологии, обладают высокой износостойкостью и надёжностью, не имеют в своём составе трущихся элементов, а значит, бесшумны в процессе работы, характеризуются отсутствием вибраций, обладают устойчивостью к продолжительному периоду рабочего цикла, не нуждаются в техническом обслуживании.

Несмотря на все значимые преимущества, описанные выше, у термоэлектрических модулей есть один, но весьма существенный недостаток – его сравнительно низкий КПД.

Конструктивное улучшение термоэлектрических элементов (ТЭЭ) невозможно без современных и инновационных предложений по осуществлению контакта полупроводников. Поскольку коэффициенты теплового расширения (КТР) высокочастотных разнородных элементов существенно различаются, то классический способ соединения с помощью коммутационных пластин неизбежно приведет к деформации термоэлектрического модуля, что в свою очередь может привести к разрушению ТЭЭ.

Для повышения данного показателя необходимо внедрение новых материалов и способов соединения полупроводников для увеличения эффективности их использования.

В данный момент уже ведутся исследования и эксперименты по замене жесткого электрического контакта, и использованию в качестве связывающего звена упругого электропроводящего слоя с возможностью эффективного теплоотвода, в качестве такого слоя может выступать эластичный токопроводящий силикон или клей.

Данная технология позволит применять в ветвях термоэлектрических модулей материалы с различными коэффициентами температурного расширения, что значительно повысит КПД модулей, до величины 10-15%, и улучшит их термоэлектрические свойства в целом.

1. Иоффе А. Ф., Стильбанс Л. С., Иорданишвили Е. К., Ставицкая Т. С. Термоэлектрическое охлаждение. М.-Л.: Изд. АН СССР, 1956.

## **ЭЛЕКТРОННЫЙ ПРИВОД ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СУСТАВОВ**

Н.А. Маркова

Научный руководитель – Горин В.С., канд. техн. наук, доцент

Последствием инсультов обычно являются нарушения подвижности суставов конечностей. Для их восстановления используют метод непрерывных пассивных движений (СРМ-терапия). Для реализации этого метода разрабатываются устройства, сгибающее и разгибающее суставы рук, ног, пальцев и не требующее активного сокращения околосуставных мышц. Это позволяет сохранить суставы пациента подвижными, вызывая незначительные боли и дискомфорт.

В современной медицине все большее место стали занимать механизированные и роботизированные аппараты. В частности, методика СРМ-терапии представляет собой лечение больных с помощью непрерывных пассивных движений, совершаемых с помощью различных механических аппаратов. При этом при использовании некоторых из них больной находится исключительно в пассивном положении [1]. Пассивное движение в суставе производится по индивидуально подобранной программе реабилитации, что обуславливает эффективность воздействия. Задача при разработке устройства: обеспечение физиологически естественного пассивного сгибания изолированных суставов рук, ног, пальцев. Для верного выбора режима работы тренажера для пациентов на разных стадиях восстановления должно быть реализовано регулирование основных параметров работы: амплитуда движения, скорость, сила и пауза на сгибании/разгибании сустава.

Тренажер состоит из основания, рамы крепления конечности, подвижной рамы с ремнями для крепления суставов, электродвигателя для движения подвижной рамы, блока управления. Основание и рама могут быть выполнены из алюминиевого уголка, что уменьшит вес устройства без потери жесткости и позволит сократить расходы. Основание следует покрыть мягким материалом для удобного расположения конечности. Подвижная рама приводится в движение электродвигателем, который имеет датчик положения для ограничения крайних положений. Ось подвижной рамы проходит через коленно-локтевые суставы, запястно-пястные суставы кисти. На подвижной раме закрепляются ремни с креплением под суставы, которые необходимо разрабатывать. Для того, чтобы не травмировать суставы при сильной жесткости мышц пальцев, блок управления может остановить движение тренажера при превышении допустимого тока потребления электродвигателя. Блок управления выполняется на микроконтроллере, а для уменьшения его веса и размера изготавливается двухсторонняя печатная плата.

1. Гиниятуллин Н.И. Механотерапия: состояние и тенденции развития / Н.И. Гиниятуллин, И.Р. Гильманшина, В.А. Сулейманова // Медицинский вестник Башкортостана. – 2014. – Т. 9. – №5. – С. 164-169.

# ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И МОНТАЖА КАБЕЛЕЙ

Д.С. Панинская

Научный руководитель – Сускин В.В., д-р техн. наук, профессор

Рассматриваются некоторые существующие разновидности кабелей и их назначение, назначения проводов в кабелях. Анализируются предложенные варианты, и выбирается оптимальный вид кабеля, исходя из назначения.

Кабель – это сборочная единица, объединяющая в себе несколько изолированных проводов, которые объединены общей оболочкой, экранированной или неэкранированной, поверх которой они защищаются различными прочными материалами, также возможен вариант проволочной и бронированной спиральной (используются для укладки под землей, по дну водоемов и для других труднодоступных мест, сложных условий) обмоток.

Кабель является весьма надежным средством соединения радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), и его эксплуатация в составе РЭА возможна в таких режимах, как рабочие и нерабочие. Общая продолжительность определяется сроком службы данной сборочной единицы. Основная доля отказов наступает или при присутствии производственных дефектов в сборочной единице, или при эксплуатации в недопустимых режимах. Требования, предъявляемые к безотказности, которая устанавливается на практике, приводят к тому, что появляется большая необходимость повышения достоверности испытаний для сборочных единиц на надежность.

Несмотря на разнообразие кабелей, выбор нужного вида будет складываться из назначения, присутствующих в нем проводов и, непосредственно, технического задания разработчика.

Для примера рассматривается скрутка четверочная (звездная), которая получила большое распространение. Она образуется в результате свивания четырех изолированных друг от друга жил проводов в одну группу, в которой обязательным условием является общий шаг скрутки, также она дает возможность ставить жилы в примерно одинаковые условия по отношению друг к другу, а также к оболочке кабеля.

Данная звездная скрутка образуется в процессе свивания четырех изолированных жил в одну группу (рис. 1) [1].

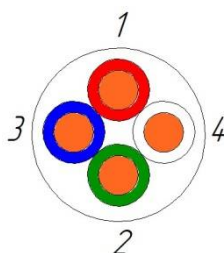


Рис. 1 – Звездная скрутка жил в четверке

1. Мищенко Е.Н. Симметрирование низкочастотных кабелей связи: учебно-методическое пособие к лабораторной работе. - ФГБОУ ВО РГУПС. - Ростов н/Д, 2017. - 3 с.

## **ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЕЙ**

Н.С. Потапкина

Научный руководитель – Перепелкин Д.А., д-р техн. наук, профессор

Программно-конфигурируемые сети (ПКС) – это гибкая современная архитектура, быстро подстраиваемая под постоянно изменяющиеся системы и приложения.

Большинство исследований ПКС основаны на теоретических данных, однако для их подтверждения требуется практическая проверка данных моделирования и физическая реализация исследований. Особенно это важно при сборе информации о производительности, безопасности, мониторинге трафика, где результаты необходимо получать на реальном оборудовании, а не в симуляции.

Программно-конфигурируемые сети систематизируют управление, отделяя его от функции передачи данных в дискретных сетевых устройствах, т.е. позволяют отдельно программировать управление сетью и структуру приложений [1]. В отличие от классической сетевой архитектуры, централизованный контроллер ПКС направляет коммутаторы для организации сетевых функций в любое место, независимо от конкретных сетевых соединений между сервером и устройствами, отдельные устройства здесь не принимают решение о трафике на основе своих настроенных таблиц маршрутизации. Поэтому основным достоинством программно-конфигурируемых сетей является их гибкость и возможность быстрого перестроения под меняющиеся условия.

В основном возможности работы с программно-конфигурируемыми сетями доступны только администраторам крупных корпоративных сетей, имеющих для своей работы дорогостоящие коммутаторы. Однако одним из устройств, дающим возможность работать с ПКС, является коммутатор Zodiac FX, имеющий габариты размером с ладонь и небольшую стоимость. Данная плата позволяет любому пользователю отслеживать использование домашней сети, предоставлять гостевой допуск, защищать домашнюю сеть от вторжений.

Zodiac FX имеет 4 порта Fast Ethernet 10/100 со встроенными магнитами, поддерживает несколько версий OpenFlow, VLAN 802/1q для 64 групп из 4096 идентификаторов и некоторые другие функции, доступные, в основном, только на коммутаторах OpenFlow стоимостью в тысячи долларов. Также достоинством данного коммутатора является то, что его прошивка является полностью открытой, т.е. пользователь может как скачать исходный код с официального сайта, так и создать собственную пользовательскую версию.

Таким образом, ПКС открывают возможности как для промышленности и бизнеса, так и для любого единичного пользователя. Программно-конфигурируемые сети позволяют решать задачи повышения пропускной способности каналов, упрощения управлением сетью, а также перераспределения нагрузки сетей.

1. Кузьменко Н.Г. Компьютерные сети и сетевые технологии. – Санкт-Петербург: Наука и Техника, 2013. - 368 с.

# ОБЗОР МЕТОДОВ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТУРНОГО АНАЛИЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ OPENCV

М.А. Бушев

Научный руководитель – Орехов В.В., канд. техн. наук, доцент

Одним из инструментов работы с цифровыми изображениями является библиотека компьютерного зрения OpenCV. Это свободно распространяемая библиотека, реализованная на C/C++. В данной работе рассмотрены основные функции OpenCV, которые позволяют производить контурный анализ изображения.

Контурный анализ представляет собой совокупность методов выделения, преобразования и описания контуров изображения. При реализации контурного анализа можно выделить следующие основные этапы:

1. Предварительная обработка изображения. Сначала исходное изображение преобразуется в градации серого. Данное преобразование выполняется с помощью функции *cvtColor* указанием кода *CV\_BGR2GRAY*. Следующим этапом предварительной обработки является подавление шумов. Для этого могут использоваться функции: *medianBlur* – медианная фильтрация, *bilateralFilter* – двустороннее сглаживание, *GaussianBlur* – фильтр Гаусса.

2. Выделение границ на изображении. Для реализации этого этапа можно воспользоваться несколькими методами, представленными в библиотеке OpenCV: *Sobel* – применение оператора Собеля, *Laplacian* – применение оператора Лапласа, *Canny* – применение детектора границ Кэнни. На практике было выяснено, что для последующего выделения контуров наиболее подходящим является изображение, обработанное детектором границ Кэнни.

3. Поиск контуров. Для выполнения этого шага в OpenCV предусмотрена функция *FindContours*. Она позволяет найти контуры на бинаризованном изображении и вернуть их в отдельном списке. В функции предусмотрены различные методы поиска контуров, а также настройка способа их аппроксимации.

4. Получение свойств контура. OpenCV позволяет получить следующие свойства контура: моменты, используя функцию *cvMoments*, площадь, используя *cvContourArea* и периметр, используя *cvArcLength*. В дальнейшем эти свойства могут быть использованы для фильтрации ненужных контуров или же сравнения их между собой.

5. Сравнение контуров. Для сравнения двух контуров между собой может быть использована функция *matchShapes*. Она производит сравнение, используя нормализованные центральные моменты. Результатом функции является вещественное число, отражающее степень различия рассматриваемых контуров.

В результате проведенной работы можно сказать, что библиотека OpenCV содержит все необходимые функции для выполнения контурного анализа изображения, а также позволяет выбрать различные пути обработки при прохождении через указанные этапы.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА НА БАЗЕ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА**

А.С. Соловьева

Научный руководитель – Бакулева М.А., канд. техн.наук, доцент

В докладе проектируется мультисервисная сеть связи коттеджного поселка. Приводятся основные особенности способов построения, достоинства и недостатки, а также оптимизация сети связи для обеспечения требуемой мощности и стабильности сигнала.

В современном мире актуальной является проблема прокладки сетей, для обеспечения жителей телекоммуникационными услугами связи. Целью проекта является разработка и проведение оптимизации мультисервисной сети связи в коттеджном поселке. Для начального этапа с застройщиком было согласовано разработать сеть для уже готовых участков в количестве 123, с возможностью последующего масштабирования сети. Предполагается предоставление услуг видеонаблюдения, доступа в интернет 100 Мбит/с, IPTV.

Первой проблемой является ослабление сигнала на участке от центрального узла до абонента, причиной которого являются затухание сигнала в волокне, потери на всех видах соединений, потери на сплиттерах. Решением данной проблемы будет являться подбор наиболее подходящего оборудования, исходя из расчетов оптического бюджета и затухания сигнала в линии, а также подбор топологии сети [1].

Второй проблемой является смешивание абонентского трафика с трафиком от видеокамер. Для того чтобы потоки данных с камер видеонаблюдения не смешивались с абонентским трафиком, потребуется разделить сеть на изолированные сегменты – VLAN.

Третьей задачей является мониторинг объема трафика абонентов, который позволит считать плату за конкретный вид трафика, при этом вывести новые тарифы, что будет являться оптимизацией сети. Для выполнения этой задачи можно воспользоваться межсетевым экраном. Проходя через сетевой экран, захваченные данные позволяют учесть трафик пользователей сети и самого сервера, включая трансляцию адресов [2]. Задачей является сформировать правило захвата и поставить его в нужное место. Так же для оптимизации сети необходимо рассмотреть компрессию данных, кэширование, оптимизацию работы TCP-протокола и оптимизацию логики функционирования бизнес-приложений. На основе внедрения оптимизации ожидается добиться уменьшения трафика приблизительно в 1,5-2 раза и увеличить скорость отклика приложений.

### *Библиографический список*

1. Леонов А., Конышев В. Технология PON – эффективная сеть доступа. // CONNECT - 2007. - №7. – С. 110-114В.
2. Олифер, Н. Олифер, Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. - Питер: Учебник для вузов, 2017 – С. 310-348.

## **СУТЬ И ПРЕИМУЩЕСТВА АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ОСНОВНЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ**

Г.А. Казанков

Научный руководитель – Скворцов С. В., д-р техн. наук, профессор

По своей природе человек всегда стремится к максимально прибыльному и минимально затратному делу. Это отслеживается как в истории человечества, так и в истории прогресса. Явным примером может служить простая последовательность человеческих технологий для вспашки полей: мотыга, плуг, трактор – от прямого ручного труда несколько десятков людей этот труд был постепенно перенесен на несколько пар людей с лошадью, а потом на одного человека с машиной. В данной статье рассказывается о новом ветке технологий производства, который может в скоро будущем заменить большую часть станков, изменить саму технологию постройки зданий. Речь идет об аддитивных технологиях [1].

Основной принцип аддитивных технологий заключается в послойном наращивании и синтеза объекта с помощью компьютерных 3d технологий. Изобретение принадлежит Чарльзу Халлу, в 1986 г. сконструировавшему первый стереолитографический трехмерный принтер [2], однако широкое развитие и распространение аддитивные технологии получили лишь в наши дни.

Материалы, используемые в аддитивных технологиях:

- воск;
- гипсовый порошок;
- жидкие фотополимеры;
- металлические порошки;
- разного рода полиамиды;
- полистирол.

Все эти технологии способствуют производству большого спектра полезных вещей для быта, досуга и безопасности человека, однако аддитивные технологии получили не менее широкое распространение и в производственных сферах, таких как строительство, машиностроение, судостроение, космонавтика, а также фармакология и медицина. Например, существуют целая отдельная категория принтеров для трёхмерной печати в стоматологии.

Существуют 5 перспективных направлений аддитивных технологий в сфере полимерной и пластиковой печати:

1. В FDM-печати изделие формируется послойно из расплавленной пластиковой нити, подаваемой из печатающей головки, называемой «экструдер»;
2. CJP-печать, которая является единственным видом трехмерных принтеров, способных к полноцветной печати. Данная печать, основанна на принципе склеивания порошка, состоящего из гипса;
3. Суть SLS-печати заключается в технологии лазерного спекания, при которой образуются особо прочные объекты;
4. MJM-печать представляет собой многоструйное 3d моделирование с использованием фотополимеров и воска;
5. В SLA-печати с помощью лазера происходит послойное отвердевание жидкого полимера [3].

Так же существуют две технологии металлической печати: Выборочное лазерное плавление, называемое так же SLM-печать, и прямое лазерное спекание металлов, именуемая DMLS-печатью. Обе эти технологии представляют собой лазерную печать металлическим порошком. Они отличаются тем, что при SLM-печати порошок плавится, а при DMLS-печати порошок запекается, не переходя в жидкое состояние [4].

Преимуществами аддитивных технологий можно назвать:

- Почти полная безотходность;
- Низкий процент брака;
- Крайне высокая степень автоматизации;
- Мобильность;
- Возможность создания особых характеристик изделию за счёт

разнообразия материалов для печати. Так, например существуют материалы способные полностью идентичные керамике, стеклу и резине, не говоря уже об использовании в FDM печати биоразлагаемого пластика.

#### *Библиографический список:*

1. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. — Москва: Академия, 1999.

2. Смирнов, В.В., Барзали В.В., Ладнов П.В. Перспективы развития аддитивного производства в российской промышленности // Опыт ФГБОУ УГАТУ. Новости материаловедения. Наука и техника. №2 (14). 2015. С. 23-27

3. Сироткин О.С. Современное состояние и перспективы развития аддитивных технологий // Авиационная промышленность. 2015. № 2. С. 22-25.

4. Шевченко Д.Ю. Аддитивные технологии в машиностроении // Комплексные проблемы развития науки, образования и экономики региона: Научно-практический журнал Коломенского института (филиала) МГМУ (МАМИ). 2015. № 2 (7). С. 89-97.

## **ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

С.А. Крылов

Научный руководитель – Скворцов С.В., д-р техн. наук, профессор

Интеграция разнородных решений и систем является довольно крупной проблемой ИТ-инфраструктуры [1].

Во-первых, использование информационных технологий на разных этапах производства ведет к крупномасштабному увеличению объемов обрабатываемой информации.

Во-вторых, требуется информационное обеспечение сквозных бизнес процессов для отдельных подразделений компании, и организация обмена данными между информационными системами внутри них.

К основным факторам, влияющим на сложность интеграции, относятся:

- распределенность – рассредоточенность, как географическая, так и логическая;

- нагрузка на систему – количество пользователей, объемы данных и т.д.;
- гетерогенность – поддержка нескольких различных платформ;
- мобильность пользователей;
- быстродействие – скорость обработки запросов, зачастую требуется режим работы в реальном времени;
- безопасность – работа, как в корпоративных сетях, так и сетях общего доступа;
- непрерывность работы – интеграция, как правило, должна производиться без приостановки функционирования уже существующих систем.

Для нивелирования отрицательного влияния данных факторов используются различные методы интеграции.

Во-первых, самый простейший метод – “точка-точка”. Для связи разрабатывается отдельный программный модуль. Преимуществом является простота реализации, к недостаткам же относятся как высокая стоимость поддержки и плохая масштабируемость, так и сложность разработки алгоритмов синхронизации данных.

Во-вторых, введение дополнительного слоя содержащего “Брокер”. Брокер – посредник, связывающий приложения между собой, он обеспечивает взаимодействие только между конечными точками приложений, при этом приложения остаются изолированными друг от друга в остальных контекстах. Его основные функции это организация маршрутизации между приложениями, поддержка механизма взаимодействия и преобразование данных приложения-источника в формат данных приложения-адресата.

В-третьих, использование “шины сообщений” – специального логического компонента. В данном случае приложения не взаимодействуют между собой напрямую, у них остается только одна связь с шиной сообщений. Таким образом, основными функциями шины сообщений являются распределение данных, конвертирование форматов данных, управление бизнес-событиями и преобразование транспортных протоколов. Недостатком данного метода является сложность реализации и как следствие – высокая стоимость. Основными преимуществами являются: возможность легкой замены элементов, масштабируемость, централизованное управление, кросс-платформенность.

1. Морозова О.А. Интеграция корпоративных информационных систем: М80 учебное пособие. – М.: Финансовый университет, 2014. – 140 с.

## АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ТРАНСПОРТА Г.РЯЗАНИ

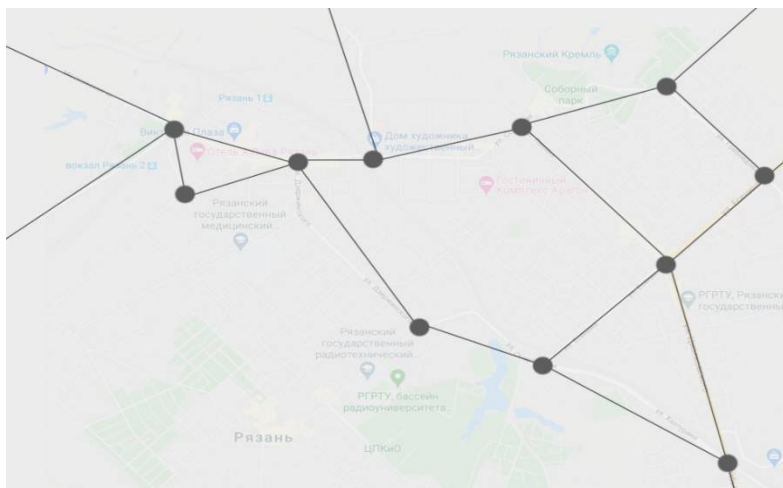
А.Н. Митина

Научный руководитель - Бакулева М.А., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время в Рязани и Рязанской области растет количество личных автотранспортных средств, что ведет к увеличению загруженности транспортной сети (ТС) города.

В транспортной системе Рязани и Рязанской области огромная роль принадлежит автомобильному транспорту. Рассчитано, что пропускная способность улично-дорожной сети (УДС) города 60 автомобилей исходя из 1000 жителей. Уровень автомобилизации значительно превышает эти параметры – свыше 360 единиц автотранспорта на 1000 жителей, в то время как ежегодный прирост количества легкового личного транспорта жителей города составляет 20 - 25%. [1]

На рисунке представлена граф-модель  $G(V, E)$  ТС Рязани, где  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ ;  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$  множество вершин и ребер соответственно.



Рисунок

В действительности УДС города велика и включает в себя больше 1600 узлов ( $v$  – вершин графа), 4400 участков дорожной сети ( $e$  – кол-во ребер) и 1780 примыканий ( $p$  – количество компонент связности). Фактически, чем больше количество независимых замкнутых контуров в графе, тем сильнее связан граф, а следовательно, более развита сеть.

Число циклов  $\mu$  рассчитывается по формуле (1):

$$\mu = e - v + p. (1)$$

Расчётное значение для модели на рисунке:  $\mu = 9$ , что говорит о том, что ТС г. Рязани достаточно развита. Вместе с этим необходимо определить пропускную способность, которая рассчитывается как произведение максимальной пропускной способности, зависящей от количества полос движения, на итоговый коэффициент  $B$  снижения пропускной способности (формула 2):

$$P = B \times P_{max}. (2)$$

Где итоговый коэффициент  $B$  определяется как произведение всех частных коэффициентов на характерном участке (3):

$$B = \beta_1 \times \beta_2 \times \dots \times \beta_n. (3)$$

Перевозка пассажиров осуществляется наземным электрическим и автомобильным транспортом. За февраль 2020 года было перевезено 5,6 млн. пассажиров, а пассажирооборот составил порядка 51,7 млн. пасс.-км [2]. Высокая интенсивность движения притягивает пассажиропоток, однако система общественного транспорта не справляется с ним должным образом.

Выявлены основные недостатки ТС Рязани, а именно:

- пропускная способность основных магистральных улиц, особенно в центре города не справляется с интенсивностью движения автотранспорта;
- уровень автомобилизации значительно превышает параметры пропускной способности УДС Рязани;
- система общественного транспорта не справляется с интенсивностью пассажиропотока;

Для решения данной проблемы будет разработан алгоритм оптимизации и повышения эффективности организации ТС муниципального транспорта Рязани, распределение подвижного состава для сглаживания пиковых нагрузок.

#### *Библиографический список*

1. Транспортная статистика Рязани [Электронный ресурс]. URL: <https://ryazan.gks.ru/folder/30464>
2. Показатели социально-экономического развития Рязани [Электронный ресурс]. URL: <https://admrzn.ru/>
3. А. Э. Горев Основы теории транспортных систем: учеб. пособие/СПбГАСУ. – СПб., 2010. – 214 с

## ВИРТУАЛИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАДАЧ В ПКС

И.Г. Осин

Научный руководитель – Перепелкин Д.А., д-р техн. наук, доцент

Одновременно с ростом количественных показателей нагрузки на сети усложнились задачи управления сетями — увеличились их перечень, значимость и критичность, причем на фоне повышения требований к безопасности и надежности. Сети строятся на базе устройств, которые постоянно усложняются, поскольку вынуждены поддерживать все больше распределенных стандартных протоколов (сегодня число активно используемых протоколов и их версий превысило 600), одновременно используя закрытые интерфейсы. В таких условиях провайдеры не могут оперативно вводить новые сервисы, а производители сетевого оборудования не могут быстро модернизировать свои изделия для удовлетворения требований заказчиков. Как следствие, поддержка и управление сложной сетевой инфраструктурой стали искусством, а не инженерией.

Ответом на кризис компьютерных сетей стало появление принципиально нового подхода к их построению — программно-конфигурируемых сетей.

В SDN уровни управления сетью и передачи данных разделяются за счет переноса функций управления (маршрутизаторами, коммутаторами и т. п.) в приложения, работающие на отдельном сервере (контроллере).

Основные идеи SDN:

- разделение процессов передачи и управления данными;
- единый, унифицированный, независимый от поставщика интерфейс между уровнем управления и уровнем передачи данных;
- логически централизованное управление сетью, осуществляемое с помощью контроллера с установленной сетевой операционной системой и реализованными поверх сетевыми приложениями;
- виртуализация физических ресурсов сети.

В архитектуре SDN можно выделить три уровня:

- *инфраструктурный уровень*, предоставляющий набор сетевых устройств (коммутаторов и каналов передачи данных);
- *уровень управления*, включающий в себя сетевую операционную систему, которая обеспечивает приложениям сетевые сервисы и программный интерфейс для управления сетевыми устройствами и сетью;
- *уровень сетевых приложений* для гибкого и эффективного управления сетью.

Одна из идей, активно развиваемая в рамках SDN, — это виртуализация сетей с целью более эффективного использования сетевых ресурсов. Под виртуализацией сети понимается изоляция сетевого трафика — группирование (мультиплексирование) нескольких потоков данных с различными характеристиками в рамках одной логической сети, которая может разделять единую физическую сеть с другими логическими сетями или сетевыми срезами (*network slices*). Каждый такой срез может использовать свою адресацию, свои алгоритмы маршрутизации, управления качеством сервисов и т. д.

Виртуализация сети позволяет: повысить эффективность распределения сетевых ресурсов и сбалансировать нагрузку на них; изолировать потоки разных пользователей и приложений в рамках одной физической сети; администраторам разных срезов использовать свои политики маршрутизации и правила управления потоками данных; проводить эксперименты в сети, используя реальную физическую сетевую инфраструктуру; использовать в каждом срезе только те сервисы, которые необходимы конкретным приложениям.

Для эффективного распределения ресурсов и нагрузки на них необходима программная система планирования задач управления. Виртуальные машины должны быть равномерно и соизмеримо требуемой мощности распределены по узлам сети, которые, в свою очередь, имеют разную как пропускную способность, так и вычислительную мощность. Система планирования поможет увеличить производительность использования программно-конфигурируемых сетей, а также даст возможность дальнейшего развития данной технологии.

### *Библиографический список*

1. Корячко В.П., Перепелкин Д.А. Корпоративные сети: технологии, протоколы, алгоритмы. – М.: Горячая линия-телеком, 2011. – 216 с: ил.

2. Осин И.Г. Разработка программной системы планирования задач управления группами виртуальных машин в ПКС / Информационные технологии, межвузовский сборник научных трудов. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, 2019. – 271 с.

## **ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА**

И.Г. Осин

Научный руководитель – Перепелкин Д.А., д-р техн. наук, доцент

Обеспечение качества программного продукта является неотъемлемой частью процесса создания любого качественного ПО. Компании должны тестировать свои программные продукты, чтобы убедиться, что они соответствуют рыночным стандартам и выполняют свои цели.

Важно понимать, что тестирование проводится не только для устранения ошибок в конце, но и для проверки правильности самого процесса. Вместо того, чтобы находить дефекты, оно занимается предотвращением их на протяжении всего процесса разработки. Раннее тестирование помогает предотвратить дорогостоящие ошибки и расточительную разработку функций, которые пользователям не нужны. По мере развития продукта дальнейшее тестирование и документирование помогают направлять процесс в правильном направлении.

Очень важен такой показатель как «пользовательский опыт» (UX – User experience). Этот показатель может определить общее впечатление пользователей от вашего программного обеспечения и то, будут ли они доверять вашей компании в приобретении дополнительных продуктов.

UX - это опыт работы пользователя с вашим графическим интерфейсом (GUI) и эффективной навигацией по программному обеспечению. Это также подразумевает наличие хорошего синтаксиса или правописания при большом количестве инструкций или интенсивном чтении. Такие вещи могут показаться тривиальными, но они очень важны для первых впечатлений.

Предвидение проблем, которые могут возникнуть при хорошей документации, является примером хорошего тестирования в движении. Это помогает компаниям экономить время и быстрее выводить продукты на рынок, поскольку не удобно ждать появления ошибок, прежде чем их исправлять. Хорошая документация также устраняет лишний код или ненужные функции и позволяет таким важным аспектам, как безопасность, выходить на первый план.

Тестирование сегодня включает в себя определенные этапы, с которыми компании должны быть знакомы. Цикл называется «PDCA» (Plan, Do, Control, Act).

- Plan относится к организациям, которые планируют и устанавливают цели, связанные с процессом, чтобы найти правильный процесс для продукта высокого качества.

- Do относится к процессам разработки и тестирования при внесении изменений.

- Control относится к мониторингу процессов при их изменении и проверке их соответствия целям.

- Act относится к осуществлению действий, которые улучшат общий процесс.

Тестирование начитывает 4 уровня, 3 глобальных вида и около 15 подвидов. В тестировании используются свои уникальные артефакты и техники тест дизайна.

- Уровни тестирования: компонентное, интеграционное, системное, приемочное.

- Виды тестирования: функциональное, нефункциональное, связанное с изменениями.

- Подвиды тестирования: тестирование безопасности, тестирование взаимодействия, тестирование на отказ и восстановление, нагрузочное тестирование, регрессионное тестирование, дымовое тестирование и т.д.

- Артефакты: план тестирования, тестовые случаи («кейсы»), дефект («баг»).

- Техники тест дизайна: эквивалентное разделение, анализ граничных значений, причина\следствие.

*Библиографический список*

1. Савин Р. Тестирование Дот Ком. – М.: Дело, 2007. – 312 с: ил.
2. Про Тестинг – Тестирование Программного Обеспечения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.protesting.ru/>

# СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО И МУНИЦИПАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ»

## МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА КРЕДИТОВАНИЯ КЛИЕНТА

С.А. Моньяков

Научный руководитель — Крошилин А.В., д-р техн. наук, профессор

Рассмотрим проблему процесса принятия решения в вопросах кредитования клиента. Самая сложная задача это подбор необходимой альтернативы кредитования, на которую влияет многокритериальность различных условий кредитования данного клиента. Поэтому для получения информации о показателях важности необходимой альтернативы кредитования лучше всего использовать модифицированный метод анализа иерархий. Получение конечного результата такого метода можно определить по пяти пунктам: 1) составление вопросов для определения предпочтений клиента, 2) метод задания весовых коэффициентов на каждый из вопросов, 3) использование метода попарных сравнений, 4) проведение опроса клиента, 5) получение конечного результата и принятие решение по полученным результатам. Критерии — это коэффициенты, по которым происходит попарное сравнение альтернатив кредитования, которые определяются консилиум экспертов в данной области. В нашем случае для каждого вопроса определяется свой критерий. Альтернативы кредитования — это коэффициенты, полученные при программном вычислении матриц парных сравнений, получают веса или относительные важности этих вариантов [1]. Самая большая весомость является наиболее лучшим вариантом.

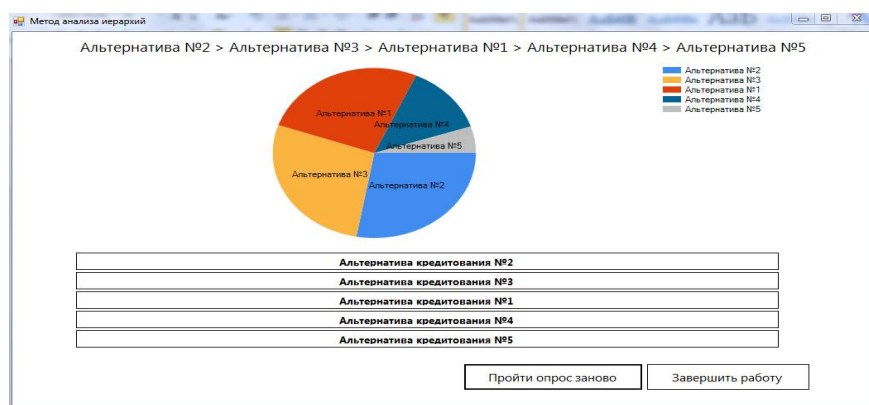


Рисунок 1 — метод анализа иерархий  
для выявления лучшей альтернативы кредитования

Полученные результаты в ходе компьютерного моделирования показывают, какие альтернативы кредитования превосходят друг друга. От самой лучшей к самой худшей (рис.1). Данный метод улучшает возможности выявления необходимого способа кредитования клиента и повышает надежность для лиц, принимающих решение.

1. Саити Т. Принятие решений: метод анализа иерархий/пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. Москва «Радио и связь». 1993г.

## РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВРЕМЕННОГО РЯДА И ОБОСНОВАНИЕ ПОРЯДКА ПОЛИНОМА МОДЕЛИ ТРЕНДА

М.Ю. Жукова, И.В. Астанкович

Научный руководитель – Бубнов С.А., канд. физ.-мат. наук, доцент

Во многих случаях для описания длительных эволюций ряда, представляющих его тренд, удастся ограничиться полиномиальной моделью или разложением по какой – либо системе ортогональных многочленов. В простейшем варианте принимается, таким образом,  $g(t, a) = \sum_{i=0}^m a_i t^i$  и проблема окончательного построения модели тренда сводится к обоснованному выбору порядка  $m$  многочлена. Здесь может оказаться полезным, так называемый метод последовательных разностей. Он основывается на том, что взятие разностей от многочлена приводит к понижению порядка многочлена.

Разумеется, разность любого порядка от многочлена с наложенной на него стохастической составляющей не будет обращаться в 0, но эмпирическая дисперсия разности по мере увеличения порядка разности  $k$  стремится к некоторому постоянному значению, достигаемому при  $k \geq m + 1$ . Это позволяет следующим образом организовать процесс определения порядка  $m$  полиномиального тренда.

Последовательно вычисляются разности 1 – го, 2 – го и т.д. порядков исходного ряда  $y[t]$ , т.е. строятся разностные ряды:  $\Delta^k y[t], t = 0, 1, \dots, N - k$ ,  $k = 0, 1, \dots$ . Для каждого из них вычисляется статистика:

$$D_{\Delta}(k) = \frac{1}{C_{2k}^{N-k}} \sum_{i=1}^{N-k} (\Delta^k y[i])^2,$$

Регистрируется такое значение  $k = k^*$ , начиная с которого статистика  $D_{\Delta}(k)$  перестает изменяться, т.е. стабилизируется. Тогда приближенно принимается  $m = k^* - 1$ .

Положим, что математическая модель временного ряда имеет первый порядок. Принимая в качестве математической модели линейный тренд, регрессионная модель имеет следующий вид:  $y = \alpha_0 + \alpha_1 t + \varepsilon$ . Для точного описания уравнения регрессии необходимо узнать условный закон распределения зависимой переменной  $y$  при условии, что переменная  $x$  примет конкретное значение.

В статистической практике такую информацию получить, как правило, не удастся, так как обычно исследователь располагает лишь выборкой пар значений  $(x_i, y_i)$  ограниченного объема  $n$ . В этом случае речь может идти об оценке (приближенном выражении, аппроксимации) этих коэффициентов  $\alpha_0, \alpha_1$  с помощью которых для исходных данных будут справедливы следующие соотношения:  $y_i = \alpha_0 + \alpha_1 t + e_i, i = \overline{1, N}$ . Далее находим оценки параметров уравнения регрессии по формуле МНК и вычисляем значения тренда для каждого момента времени.

Рассматриваемая в статье процедура разработки математической модели временного ряда и определения порядка полинома модели тренда, может быть применена при построении точечного и интервального прогноза. Прогнозирование же является неотъемлемой частью планирования и управления любой организации.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПРЕМИРОВАНИЯ СОТРУДНИКОВ**

М.Ю.Жукова, И.В. Астанкович

Научный руководитель – Бубнов С.А., канд. физ.-мат. наук, доцент,

Проблема премирования сотрудников в вопросе размера оплаты труда относится к категории слабоструктурированных задач, традиционно сводящихся к принятию решений.

Обеспечение эффективной работы и конкурентоспособности предприятия достигается за счет того, что сотрудники рассматриваются как главный стратегический ресурс, обеспечивающий деятельность организации и достижение поставленных целей. Задачи поощрения через премирование составляют основу повышения уровня работоспособности. В этом случае средства, вложенные в развитие человеческих ресурсов, превращаются в инвестиции, а не в затраты. Поэтому в последние годы в таких задачах компьютерные технологии находят все более широкое применение.

Задачи, решаемые в данной сфере, объединяет то, что в качестве исходных данных используется определенное число оцениваемых объектов (сотрудников), и эти объекты характеризуются сочетанием разнородных признаков (разный объем, сложность, тип работы), т.е. эти задачи являются многокритериальными, они должны принимать во внимание множество факторов, оценивать большое количество воздействий, предпочтений, интересов и результатов, характеризующих альтернативы. Объем, количественный и качественный характер, необходимость учитывать взаимосвязь многих факторов, динамичность ситуации создают для руководителя трудности в процессе принятия решения по премированию.

Система поддержки принятия решений (СППР) предназначена для получения такого набора значений, который позволяет получить желаемое состояние заданного множества выходных показателей. В нашем случае мы можем получить показатели коэффициента премирования. Так же в СППР должен присутствовать базовый вариант, сочетающий входные и выходные параметры, принятые в качестве нормы, т.е. у каждого сотрудника при отсутствии ошибок есть базовый показатель премирования. Для реализации такой СППР предлагается выполнение ряда этапов:

1. Выбор модели получения коэффициентов премирования, ее программная реализация и модификация.
2. Формирование целевого критерия модели.
3. Определение выходных переменных модели, желаемых значений, разрешенных ошибок.
4. Определение набора управляющих воздействий и границ их отклонения.
5. Нахождение оптимальных наборов значений управляющих воздействий.

Система поддержки принятия решений позволяет облегчить работу руководителям организаций и повысить ее эффективность. Данные информационные системы позволяют повысить контроль деятельности предприятия.

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ В РЕГИОНАХ (НА ПРИМЕРЕ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Е.А. Семина

Научный руководитель – Богачева О.А., канд. экон. наук, доцент

Отношение к молодежи всегда являлось актуальным как для государства, так и для общества. Стоит отметить, что немаловажную роль при становлении молодежи играют и органы местного самоуправления, которые реализуют молодежную политику.

Численность молодежи в Рязанской области в последние годы имеет тенденцию к снижению. Доля молодежи по отношению к общему количеству населения в Рязанской области на 2019 года составила всего 15,6%, для сравнения в 2015 году этот показатель был 18,45% [1].

Значимой проблемой молодежи является не умение практически реализовывать свой потенциал, она не имеет опыта участия в решениях социально значимых задач. При этом современное поколение обладает большими возможностями. Поэтому молодым людям необходимо создать условия для профессиональной и творческой самореализации. В нашей статье мы рассмотрели несколько способов борьбы с этими проблемами на примере Рязанской области.

Одним из способов борьбы стали гранты Губернатора Рязанской области на реализацию молодежных проектов, которые впервые были выданы в конце 2019 года. По итогу победитель грант в размере 71 857 рублей. Данный проект оказывает поддержку молодёжным и общественным инициативам. Дает им возможность реализовать свой проект на территории Рязанской области.

Также в статье говорится и о программе открытых стажировок в исполнительных органах государственной власти Рязанской области, который был реализован первый раз в 2017 году. Данный проект привлек внимание заинтересованной молодежи к работе органов власти, а также помог знакомству с их деятельностью.

Нашей статьей мы пытались показать, как в Рязанской области местные органы власти пытаются решить проблемы, связанные с молодежной политикой. Примеры говорят о том, что в Рязанской области происходит поддержка талантливой молодежи и организация ее профессиональной ориентации. А формирование конкурентоспособного молодого поколения и есть главная цель государственной молодежной политики.

1. Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Рязанской области/ Официальный сайт /[электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ryazan.gks.ru/> . (Дата обращения 29.03.2020 г.)

## **АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА РАЗВИТИЯ КОНКУРЕНЦИИ В СФЕРЕ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

С.В. Демидова

Научный руководитель – Горбова О.Ю., к.э.н.

Образование в жизни играет важную роль, так как оно необходимо как для человека, так и для развития страны в целом. Сегодня недостаточно получить образование, а важно уметь применить полученные знания на практике. В рыночной экономике образовательные организации осуществляют свою деятельность в условиях конкуренции. В наши дни мировое сообщество определяет содержание нового образования, разрабатываются и внедряются новейшие технологии обучения, постоянно совершенствуется образовательный процесс. Во многих странах уделяется большое внимание и время анализу рынка образовательных услуг.

В развитых странах система образования подвергается реформам и изменениям. Они влияют на качество образования.

Целью исследования стал анализ системы общего образования на примере ведущих стран Японии, Германии, США и России.

Япония. Анализируя систему образования Японии можно сказать, что школьное образование имеет деление на младшую, среднюю и старшую школу. Отличием является, что старшая школа является платной. К достоинствам относится высокая степень качества образования, плотный график учебы, высокая посещаемость.

Германия. Обучение длится 13 лет. Отличительной особенностью является ориентированность школы на будущую профессию ученика. Выбор средней школы зависит от того кем себя видит ребенок в будущем. Еще одна особенность – образование является бесплатным. Достоинством обучения – большой выбор школ, качественное образование, жесткий отбор для обучения в гимназии. К недостаткам можно отнести строгий распорядок дня, определение будущей специальности уже после начальной школы.

США. Отсутствует единая система образования. Программы школ не имеют единого плана, каждый штат, в котором расположена школа, в праве определить свою структуру образования. Единых стандартов образования не существует. Качество обучения зависит от школы, так как объем материала определяется преподавателем отдельно. В старших классах ученик имеет право на выбор учебных дисциплин. Особенностью обучения является направленность на развитие творческих способностей.

Россия. Образование представляет собой единый целенаправленный процесс, который осуществляется в интересах человека и государства. Большое количество предметов, частое проведение контроля знаний, способствующее улучшению контроля освоения предмета. В отечественной системе образования есть недостаток, это переагруженность учебного материала фактическими данными. В связи с этим у учащихся перегрузка памяти, собственно вызывает трудности перенести знания в бытовую жизнь.

Таким образом, система образования других стран имеет схожесть с Российской системой образования, но существуют перспективы и тенденции развития конкуренции в образовании.

## **ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ ДОВЕРИЯ К ПРАВИТЕЛЬСТВУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2010-2020Г**

П.Е. Красавин

Научный руководитель – Перфильев С.В., д-р экон. наук, профессор

В работе рассматривается вопрос доверия населения страны к правительству Российской Федерации, в частности осуществляется сравнительный анализ уровня доверия к правительству среди различных стран, а также общероссийского уровня доверия с уровнем доверия на территории Рязанской области.

Целью работы является сравнительный анализ общероссийского уровня доверия к правительству Российской Федерации с уровнем доверия на территории Рязанской области в промежуток с 2010 по 2020 годы. Для получения результатов об уровне доверия к правительству используются данные полученные на основе проводимых опросов, связанных с темой институционального доверия на мировом, общероссийском и региональном уровне.

Анализ изменения общероссийского уровня доверия осуществляется с помощью сравнения ежегодного опроса на тему "институционального доверия", который публикуется на интернет ресурсе Левада-центра. Для сравнения уровня доверия к правительству среди других стран осуществляется сравнительный анализ уровня доверия на основе данных из ежегодного доклада "Edelman Trust Barometer". Также приводятся результаты сравнения общероссийского уровня доверия с уровнем доверия на территории Рязанской области, который формируется за счет данных, полученных благодаря проводимым опросам "о доверии к государственным и социальным институтам" на кафедре государственного, муниципального и корпоративного управления.

В заключении рассматриваются полученные результаты сравнительного анализа общероссийского уровня доверия к правительству Российской Федерации с уровнем доверия на территории Рязанской области. Согласно полученным данным делаются соответствующие выводы.

## СЕКЦИЯ «ИНОСТРАННЫЕ ЯЗЫКИ»

### SIMULATION OF TRAFFIC LIGHT CYCLE AT THE INTERSECTION DZERZHINSKY STREET-PERVOMAIISKY PROSPEKT

D.S. Savin

Scientific advisor – Nechayeva I.Y., senior lecturer

One of the topics being discussed today is traffic on city streets. Motorization is growing steadily. According to the latest data from AV-tostat, as of 2018, the number of vehicles per thousand people in Ryazan was 333. Can such a phenomenon be considered positive? What are the consequences of increasing the number of cars in our city? What will change in the life of the citizens of Ryazan? To answer these questions, it is necessary to analyze the transport situation in our city. The simulation will be performed in the PTV Vissim environment. The article about its features of the story was written [1]. To do this, it was necessary to collect data of the intensity of traffic during rush hour. They were collected for December 2019 from 7: 00 to 8: 00. The intersection is shown in figure 1. The collected intensity is shown in table 1.

Table 2 - The results of modelling

№	Time in cycle, sec	Speed, km/h	The length of jam, m	Stops in jam	Amount of cars	Way time, sec
The current variant	423,591842	46,719408	299,836495	977	334	1004,482
The 1st variant	443,673637	43,054986	336,06727	1195	325	1036,402
The 2st variant	403,237143	43,083317	303,247331	949	330	997,4231
The 3st variant	398,340001	41,738422	333,308751	997	284	1019,241
The 4st variant	433,297442	40,717118	368,919691	1143	267	1055,568
The 5st variant	440,485035	42,962136	356,971379	1009	271	1050,433

The first variant is to reduce the time of phase 2 by 30 seconds. The second variant is to reduce the traffic light cycle by 30 seconds. The third variant is to change the order of the signal groups in variant 2. We will make pedestrian signals 7-9 separately active from everyone. The fourth variant: the traffic light cycle will not include 7.8 and 9 signal groups. Variant 5 is to increase the traffic light cycle to 210 seconds. As it can be seen from the result table, the second variant is more acceptable.

1. Савин Д.С. Сравнительный анализ сред разработки по транспортному моделированию / Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2019 [текст]: сб. тр. II междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.3./ под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2019; Рязань. – 140 с.,:

## **THE MAIN CAUSES OF DEFECTIVE PRODUCTS IN ENTERPRISES**

O.V. Leonova

Scientific advisor – Andreyeva G.Yu., senior lecturer

The paper discusses the causes of defective products and the classification of defects by main characteristics.

A defect means that the product does not meet the established requirements. A defective product is a product that has at least one defect. This may indicate that the actual quality level of the product has exceeded its value or one of the requirements contained in the regulatory documentation has not been met.

Examples of defects can be incorrect assembly or adjustment of the device, a scratch on the protective coating of the product, an unacceptably high content of harmful impurities in the product, the presence of burrs on the thread, etc.

Defects are distinguished by the following characteristics: the degree of severity and influence on properties, the presence of methods and tools, the place of occurrence [1].

The procedure for detecting defective products includes the following steps:

1. Registration of non-compliance of products with the requirements of regulatory and technical documentation.
2. Identification of defective products.
3. Identification of the causes and possible consequences of non-compliance.
4. making a decision on the use of non-conforming products [2].

The main reasons for the appearance of defective products are:

- equipment failure, such as delayed maintenance, poor quality of operation, lack of proper control over all production operations;
- use of low-quality raw materials;
- low level of staff qualification, etc.

### *Bibliographic list*

1. ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения
2. Калиниченко Н.П. Атлас фотографий дефектов опасных производственных объектов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Калиниченко Н.П., Калиниченко А.Н.— Томск: Томский политехнический университет, 2013.— 204 с.

## **ADDITIVE TECHNOLOGIES**

P.Yu. Babushkin, A.Ye. Karpinovitch

Scientific advisor – Andreyeva G.Yu., senior lecturer

The technological process does not stand still, every day there is an improvement in digital technologies, which allows you to use innovations in various areas of human life. Additive technologies are the most advanced and popular in the world.

Additive technologies are layer-by-layer build-up and synthesis of an object using 3D computer technologies. The invention belongs to Charles Hull, who designed the first three-dimensional stereolithographic printer in 1986. In modern industry, there are several different processes that result in a 3D object model:

- UV-irradiation;
- extrusion;
- jet spraying;
- fusion;
- lamination.

Materials used in additive technologies:

- wax;
- gypsum powder;
- liquid photopolymers;
- metal powder;
- various types of polyamides;
- polystyrene.

Technological progress contributes to the production of many useful things for everyday life, human health and safety, for example, additive technologies in the aircraft industry help to create a more highly economical and lightweight air transport, while its aerodynamic properties are preserved in full. This was made possible by applying the structure of the bird's wing bones principles in the design of aircraft wings [1].

Additive technologies are now common in most industries, such as engineering, construction, medicine, pharmacology, and education.

Advantages of additive technologies

- Improved properties of the finished product. Due to the layer-by-layer construction, products have a unique set of properties. For example, parts created on a metal 3D printer are superior in mechanical behavior, density, residual stress, and other properties to those obtained by casting or machining.

- Large raw material saving. Additive technologies use almost the amount of material that is needed to produce the manufactured product. Whereas with traditional manufacturing methods, raw material losses can be up to 80-85%.

- Ability to manufacture products with complex geometries. Equipment for additive technologies allows you to produce items that can not be obtained in any other way. For example, a part within a part. Or very complex cooling systems based on mesh structures (this can not be obtained either by casting or stamping).

- Mobility of production and acceleration of data exchange. No more drawings, measurements, or bulky samples. At the heart of additive technologies is

a computer model of the future product, which can be transferred in a few minutes to the other end of the world — and immediately start production.

1. Igor V. Shishkovsky New Trends In 3D Printing – Publisher: InTech, London, UK, 2018, 252 pages

## **OVERVIEW OF POPULAR MACHINE LEARNING ALGORITHMS**

A.V. Bogatov, D.V. Plotnikov

Scientific advisor – Andreyeva G.Yu., senior lecturer

When solving user tasks, people usually use universal algorithms, but, unfortunately, this opinion is erroneous, because you need to try all sorts of options, checking the effectiveness of each on a specific set of data, and then choose the best way.

As a rule, the main task of machine learning is to predict the value at some point in time. In this regard, there is a need for the most accurate prediction.

In this regard, there is a huge number of various algorithms and methods of forecasting.

This article presents the most popular and original algorithms used in machine learning today.

### 1. Linear regression

The simplest and most understandable algorithm is linear regression. It consists in the fact that the entire set of points in the planning plane can be described by a single line that divides the entire set of points into two parts. Although this method seems doubtful in terms of accuracy of forecasting, but in some cases, it can give a fairly accurate result with the simplicity of its implementation. The least squares method or the maximum likelihood method can be used to estimate regression coefficients.

### 2. Logistic regression

Often in modern life, it is necessary not just to predict the value, but to answer Yes or no. Logistic regression helps solve this problem. The input of this function can have any values, and the output is always either 0 or 1.

This function represents the probability of an event for a given set of risks.

This model is easy to learn and is ideal for binary choice tasks.

### 3. Decision trees

This algorithm is a simple binary tree that uses input variables to make decisions in its nodes. Thus, each node is a split point for the variable.

The leaves in this case are output variables used for forecasting.

Prediction is performed by searching the tree for the desired node.

Trees are accurate for a wide range of tasks and do not need to prepare data.

### 4. K-nearest neighbors (KNN)

KNN (K-nearest neighbors) is a very simple and efficient algorithm.

The entire set of training data is used for training.

Prediction for a point is performed by searching for K-nearest neighbors on the planning plane. Then the output variable is summed for K instances and the average value is calculated.

This method may not work correctly with a large-dimensional planning space, which may affect the efficiency of the algorithm in solving a specific problem.

#### 5. The support vector machine (SVM)

This algorithm is based on selecting the hyperplane that best separates points in the plane of input variables by class: 0 or 1.

The best and optimal hyperplane is based on the maximum distance between the plane and the points closest to it. These points are called reference vectors. Special optimization algorithms are used to determine the values of coefficients that maximize the difference.

#### 6. Random forest

Random forest is a very popular machine learning algorithm.

Training data is divided into many sub-samples, each of which uses a separate prediction algorithm.

Prediction is performed by calculating each algorithm, followed by averaging the result.

The learning process is based on assigning a sample of data to a specific algorithm based on a random attribute. The resulting models are not very accurate individually, but when they work together, the result is significantly improved.

There are other machine learning algorithms, but the ones listed above are the most popular. They are a good starting point for further training.

## **CHALLENGES OF SCADA SYSTEM SELECTION**

N.V. Bodrov

Scientific advisor – Andreyeva G.Yu., senior lecturer

At the moment, there are many commercial SCADA systems on the market, as well as open source systems. Also, some large companies have the ability to use their own software, but duplicating the results of the activities of specialized SCADA developers is an expensive pleasure that distracts the limited resources of programmers. In this regard, the question arises - what should include a good SCADA-system.

First of all, the developers of the top-level automation system should be interested in the following aspects of the application, ordered by importance:

High-quality documentation - is a key feature when choosing a system. The lack of a description of the operation of key components of the system, an integrated tutorial, a description and methods of eliminating typical errors, as well as examples of projects that demonstrate the capabilities of the package, can turn a trivial task into a week-long search for a solution. It is desirable that the help system is fully and efficiently translated into Russian: programmers in fact should know English, but the localization of the package and its absence in the operational documentation can cause difficulties.

Technical support - determines how much time and effort a system integrator has to spend on mastering all the capabilities of the system.

As a system integrator, you can have projects of various scales: from automation of a water supply system in a pool (up to hundreds of signals) to monitoring and controlling an oil refinery process (tens of thousands of signals). Having various SCADA packages used only for small or only for large systems is impractical. This is the requirement of scalability.

ACS of the enterprise is a complex and multifaceted complex in which SCADA is only one of the components. One of the most important characteristics that determine the applicability of a particular SCADA in large projects is the possibility of their integration with related products (DBMS, report generators, accounting and warehouse programs, spreadsheets, word processors, etc.). This is the principle of openness of the system.

Under the full functionality is understood the ability of the package to solve the whole range of industrial automation tasks put forward before the software at the top level of the industrial control system, and not some subset of them. The package should include powerful and flexible tools that provide the user with the effective creation of screen forms with minimal labor and time. A well-executed technological mimic usually contains a large number of dynamic objects, therefore, the speed of the screen form is of great importance. However, the graphics subsystem should not deprive computer resources for archiving systems, network and inter-task interaction.

Reliability is not only the absence of errors in the program code of the package itself, but also its resistance to errors in external components and to incorrect actions of maintenance personnel. It is desirable to have an access control and management system that can not only restrict user access to system objects (such as databases, process control), but also monitor the actions taken by the operator.

The price of the system includes not only the explicit cost of the package of the executive module and the development module, which may depend on the number of tags and the requested set of functions, but also the price of training to work with the package. For low-budget projects, the cost issue is often crucial. Most companies provide different prices for executive modules depending on the scale of the automation system. However, the price should not be a determining factor in a situation where there is a system that is suitable according to the above criteria and another cheap. In this case, the proverb **"Don't be penny wise and pound foolish"** is more important than ever: there is nothing worse than losing expensive development time to solve problems that are already implemented in another package.

1. Gerasimov A.V., Titovtsev A.S., Design of process control systems using SCADA systems / Ministry of education and science of Russia, Kazan national research technological university - Kazan: Publishing House of KNITU, 2014 .-- 128 p.

## **PERFORMANCE MONITORING AND TROUBLESHOOTING OF RECTIFIER DEVICES**

R.S. Gamazkov

Scientific advisor – Andreyeva G.Yu., senior lecturer

Currently, rectifier devices are widely used in technical means of computer technology, automation, appliances and devices of household appliances, in special radio engineering complexes, in power electrical engineering for converting alternating current into direct current.

Rectifier devices, depending on the output power, can be performed on semiconductor diodes, diode assemblies, blocks and matrices, and diodes can be switched in parallel to produce high currents.

Semiconductor devices are characterized by the occurrence of gradual failures or failures such as breakage, short circuit, as well as in the circuits of rectifiers, diode failures may occur due to the occurrence of overload load modes.

In this regard, the problem of evaluating the operational state of the rectifier device, as well as searching for a failed rectifier diode in the circuit before triggering the protection devices, is acute.

One of the ways to solve this problem is to automatically determine the health parameter of the rectifier device in the event of a rectifier diode failure, and determine the specific diode in the circuit from additional information without disconnecting the rectifier circuit to individual diodes with their further assessment of the state (breakage, short circuit of the junction), as is done in manual diagnostics.

This requires the study of processes in the event of failure of the rectifier devices (open, short) on the output voltage circuit (option health) through the use of Matlab and Simulink.

Based on this modulation, it is necessary to draw conclusions about the behavior of the output voltage of the circuit in case of failures such as open and short circuit. Based on the obtained conclusions, determine the methods of reliability theory for improving the fault tolerance of rectifier devices.

## **DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGICAL CIRCUIT FOR A ROBOT MANIPULATOR**

A.I. Tarakanov, A.O. Shilin

Scientific advisor – Andreyeva G.Yu., senior lecturer

The work is devoted to the study and development of software for controlling a robot manipulator based on the Arduino UNO microprocessor board. The aim of the work is to create a program for controlling a robot manipulator. The scientific novelty of this work lies in the study of Arduino software products and their application in practice.

Today, production is impossible to imagine without modern robotic tools, which are most often represented by robotic manipulators. This is due to several factors. Firstly, the development of the enterprise, from an economic point

of view, very deeply depends on the speed of production, and secondly, the influence of the human factor on the quality of products is minimized.

The volume and pace of work in the field of integrated automation of engineering enterprises are constantly growing [1]. In this regard, industrial robots of various types are increasingly being introduced into serial production.

An industrial robot is an automatic machine, stationary or mobile, consisting of an actuator in the form of a manipulator having several degrees of mobility, and a reprogrammable programmed control device for performing motor and control functions in the production process [2].

To create a manipulator robot control program, the circuit shown in Figure is presented.

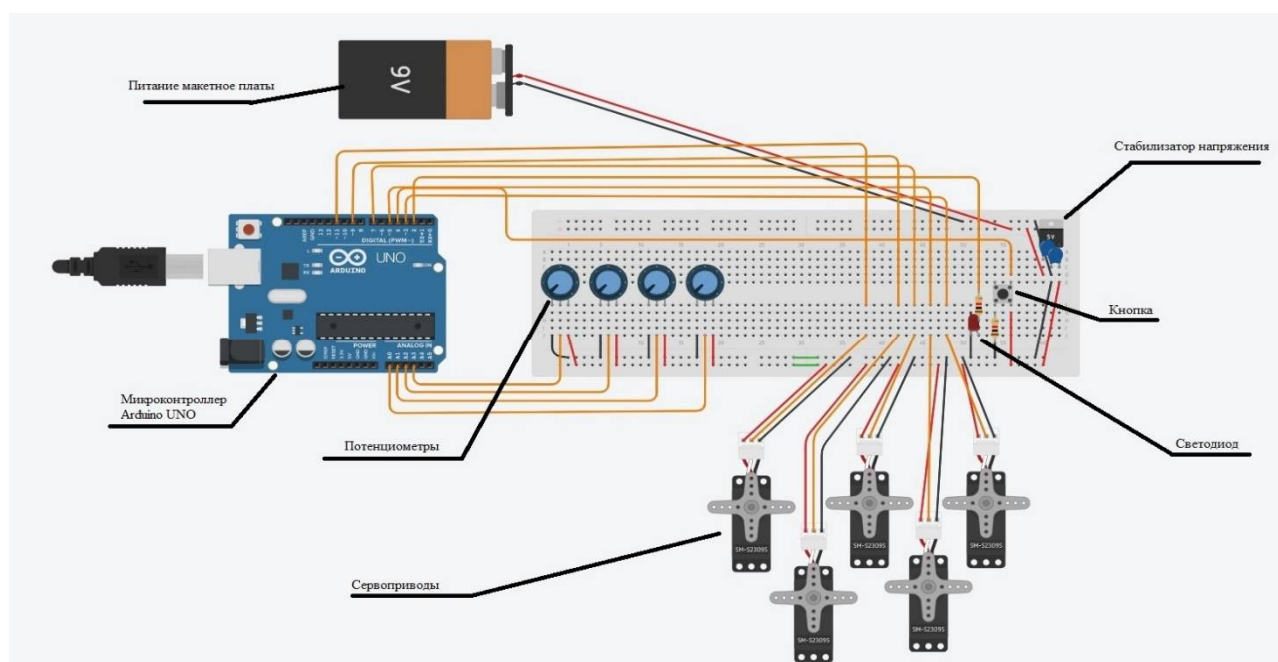


Figure - Scheme of the robot manipulator

When creating the circuit, the Tinkercad Circuits program was used - it is an online electronic circuit designer owned by Autodesk. The designer includes boards and various electronic components. It allows you to create any circuit and check its operability, and also indicates errors when assembling the circuit and writing a program, which will not spoil the equipment when creating a real model.

Tinkercad Circuits has many advantages over other programs, for example:

- convenient graphic editor for the visual construction of electronic circuits, which allows you to create a virtual circuit emulator;
- built-in Arduino editor;
- built-in tutorials;
- you can add or write a library for working with modules.

In this circuit, in addition to the Arduino board, a 9 V battery is used to power the circuit elements. This is due to the fact that when the circuit is turned on, the power consumption of the servo drive is slightly larger than that of the board, so if we connect it directly, the Arduino may fail.

Also, a voltage regulator 7805 and capacitors are installed on the breadboard. The stabilizer converts the voltage of 9 V from the battery to 5 V for

stable operation of the connected circuit elements. Capacitors connected in a circuit with a stabilizer do not allow it to fail, preventing its self-excitation.

The servos used in Figure 1 can be of 2 types: standard (they are small in size, as well as nylon gears) and 9g servos (have high quality performance, metal gears). For this circuit, 2 types of servos are suitable. They work with a rated supply voltage of 5 V with an acceptable range of supply voltages from 4 to 7 V.

The circuit shown in Figure 1 uses a stationary single-turn potentiometer. It includes a sliding element that can be rotated one revolution, or rather, about 270 degrees. A complete turn is not possible because the contact terminals are located on the rest of the turn sector.

#### *Bibliographic list*

1. Industrial robots. L., "Mechanical Engineering" (Leningrad. Department), 1977, 160 pp.
2. Popov E.P., Pismenny G.V., Fundamentals of Robotics: Introduction to Sotsiality: Textbook. for universities for special. "Robototechn. systems and complexes "- M.: Higher. school., 1990 .-- 224 p.: ill.

## **FACE SEARCH METHODS USING CONVOLUTION NEURAL NETWORKS**

N.R. Balabanov

Supervisor – T.A. Rokhlina, Candidate of Philological Sciences

Interpretation of the results of the convolutional neural network is a multi-stage process. Convolutional neural networks are designed to work with images, or rather, with their color matrices, usually reduced to a single matrix of gray gradients – or other words, - matrix of saturation. The convolutional neural network returns the matrix as a result if it is not connected to a fully connected network. Such a case will be considered here.

After receiving a video frame, the network processes it, compresses it and highlights the most noticeable details [1].

In this case, such details will appear in the form of black areas by which the network highlights sharp changes of lines structures and color contrasts. Using a search on the saturations of zones, these regions can be found and marked with red markers – in this case.

In the given example, the search will consist in searching of zones 4 by 4 pixels with minimal color saturation - in the figure, black areas corresponding to them.



Fig. - An example of a face area search.

The oval of the face, in this case, is surrounded by markers - the second task of analysis is to filter out the wrong markers and search for the oval of the face. To do this, the clipping method can be used. First, the analysis will be carried out along the x axis - the program will search for an x-layer with a large number of markers on the image. Then the program will look for a similar area, but along the y axis within the found x-layer.

As a result, it can be noted that an accurate face search requires a decrease in the size of markers and an increase of their number, which will lead to an increase of a required computing power, which may be unacceptable in real-time systems.

1. Demidova L.A., Marchev D.V. The use of recurrent neural networks in the problem of classifying failures of complex technical systems as part of proactive maintenance // Bulletin of the Ryazan State Radio Engineering University. 2019.No. 69.P. 135 - 148.

## **SIMPLIFIED DATA EXCHANGE WITH QR CODE**

I.A. Popkov

Supervisor – Rokhlina T.A., Candidate of Philological Sciences

The topic of simplification and acceleration of the payment data exchange between the organization and the bank is important for clients, which in turn requires a solution. Creating an algorithm that simplifies the transfer of payment data from the organization to the bank and information about payment from the bank to the organization will greatly accelerate and simplify the procedure for paying for the services of an electric grid organization for ordinary people.

Working with the 1C information system [1], where there is no unified integrated data exchange[2] system. When paying for electric company services, employees and users face problems of filling forms with payment data.

Considering methods and solutions in the field of data exchange, you can find a very convenient and modern way of transmitting information. A QR code is one of the areas of augmented reality. It combines real and virtual parame-

ters. Currently, there are a huge number of special services that allow you to generate such code in a few clicks.

If we know the capabilities and advantages of this type of information transfer, is it possible to optimize the work of a large information system for generating customer information by means of a QR code to speed up and simplify data exchange with the bank?

QR code payment technology is new for Russia, but similar solutions exist in other countries for quite some time. Many payment systems provide such services. Noting the advantages of this type of payment data transfer for an organization (seller), one can single out universality for all types of payments, the speed of data transfer to the bank and the return of information about payments, saving resources.

This type of data transfer is necessary for integration into the process of payment for services of the electric grid organization. Mostly, service users live not in the city of Ryazan but in the country, where digitalization has not yet been applied. Most of them are over 40 years old and have never used a computer. The advantages of this type of data exchange is that it can significantly speed up the service time and reduce the number of errors during filling, as well as simplify the whole process.

In view of the above arguments, the development of a unified data exchange system for the power grid organization is a priority.

#### *Bibliographic list*

1. Профессиональная разработка в системе "1С:Предприятие 8": в 2 т./ В.А. Ажеронок, А.П. Габец, Д.И. Гончаров, Д.В. Козырев, Д.С. Куклевский, А.В. Островерх, М.Г. Радченко, Е.Ю. Хрусталева. - 2-е изд. - М.:1С-Публишинг, 2012.

2. Arenas, M.; Barceló, P.; Libkin, L.; Murlak, F. (2014). Foundations of Data Exchange. Cambridge University Press.

## **PARALLEL OR DISTRIBUTED GENETIC ALGORITHM**

I.A. Muzyukin

Scientific adviser – Saprykin A.N., cand.tech. sciences, docent

Parallel or, as they are also called, distributed genetic algorithms have been developed to reduce the execution time of a simple genetic algorithm and find optimal solutions in large search spaces. When solving many problems, it is no longer the binary representation of the individual that is used, but more complex structures - arrays (matrices) of real numbers, linked lists, trees, graphs, etc. Therefore, the calculation of the value of the fitness function for each individual, a potential solution to the problem, is often the most time-consuming operation in the genetic algorithm.

Parallel genetic algorithms have significant advantages in terms of performance and scalability. They can be easily implemented on networks with heterogeneous computers or on parallel mainframes.

It should be noted that the parallel genetic algorithm is based on the structuring of the population (the set of potential solutions) - its division into

several subsets (subpopulations). This partition can be done in various ways, which determine the different types of parallel genetic algorithm:

- Globally parallel;
- Distributed;
- Cellular;
- Co-evolutionary.

Global parallel genetic algorithms are implemented according to the "client-server" scheme, where the server mainly runs the genetic algorithm, and the clients do the "rough job" - assessing the values of the fitness function of all individuals in the population, which requires large computational resources.

In distributed genetic algorithms, a population is divided into many subpopulations, each of which evolves independently and exchanges after some "isolation time" with neighboring subpopulations.

In the cellular genetic algorithm, there are many subpopulations, each of which consists of only one individual. At one point in time, this individual can interact only with neighboring individuals. The neighborhood relation is given in the form of some regular structure - a grid.

The coevolutionary genetic algorithm borrowed from the nature of the phenomena of cooperation and competition and usually uses two subpopulations (in the general case, the number of subpopulations can be even more). The interaction between subpopulations is carried out only by assessing the values of fitness functions. This approach often allows decomposition of a complex problem into several less complex problems, therefore this type is most widely used in solving multi-criteria optimization problems.

## **ANALYSIS OF THE REGULATORY FRAMEWORK IN THE MARKET OF EDUCATIONAL SERVICES**

S.V. Demidova

Scientific supervisor- Andreeva G.Yu., senior lecturer

The system of legal regulation of education today includes a significant number of normative acts of various levels and directions.

In modern Russian society, issues of real protection of the right to education are acutely raised. This is stated in part 1 of article 43 of the Constitution of the Russian Federation, which recognizes the right of everyone to education in accordance with the universal Declaration of human rights. The Constitution of the Russian Federation is the highest normative legal act of the Russian Federation and has the highest legal force.

The fundamental normative act regulating educational activities in Russia is Federal law No. 273 of December 29, 2012 "on education in the Russian Federation".

In accordance with this Federal law, educational activities are activities for the implementation of educational programs.

The law forms the basis of the educational legislation of the Russian Federation. Modern conditions for the development of society and the state require that the Law not only solves the problems of education as a branch of the

economy, but also in General becomes the basis for the development of human potential in the Russian Federation.

Federal law No. 124-FZ of 24 July 1998 "on basic guarantees of the rights of the child in the Russian Federation" also applies to legal acts of legal force. It establishes the basic guarantees of the rights and legitimate interests of the child provided for by the Constitution of the Russian Federation, in order to create legal, socio-economic conditions for the realization of the rights and legitimate interests of the child, including the right to education.

Having considered all the main legal documents used by educational institutions in their work, we can conclude that the state strictly regulates all aspects of the educational process, in the Russian Federation, detailed regulation of education contributes to improving the quality of Russian education of the population. The new educational standards are designed to develop the personal qualities of students and contribute to a deeper study of General education subjects.

1. Federal law № 273-FZ December 29, 2012 "on education in the Russian Federation"
2. Federal law № 124-FZ July 24, 1998 "on basic guarantees of children's rights in the Russian Federation"
3. "Constitution of the Russian Federation" (adopted by popular vote on 12.12.1993)

## **MECHANISMS FOR IMPLEMENTATION OF STATE YOUTH POLICY IN RYAZAN REGION**

Ye.A. Semina

Scientific supervisor- Andreeva G.Yu., senior lecturer

State youth policy is a priority part of social policy, a constantly developing phenomenon that is directly dependent on the state of society and the state. Youth policy is a complex structure that includes many elements. It has a huge social, intellectual, creative and political potential. It is safe to say that the success of modernizing society depends largely on young people. In this regard, it is important to analyze the current state of youth policy in the Ryazan region, identify the main problems, and develop measures aimed at eliminating them.

The number of young people in the Ryazan region has been declining in recent years. The share of youth in relation to the total population in the Ryazan region in 2019 was only 15.6%, for comparison in 2015, this figure was 18.45%.

In the article, we pointed out the main mechanisms for implementing the state youth policy in the Ryazan region. In our opinion the main problem is the following:

To date, the legal framework for implementing effective state youth policy is not sufficiently developed. This, in our opinion, is the main problem. There is no Federal law that sets out the main points concerning state youth policy.

The order of the Government of the Russian Federation of 29.11.2014 N 2403-p lists the mechanisms for implementing the state youth policy. At the same time, considering the legal framework related to the Ryazan region, we noticed that there was no assessment of the effectiveness of the management of the state youth policy of the Ryazan region. To solve this problem, it is necessary to develop and adopt a draft Federal law "on the basics of youth policy in the Russian Federation". This is due to the need for legislative regulation of issues related to youth policy.

The effectiveness of any structural element of the mechanism depends directly on the coordination of actions at all levels of government. Thus, the essence of the mechanism for managing the youth policy of the Ryazan region is the purposeful impact of management structures at the Federal, regional and municipal levels on the subject of regional youth policy. All this is done in the interests of achieving the set goals of increasing social activity, realizing various needs and interests of young people, which will increase the contribution of young people to the socio-economic development of the region.

In our work, we came to the conclusion that implementation mechanisms can be defined as a set of resources, methods and tools for influencing processes in the field of youth policy.

## **RECHERCHE DE TE-CO<sub>2</sub> – LASER**

Я.Ю. Паюн

Научный руководитель – Тюваева Е.В., ст. преподаватель

Les lasers CO<sub>2</sub> sont des lasers à gaz basés sur un mélange gazeux de dioxyde de carbone excité électriquement. Avec une longueur d'onde de 10,6 micromètres, ils conviennent parfaitement pour travailler des matériaux non-métalliques et la plupart des plastiques [1]. Les lasers à CO<sub>2</sub> ont un rendement relativement élevé et une très bonne qualité de faisceau. Ils sont par conséquent un des types de lasers les plus répandus. Ils conviennent pour les matériaux suivants : bois acrylique, verre. Dans le cas des sources laser fermées et remplies d'un mélange gazeux CO<sub>2</sub>, il s'agit d'un laser sans entretien, qui ne consomme pas de gaz laser, un peu comme un tube fluorescent [2]. Les propriétés particulières de la lumière laser découlent des principes fondamentaux de l'optique et de la physique et peuvent être résumées facilement par trois caractéristiques : Lumière laser = cohérent monochromatique – polarisée.

La longueur d'onde de la lumière pour usiner les matériaux se situe dans le champ infrarouge invisible et doit être considéré comme un faisceau d'énergie très chaud. En raison de ses propriétés particulières, le rayon lumineux quasi parallèle est renvoyé par plusieurs miroirs de renvoi à 90° jusqu'à l'optique de focalisation directement au-dessus du matériau à usiner. Ce concept de guidage du rayon généralement employé pour usiner des matériaux de grand format est aussi appelé «Flying Optic».

1. Durée minimale des impulsions d'émission 5-7 ns, générés dans des lasers de petite taille TE-CO<sub>2</sub> avec une longueur de résonateur 20-25 cm en

mode " commutation de gain", atteint à plus de dix fois plus que la population inverse initiale au-dessus du seuil dans le temps 5-20 ns.

2. Décharge volumétrique constante de la pompe avec des coûts énergétiques minimales pour l'ionisation initiale dans CO<sub>2</sub> - mélanges laser au-delà de la pression atmosphérique formé dans un système à trois électrodes, composé intervalle de décharge auxiliaires et principaux inclus en série, dans lequel l'électrode auxiliaire est située à une distance de 0,3 – 0,5 cm de bases 9 - intervalle de décharge, lorsque l'application est suffisante pour le claquage bases gaz à décharge intervalle de décharge impulsion haute tension avec un temps de accroissement ne dépassant pas 20 ns.

3. Dans de petites dimensions TE-CO<sub>2</sub> laser le transfert d'énergie le plus complet (environ 90 %) du générateur de pompe à l'environnement actif fourni lors de l'utilisation CO<sub>2</sub> - mélanges laser avec la teneur en hélium dans l'intervalle 50-80 % et du contenu général composants moléculaires dans l'intervalle 20-50 %.

#### *Библиографический список*

1. Besnard Pascal et Favennec Pierre-Noël (éd.). Le laser et ses applications: 50 ans après son invention. - Paris : Hermès science publications Lavoisier, 2010. – 289 p.

2. Hennequin Daniel, Zenhlé-Dhaoui, Véronique et Dangoisse. Les lasers: cours et exercices corrigés. – Paris: Didier., 2013. – 1235 p.

## **MODÈLES DE CANAUX DANS LES SYSTÈMES DE RADIO MOBILE**

С.А. Шевлягин

Научный руководитель – Тюваева Е.В., ст. преподаватель

Les modèles du canal de communication et de propagation du signal dans l'environnement et leurs caractéristiques sont considérés [2,3]. Ceux-ci comprennent:

- modèles déterministes;
- modèles stochastiques;
- modèles empiriques.

Les effets physiques qui se produisent lorsqu'un signal rencontre divers obstacles, tels que les réflexions, la diffraction et la diffusion sont prises en compte.

Les modèles déterministes sont des modèles qui, dans le meilleur des cas, sont une solution des équations de Maxwell pour ces critères environnementaux. Le lancer de rayons est utilisé. Ces méthodes sont considérées comme inefficaces sur le plan informatique.

Modèles stochastiques. Pour ces modèles, des densités de probabilité sont trouvées pour les caractéristiques requises: atténuation du signal, retards, etc. Considérés comme valides sur le plan du calcul, mais non précis, comme modèles déterministes.

Modèles empiriques. Basé sur la coordination de modèles construits par la méthode déterministe ou stochastique avec les résultats d'expériences.

La majeure partie des modèles réels ne peut pas être attribuée à un groupe spécifique; ils sont, en règle générale, construits sur la base de modèles déterministes avec l'introduction de simplifications pour garantir l'efficacité du calcul; élément aléatoire (stochastique) pour compenser les simplifications; mais aussi les facteurs de correction acquis à la suite d'expériences.

Un milieu plus complexe est considéré, où se manifeste l'effet de trajets multiples, ainsi que les chemins de propagation du signal possibles avec cet effet, à savoir:

- signal en visibilité directe;
- signal réfléchi;
- signaux tombant le long de chemins réfléchis.

Trois caractéristiques de fréquence du canal sans fil sont considérées qui correspondent aux canaux Rice, Rayleigh et à deux faisceaux [4]. Une analyse de ces canaux a été réalisée [1] et une recommandation a été faite sur le bon choix d'un modèle pour décrire un canal de communication.

#### *Библиографический список*

1. Ермолаев В.Т. Адаптивная пространственная обработка сигналов в системах беспроводной связи/ В.Т. Ермолаев, А.Г. Флакман. - Нижний Новгород, 2006. - 99 с.

2. Simon G. Simulation-based optimization of communication protocols for large-scale wireless sensor networks, IEEE Aerospace Conference, Big Sky, MT, March 8-15, 2003.

3. Simon G. Probabilistic wireless network simulator, 2003, <http://www.isis.vanderbilt.edu/projects/nest/prowler>.

4. Tam W.K. and Tran V.N. Propagation modeling for indoor wireless communication, Journal of Electronics and Communication Engineering, 1995. - PP.221-228,

## **UNTERSUCHUNG DES DOPPLER-EFFEKTS IN RADARSIGNALEN UND IHRE DIGITALE VERARBEITUNG**

A.W. Belowa, S.I. Tichonow

Wissenschaftsberater – Rochlina T.A., Kandidat der philologischen Wissenschaften

Eine der wichtigsten Aufgaben im Radar ist die Erkennung sich bewegnender Ziele [1]. Bei der Verarbeitung der empfangenen Signale muss ein nützliches Signal vor dem Hintergrund der Interferenz hervorgehoben werden. Der Hauptunterschied zwischen Nutzsignalen von passiven Interferenzen ist ihre Radialgeschwindigkeit. Diese Tatsache liegt der Auswahl beweglicher Ziele für die Geschwindigkeit zugrunde. Um die Radialgeschwindigkeit zu ermitteln, wird der Doppler-Effekt verwendet, der darin besteht, die Frequenz des vom sich bewegnenden Ziel reflektierten Signals relativ zur Trägerfrequenz des vom Radar abgestrahlten Signals um den Wert der Addition – Doppler-Frequenz zu ändern [2].

Um die Signale von sich bewegenden Zielen zu isolieren, können Sie auch die Änderung der Trägerfrequenz, der Impulswiederholungsrate und der Impulsdauer verwenden, die beobachtet werden, wenn das SONDENSIGNAL von solchen Objekten reflektiert wird. Die letzten beiden Effekte sind jedoch sehr gering und schwer zu erkennen. Es ist praktisch möglich, die Änderung der Trägerfrequenz festzulegen. Somit ist die Dopplerfrequenz die wichtigste, wenn auch nicht der einzige informative Parameter, mit dessen Hilfe das gewünschte Signal vor dem Hintergrund passiver Interferenz extrahiert wird.

Um eine Echtzeitverarbeitung sicherzustellen, ist es erforderlich, eine Hochleistungsradar-Recheneinheit bereitzustellen. Die Haupthardware, die für die Aufgaben der digitalen Signalverarbeitung verwendet wird, sind: Allzweckprozessoren, digitale Signalprozessoren, Grafikprozessoren, integrierte programmierbare Logikschaltungen (FPGA) [3].

Am besten für den Einsatz im Radar geeignet sind Signalprozessoren und FPGAs. Aufgrund der Systemleistung und der Energieeffizienzanforderungen.

#### Bibliographie

1. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. - М.: Радиотехника, 2007. – 376 с.
2. Бердышев В.П. Радиолокационные системы. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. – 400 с.
3. Newmeyer L. et al. Efficient processing of phased array radar in sense and avoid application using heterogeneous computing //2016 26th International Conference on Field Programmable Logic and Applications (FPL). – IEEE, 2016. – С. 1-8.

#### **PATHLENGTH CONTROLLER FOR A RING LASER GYROSCOPE**

Ю.Р. Иваненко

Научные руководители – Чиркин М.В., д-р физ.-мат. наук, профессор;  
Серебряков А.Е., канд. техн. наук, доцент;  
Куприна О.Г., канд. пед. наук, доцент

A ring laser gyroscope (RLG) is an optical sensor based on the Sagnac effect that senses a laser gyro rotation angle with high precision. A ring laser cavity perimeter varies within four wavelengths in the temperature range from  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . In the RLG a path length controller is required to keep the path length of laser beams constant in the cavity. In the contrary case the deformation of the path length will seriously influence the laser gyroscope performance.

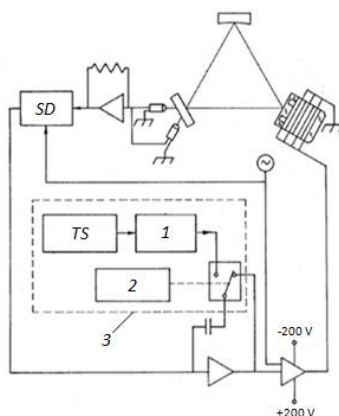


Fig. 1. The cavity perimeter adjustment by power photodetectors signals [1]: 1 – capacity initial charge forming device in the feedback circuit (FC) of the integrating amplifier (IA); 2 – IA FC controller; 3 – initial start-up device (ISD); *SD* – synchronous detector; *TS* – temperature sensor.

Let's consider the cavity perimeter adjustment system (CPAS) for the RLG (Fig. 1). An ISD charges the capacity in the FC of the IA to tune to the gain curve maximum (GCM) at the given temperature. Then the FC of the IA is disconnected from the ISD and the CPAS becomes autonomous. When the ambient temperature changes, a cavity perimeter changes, a sine error signal appears at the output of the power photodetector. This error signal is associated with the shift relative to the GCM wherein the cavity mirror detuning occurs. Afterwards the amplified signal enters a synchronous detector, which is used to determine the signal amplitude at the frequency of the synchronous detection equal to the frequency of the reference signal (a generator sets the reference signal). Constant component values of the error signal are accumulated in the IA. Onwards two signals enter a high-voltage amplifier. The control voltage is generated at the output of the high-voltage amplifier. This voltage is applied to a piezoelectric transducer, which moves the mirror until the cavity perimeter reaches the value obtained by the movable mirror tuning to the GCM.

In conclusion, I would like to emphasize that the described perimeter adjustment system is a classical CPAS. In RLGs it is widely used for cavity perimeter maintaining at varying temperatures.

1. Bo H.G. Ljung, Charles J. Williams. Pathlength controller for a ring laser gyroscope. U.S. Patent, No. 4267478, Int. Cl. H01L 41/08, May 12, 1981.

## СОДЕРЖАНИЕ

Секция РАДИОУПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗИ.....	3
Евтенко А.Н. Разработка алгоритма выделения слитной речи из зашумленного акустического сигнала.....	3
Бауков А.А. Обоснование решающих правил детектирования частиц атмосферных осадков для алгоритма интеллектуальной обработки видеоизображений.....	4
Карпухина А.В. Статистическое моделирование межсистемных помех.....	5
Косицына С.И. Разработка алгоритма оценки смеси речи и акустического шума на входе первичного кодера.....	6
Мещеряков Е.В. Разработка алгоритмов идентификации диктора в условиях акустических шумов.....	7
Сазонов Д.Ю. Использование технологии разнесённого приёма в синхронной сети телерадиовещания.....	8
Соколов А.М. Статистические модели замираний при многолучевом распространении...	9
Степанов Д.С. Разработка канала передачи видеoinформации для перспективных видов вооружения.....	10
Шувариков А.А. Анализ алгоритма имитационного моделирования распространения радиоволн в минисотовых сетях.....	11
Корунов М.В. Обоснование алгоритмов борьбы с помехами в радиорелейной связи.....	12
Бусурина Е.В. Анализ способов детектирования SEFDM сигналов.....	13
Иваненко Д.Д. Рассмотрение методик оценки ЭМС РЭС.....	13
Артемьев Д.С. Методы подавления и сдвига паразитных полос микрополосковых полосовых фильтров.....	15
Кирпиченко А.П. Алгоритм выбора вида модуляции в интересах адаптации радиосистем передачи информации к воздействию импульсных помех.....	16
Крысин И.Г. Разработка алгоритма выделения слитной речи из зашумлённого сигнала на выходе системы связи.....	17
Михайлин А.О. Разработка алгоритма идентификации диктора на базе оценки речевого сигнала на выходе системы связи.....	18

Баранова А.В. Проектирование цифровой радиорелейной линии с повышенной производительностью.....	19
Антонов Д.В. Разработка адаптивного алгоритма маскирования речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева.....	20
Головачев А.Д. Проектирование автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии на базе стандарта NB-IoT г. Коломна.....	21
Миняев Н.Р. Проектирование автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии на базе стандарта NB-IoT г. Домодедово.....	22
Савельев А.С. Исследование характеристик антенн летательных аппаратов для связи с наземным пунктом.....	23
Трафимова Л.В. Разработка алгоритма монтажа и эксплуатации первичного мультиплектора.....	24
Полякова Л.Р. Многокритериальный выбор элемента системы защиты информации на узле связи от утечки по акустоэлектрическому каналу.....	25
Свиридов В.А. Разработка спирально-винтовых антенн для спутниковых систем связи.....	26
Шмакова М.Ю. Разработка системы кадровой синхронизации на основе сложных сигналов.....	27
Коваленко Н.С. Проектирование телеметрической телеметрической радиорелейной линии на базе ЦРРС «МИК РЛ-8».....	28
Антонов Д.В. Вопросы и принципы частотно-территориального планирования сетей подвижной радиосвязи.....	28
Васильченко А.В. Частотное планирование сетей сотовой подвижной связи.....	29
Головачев А.Д. Экономические подходы к управлению РЧР и его финансирование.....	30
Савельев А.С. Любительская радиослужба.....	31
М.Ю. Шмакова Место и задачи Роскомнадзора в системе управления РЧР в РФ.....	32
М.Ю. Шмакова Методы обеспечения внутриобъектовой ЭМС.....	32
Семин А.Д. Радиоастрономическая служба.....	33
А.И. Галеева Конверсия радиочастотного спектра в Российской Федерации для развития сетей подвижной связи.....	34

Воробьев К.Г. Разработка блока борьбы с долговременными помехами цифровых систем связи.....	35
Секция «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ».....	36
Демидов И.А. Выборка с отклонением (rejectionsampling).....	36
Масленников А.С. Устройство сигнализации о несанкционированном вторжении на частную территорию.....	37
Гаврилин М.А. Алгоритмы сжатия видеоданных.....	38
Лютков И.А. Сравнение двух методов нелинейной оптимизации в задаче калибровки трехосного акселерометра.....	39
Щигорев Е.Ю. Метод устранения активных помех на основе анализа спектра ковариационной матрицы сигналов фазированной антенной решётки....	40
Прытков Д.А. Моделирование распознавания воздействия уводящих помех при помощи сравнения данных с каналов дальности, скорости и ускорения.....	41
Сыроежкин С.В. Исследование различий АЧХ, импульсных и переходных характеристик КИХ-фильтров при их реализации в форматах чисел FIX18 И IEEE754.....	42
Аникеев Д.А. Выбор вычислителя для аппаратно-программного комплекса оценки предельного быстродействия алгоритмов цифровой обработки сигналов, реализуемых на программируемой логике.....	43
Белова А.В. Исследование влияния параметров движения на характеристики доплеровского спектра радиолокационного сигнала.....	44
Васина Е.И. Применение алгоритмов нелинейного спектрального анализа в задачах определения угловых координат источников радиоизлучения.....	45
Голубев А.Д. Система обработки радиотехнических сигналов на фоне комплексов помех.....	46
Кузнецов И.А. Исследование методов внутрикадрового кодирования ТВ сигналов.....	47
Мартынов В.И. Применение сверхширокополосных сигналов в РЛС с высоким разрешением по дальности.....	49
Петунин А.А. Режектирование пассивных помех нерекурсивными фильтрами.....	50

Пшенников А.О. Моделирование измерения угловых координат линии визирования системой позиционирования на <i>mesh</i> датчиках для оператора панорамной обзорной системы.....	51
Шилов Н.А. Исследование алгоритмов обнаружения малоразмерных целей.....	52
Секция «БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ».....	53
Бенедицкий К.В. Многочастотные режимы в автогенераторах на САП.....	53
Лапкин С.В. Энергоэффективность радиотракта системы передачи информации в системах IOT.....	54
Новичихин Н.Е. Сравнение методов моделирования многолучевого канала связи.....	55
Пимушин П.А. Исследование затухания радиосигнала при распространении в различных погодных условиях.....	56
Рыбаков К.А. Сравнительный анализ потребляемой мощности компонентов радиотракта MIMO модемов IOT.....	57
Спирин И.С. Разработка статистической модели сигнала акселерометра беспилотного летательного аппарата.....	59
Хмелев И.А. Особенности моделирования различных алгоритмов оценки положения мобильной станции.....	60
Цыганов В.В. Исследование позиционных методов определения координат по минимуму геометрического фактора.....	61
Шестопалов Д.А. Моделирование высокочастотного усилителя мощности на составном активном приборе.....	63
Якунина А.А. Искажение многопозиционных сигналов в квадратурном блоке преобразования частоты в цифровом радиопередатчике.....	64
Седов Е.Д. Расчет выходного фильтра LLC-преобразователя.....	65
Степанов А.А. Зависимость разрешающей способности акустического локатора от параметров зондирующего сигнала.....	66
Тимакин А.С. Модуляторы передатчиков импульсных РЛС.....	67
Концов Ю.А. Особенности сигналов сети LTE для позиционирования.....	68
Рябов А.И. Проблемы использования сети 5g при позиционировании.....	69

Янин А.О. Исследование причин несоответствия радиостанции техническим условиям при воздействии внешних факторов.....	70
Секция «ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И ОСНОВЫ РАДИОТЕХНИКИ».....	
Елецкий В.Н. Разработка имитатора предстартовой подготовки изделий специального назначения.....	72
Валуйский Д.В. Алгоритмы подавления боковых лепестков при приеме сигналов в системах содействия водителю.....	73
Кострица Д.С. Исследование модели демодулятора транкинговой системы связи.....	74
Ложкин М.А. Исследование модели открытого проекта OPENDVB.....	75
Макаркин И.И. Разработка алгоритма координации межсотовых помех в венском симуляторе LTE.....	76
Нгуен Т.Х. Исследование эффективности технологии адаптивного кодирования и модуляции в DVB-S2X.....	77
Скворцов С.Н. Исследование плагина записи сигнала для SDR#.....	78
Золотов Д.Р. Разработка системы регистрации для применения в лазерно-лучевых системах.....	79
Дворянков Д.А. Вероятностные характеристики сигналов в системах предупреждения столкновений.....	80
Масленков А.В. Разработка системы идентификации радиосигналов систем сотовой связи стандарта LTE.....	81
Шевлягин С.А. Моделирование эквалайзера двухлучевого канала связи.....	82
Тихонов С.И. Исследование современной вычислительной базы в задачах ЦОС.....	83
Секция «ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ».....	
Доронин В.Н. Нелинейные усилители с регулируемым уровнем ограничения в системе виброчастотной подставки лазерного гироскопа.....	84
Доронин С.Н. Разработка фотодиодного усилителя с полосой пропускания до 2 МГц....	85
Галицын М.И. Исследование влияние температуры на основные характеристики белых светодиодов с люминофором.....	87

Кирюхин Г.В. Разработка системы сбора данных для стенда балансировки чувствительного элемента волнового твердотельного гироскопа на основе внешнего модуля АЦП.....	88
Некрасова Т.И. Генерация мощного когерентного излучения в области 2-4 мкм на переходах атомов Хе.....	89
Пьянченков С.А. Генераторы высоковольтных импульсов на основе одновиткового и спирального импульсных трансформаторов.....	90
Дукардт А.Э. Формирователь напряжения пьезокорректоров для системы регулировки периметра кольцевого лазерного гироскопа.....	91
Серединов В.И. Формирование высоковольтных импульсов накачки с помощью генераторов Маркса.....	92
Романихин Н.С. Компьютерное моделирование электронной пушки для ускорителя заряженных частиц.....	93
Сбродова Г.С. Оптический контроль качества поликристаллического кремния для солнечных элементов.....	94
Рогов А.А. Моделирование движение электронов в манометрическом преобразователе на основе рассеянья электронов молекулами газа.....	95
Герасёв В.С. Разработка малогабаритного многолучевого клистрона 2-х см диапазона.....	96
Жидков М.М. Исследование влияния температуры и времени термообработки на поверхностное сопротивление керметной пленки К-50С.....	97
Иваненко Ю.Р. Обзор принципов регулирования оптической длины кольцевого резонатора гелий-неонового лазера.....	98
Маранкин Н.М. Расчет электронного КПД диодного микроволнового автогенератора плоской конструкции.....	99
Паюн Я.Ю. ТЕ-СО <sub>2</sub> лазер с рабочим давлением до 10 атмосфер.....	100
Пестриков В.О. ТЕА-СО <sub>2</sub> лазер на смеси двуокиси углерода с воздухом.....	101
Филиппин И.С. Эффективность конструкции пьезокорректора кольцевого лазерного гироскопа.....	102

Секция «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА».....	104
Авраменко С.А. Исследование коррозионных свойств покрытий бинарного сплава кобальт-вольфрам.....	104
Оськин Д.В. Разработка устройства многоточечного контроля температуры и влажности.....	106
Титов Н.В. Устройство управления автоклавом для термообработки.....	107
Сидорин С.С. Источник комбинированного напряжения для генератора озона.....	108
Любушин В.С. Разработка алгоритмов псевдораскрашивания и выравнивания яркости изображения.....	109
Килякова Н.С. Теплопроводящие устройства для интенсификации теплообмена электронных устройств.....	110
Коровин А.А. Разработка источника питания для вентилятора коронного разряда.....	111
Сырова Е.С. Разработка схемы формирования импульса для управления газоразрядным прерывателем тока в схеме индуктивного накопителя энергии.....	112
Закирова Н.А. Разработка аксиально-симметричного энергоанализатора высокого разрешения.....	113
Кузин А.Н., Шаров Е.А. Разработка цифрового распределительного устройства	
Колесник И.О. Высоковольтные выключатели для трансформаторной подстанции ТП-626 учебного корпуса №1 РГРТУ.....	114
Масленникова В.В. Оптоволоконные трансформаторы как элементы современных электротехнических систем.....	115
Ахрюков А.С. Анализ систем электроснабжения и автоматизации управления тепловым пунктом.....	116
Бабий А.М. Анализ функционирования устройств релейной защиты на подстанции 110/10 кВ.....	117
Карпунин П.Д. Однофазные замыкания в сетях до 110 кВ.....	118
Афанасьев А.С. Анализ реконструкции подстанции напряжением 6/0,4 кВ.....	119
Бутушин В.В. Энергосбережение в сетях до 35 кВ.....	120
Карпов Д.С. Разработка и исследование функциональных покрытий силовых распределительных устройств системы электроснабжения.....	121

Корольков Д.В.	
Автоматические установки компенсации реактивной мощности.....	122
Котова Т.Р.	
Системы электроснабжения производственной базы АО "Рязаньгоргаз" по адресу г.Рязань, ул.Зубковой, 4Б.....	123
Кузин А.А.	
Анализ системы электроснабжения потребителей первой категории и повышение ее надежности на примере ООО ИПО «Экотермо».....	124
Маючий П.П.	
Реклоузеры в электрических сетях 6...10 кВ.....	125
Новиков П.П.	
Анализ реконструкции подстанции напряжением 110/10 кВ.....	126
Хлыстов Д.О.	
Интеллектуальная гибридная система энергообеспечения частного домовладения на основе комплекса возобновляемых источников электрической энергии с использованием возможности подключения к сети.....	127
Холопов Р.С.	
Совершенствование средств высоковольтных испытаний электрооборудования.....	128
Борисов Д.В.	
Анализ реконструкции распределительной электрической подстанции напряжением 110/10 кВ.....	129
Устинкин А.В.	
Проектирование системы пожарной сигнализации и охраны производственной площадки АО «ГРПЗ».....	130
Каширкин А.Г.	
Повышение энергетической эффективности подстанций, оборудованных системами оперативного тока.....	131
Овчинников С.И.	
Исследование электрофизических характеристик автоматических выключателей.....	132
Прохоров П.М.	
Исследование мероприятий по энергосбережению и повышению электроэнергетической эффективности АО «РКБ «Глобус».....	133
Секция «МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА».....	134
Мантя М.Ф.	
Исследование глубоких энергетических уровней в аморфном гидрогенизированном кремнии.....	134
Баскакова А.В., Логинов Д.С.	
Исследование низкочастотных шумов в магнитных контактах.....	135
Люфт Е.Н.	
Оценка методов анализа многокомпонентных структур на примере одномерных профилей.....	136
Назимов Д.Р.	
Применение метода CELIV для исследования неупорядоченных полупроводников.....	137

Судакова А.Ю., Маслов А.Д. Влияние параметров слоев a-Si:H на спектральную зависимость квантовой эффективности НІТ-структуры.....	138
Штырков Н.И. Моделирование процесса релаксации емкости барьерной полупроводниковой структуры.....	139
Гришин Н.Е. Методические особенности определения концентрации глубоких центров по спектрам токовой РСГУ в полупроводниковых барьерных структурах.....	140
Нюхова А.С. Термостимулированные методы изучения полупроводниковых структур.....	141
Шипилов Я.С. Методика обработки емкостного РСГУ-сигнала.....	143
Секция «АВТОМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ».....	144
Буркина О.Н. Цифровое управление уровнем жидкости в двух связанных сферических резервуарах.....	144
Баранова Ю.И. Разработка алгоритма локализации дорожных знаков на изображениях.....	145
Богданович А.И. Компрессия зашумленных изображений на основе субполосного текстурного вейвлет-анализа.....	146
Зевалова Л.А. Комплексирование алгоритмов пороговой вейвлет-фильтрации радиолокационных изображений.....	147
Ильин А.А. Программное обеспечение для тренировки нейронной сети и распознавания типа транспортного средства.....	148
Ловкин Д.В. Слежение за объектом с использованием алгоритма Лукаса-Канаде для оценки оптического потока.....	149
Овчинников А.Ю. Алгоритм слежения за объектом с использованием адаптивной фильтрации эталона.....	150
Федичкин А.А. Формирование эталонного изображения в корреляционно- экстремальных алгоритмах определения местоположения движущегося объекта.....	151
Яблоков М.Ю. Алгоритм восстановления тепловизионного изображения с геометрическим шумом.....	152

Алланазарова Ю.Р. Использование двумерной интерполяции для повышения точности работы корреляционных алгоритмов измерения координат объектов на изображении.....	153
Воробьев В.С. Разработка и исследование алгоритмов выделения движущихся объектов.....	154
Смирнов М.А. Разработка алгоритма определения дальности до объекта для системы технического зрения.....	155
Колдаева К.С. Оценивание качества дискретного канала связи на основе условного нечеткого вывода.....	157
Исаев А.А. Математическая модель квадрокоптер-робот-манипулятор.....	158
Овчинников Е.Ю. Разработка функциональной структуры аппаратно-реконфигурируемого цифрового модуля интеллектуального управления мобильными робототехническими средствами космического назначения .....	160
Слюсарь Д.В. Программное обеспечение для помехоустойчивого слежения за объектом.....	161
 Секция «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ».....	163
Матюшова Д.И. Исследование возможностей бесконтактной передачи через индуктивно связанные контуры, возбуждаемые прямоугольными импульсами разной полярности.....	163
Анцупова А.Ю. Разработка и исследование подсистемы функционального преобразования информации для информационной системы с использованием частотных датчиков.....	164
Градов В.Д. Информационная система парсинга данных для систем ранжирования и кластеризации информации.....	165
Игнатов Д.А. Распознавание лиц с использованием PYTHON и OPENCV.....	166
Морозова А.Э. Разработка и исследование информационной системы энерго-диагностического центра.....	167
Абдыев Т.А. Устройства с импульсной передачей данных через воздушный зазор как альтернатива радиотелеметрическим системам.....	168
Кутузов Е.А. Разработка информационной системы обработки данных для органов исполнительной власти Рязанской области.....	169

Нечаев Т.Ю. Маркетинговая информационная система продвижения продукции предприятия молочной промышленности.....	170
Петрухин П.В. Разработка информационной системы финансирования спортивных федераций города.....	171
Хорев Д.Ю. Разработка информационной системы расчета экономических показателей муниципального образования.....	172
Щедрина Н.И. Разработка информационной системы расчета показателей развития гостиничного предприятия.....	173
Соколова Д.С. Применение информационных технологий в системе внутреннего контроля основных средств автономных учреждений культуры.....	174
Андреев Д.А. Разработка и реализация модели компоновки юридических документов претензионно-исковой работы с потребителями жилищно-коммунальных услуг.....	175
Егорова А.А. Восстановление искаженного расфокусированного изображения на основе метода Е.П. Чуракова.....	176
Копцев Г.А. Реализация технологии пакетной подготовки отчетных документов в расчетной системе "Абонент".....	177
Ноздрачева В.С. Программное средство для анализа системы автоматического регулирования.....	178
Прокофьева А.Р. Методика оценки качества договорного регулирования трудовых отношений в организациях региона.....	179
Пудова А.В. Исследование и применение графовых алгоритмов в сфере территориального планирования.....	180
Секция «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ».....	181
Плетнев М.А. Разработка конструкции закалочной установки для кулаков и зубчатых колес.....	181
Полуэктов А.Е., Тарасов Д.А. Расчёт питателей литниковой системы многогнездной пресс-формы.....	182
Тарасов Д.А. СУБД для автоматизированного хранения чертежей в электронном формате.....	184
Цветков К.Ю. Модернизация информационной составляющей электронного модуля обработки изображения.....	185

Щукарев А.С. Анализ этапов обработки данных.....	186
Еремин М.М. Метод опорных векторов для классификации объектов.....	187
Карпинович А.Е., Меркушкин А.А. Решение задач регрессионного анализа и планирование эксперимента в системе MATLAB.....	188
Медведев Е.Е. Использование CAD систем в виртуальной реальности (VR).....	189
Секция «ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ И БИОМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА».....	
190	
Гарифуллин Б.К. Алгоритмы адаптивного подавления сетевой наводки при цифровой обработке электрокардиосигнала.....	190
Новиков С.А. Обработка сигнала в системе для контроля дыхания пловца.....	191
Ледков Д.Ю. Многофункциональный прибор для электроакупунктуры.....	192
Курицын А.С. Портативный адаптивный измеритель толщины лакокрасочного покрытия.....	193
Платон А.А. Измерение точности пульсовой оксиметрии в определении насыщения кислородом.....	194
Якименко Н.А. Реализация безманжетного способа непрерывного измерения артериального давления в магнитотерапии.....	195
Иванов С.В. Медико-биологическое обоснование разработки диагностического прибора для исследования дыхательной функции человека.....	196
Иванова С.О. Система визуальной одометрии мобильного робота на основе датчика оптического потока.....	198
Миронов Н.Н. Малодистантная РЛС мобильного робота.....	200
Нуштаев Д.А. Мониторинг ионизирующего излучения.....	201
Сосипатров Р.Ш. Перспективы использования бесконтактных электродов в электрокардиографии.....	202
Андропова И.А. Бережливое производство, как инструмент повышения эффективности работы ООО «ЭРА».....	203
Ядвиго В.В. Особенности производства в ООО «МГК «Световые технологии».....	205

Глазкова А.М. Анализ особенностей применения принципов бережливого производства при реализации потребительских товаров.....	206
Кульнева Л.Ю. Разработка состава показателей результативности системы менеджмента качества.....	208
Мишуняев А.Е. Алгоритм обработки «вибрации» на двигателях НК-16СТ.....	209
Колодяжный Д.В. Кинематическая точность и виброактивность планетарной передачи....	210
Логунов Р.К. Проведение улучшений системы менеджмента качества в ООО «СААЗ КОМПЛЕКТ».....	211
Ефремов О.В. Обязанности группы метрологического надзора.....	212
Аксенова А.А. Исследование надёжности автоматизированной системы обработки данных.....	214
Анисимова Ю.С. Мониторинг удовлетворенности клиентов.....	215
Архипцева О.С. Организация производственного процесса в ЗАО «ОРГКРОВЛЯ».....	215
Власова А.О. Процесс поверки электротехнического оборудования.....	216
Петрягина О.В. Анализ деятельности МП «Хлебозавод № 3 г. Рязани».....	217
Меркушов В.М. Анализ системы менеджмента качества со стороны руководства в ПАО ЗАВОД «КРАСНОЕ ЗНАМЯ».....	218
Горячев М.А. Отдел котроля качества продукции на предприятии ООО «ФОРТ».....	218
Ерлыченкова А.С. Система менеджмента качества как условие обеспечения конкурентоспособности предприятия.....	219
Филофеев В.В. Системы автоматизации и регулирования тепловой энергии на объектах ЖКХ.....	220
Балакина А.В. План перехода отдела метрологии ПАО ЗАВОД «КРАСНОЕ ЗНАМЯ» на применение ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».....	221

Секция «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА».....	222
Агейкова В.С. Определение ключевых признаков для процесса профориентации с использованием ассоциативных правил.....	222
Благодарова Т.А. Обзор метода оптического распознавания символов в видеопотоке в режиме реального времени.....	223
Андрианова Е.Н. Разработка алгоритма миграции данных между информационными системами.....	224
Гуськова М.В. Разработка алгоритма интерпретации информации при возможности получения недостоверных входных данных.....	225
Елагина Н.А. Исследование алгоритмов слияния трехмерных облаков точек.....	226
Кузьмина С.В. Разработка алгоритма систематизации страховых претензий с использованием технологии блокчейн.....	227
Тюнина Е.С. Алгоритм предварительного анализа социально-экономических факторов для прогнозирования рынка недвижимости.....	228
Хизриева Н.И. Проблемы передачи ландшафтных изображений через зашумленный канал.....	229
Кечина Н.В. Исследование проблем разработки интеграционных решений для различных предметных областей.....	230
Лукина Н.В. Сжатие бинарных изображений на основе ортогональных преобразований.....	231
Гудков А.Н. Совмещение реального и виртуального изображений.....	232
Булгаков В.В. Применение методов редукции размерности в задаче совмещения изображений.....	234
Колесников А.Д. Последовательности Уолша-Адамара для двоичного кодирования.....	235
Кузин И.Н. Моделирование проблемы в виде иерархии при помощи аналитической иерархической процедуры Томаса Л. Саати.....	236
Михалин Н.С. Реализация системы мониторинга производственных показателей.....	237
Перекатов А.С. Разработка концепции автоматизированного решения проектирования БД с использованием современных средств автоматизации.....	238
Симонян А.А. Нейросетевые алгоритмы в задаче поиска и распознавания автомобильных номеров.....	239

Фокина А.М. Реализация искусственной иммунной системы для решения задач экономической сферы.....	240
Шарко К.И. Анализ алгоритмов стереосопоставления изображений в системах технического зрения.....	241
Чалов А.С., Гринченко Н.Н. Использование возможностей графического движка UNITY при проектировании клиентского по с интерактивной графикой.....	242
Царамов М.В. Программные методы и подходы при оценке ранжирования сайтов.....	243
Бакамбис И.Н. Распознавание спутниковых изображений с использованием нейронной сети.....	244
Еремина А.В. Технология Processmining в бизнес-анализе.....	245
Кежватова А.Т. Применение технологии catboost в разработке рекомендательных систем.....	246
Панина И.С. Обработка графических моделей с использованием машинного обучения.....	247
Сидоренко А.С. Анализ функциональных ролей и их распределения в проектной команде.....	248
<b>Суслина А.А.</b> <b>Применение самоорганизующихся сетей Кохонена</b> <b>в задаче поиска аномалий в данных.....</b>	<b>249</b>
Шмелева Д.Г. Тренды цифровизации в области электроэнергетики.....	250
Рубцова А.М. Обеспечение безопасности в медицинских информационных системах.....	251
Аксенов М.А. Система поддержки принятия решений в кардиологии.....	252
Бадикова Л.С. Исследование вопросов интеграции телематических инструментов в деятельность страховых компаний.....	253
Баранова С.Н. Особенности использования технологий обработки больших объемов данных в задачах организации и анализа графической информации.....	254
Кривоzubов В.О. Анализ особенностей интеграции продуктов 1С с контрольно- кассовой техникой.....	255
Кузяков С.М. Исследование эффективности передачи изображений с использованием методов помехоустойчивого кодирования.....	256

Магомадов Р.У. Оптимизация методов корреляционного совмещения изображений с помощью технологий С++ AMP и С++ OPENMP.....	257
Минка К.Е. Исследование методов анализа и прогнозирования бизнес- процессов.....	258
Пронькин А.В. Разработка и исследование математического обеспечения для совмещения разнородных изображений.....	259
Савосина Т.М., Яценя Н.А. Построение 3D модели с помощью TOF камеры.....	260
Сидоров А.М. Разработка системы поддержки удаленного мониторинга сердечной деятельности.....	261
Ципорков Н.И. Выявление способов решения прикладных задач с большим объемом вычислений.....	262
Лукьянов Н.А. Моделирование функций нетригонометрических базисов.....	263
Баров Д.Н. Фоновое моделирование объектов в режиме реального времени.....	264
Борщев А.Б. Современные методы и алгоритмы обнаружения антропометрических точек лица на основе нейронных сетей.....	265
Федотова М.А. Построение и анализ модели исполнения договорных обязательств....	266
Виноградова И.И. Алгоритмы предварительной обработки и выделения границ для векторизации изображений.....	267
Гришин С.В. Применение методов маскирования для автоматизированного распознавания микровыражений лица.....	268
Федулова К.Ю. Моделирование системы управления электронным документооборотом.....	269
Холодова И.А. Сравнительный анализ алгоритмов и методов трассировки печатных плат.....	270
Хорунжин В.Д. Автоматизация поиска статистических закономерностей необработанных данных.....	272
Ушакова А.Р. Исследование и анализ алгоритмов сегментации изображений.....	273
Кузнецов А.И. Исследование алгоритмов обработки изображений.....	274
Попова И.В. Алгоритмы распознавания динамических объектов.....	275

Секция «КОСМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ».....	277
Герасимов Д.Д. Разработка электронной информационно-образовательной среды по методологии IDEF0.....	277
Димитрова Р.А. Разработка электронной информационно-образовательной среды по методологии IDEF1X.....	278
Назаров А.Д. Разработка электронной информационно-образовательной среды по методологии IDEF3.....	280
Макарова Н.В. Модели и методы оценивания качества программной продукции.....	282
Алимов Д.Ф., Куликов Н.В., Медведев Г.П. Модели и методы интеграции информации для параллельного инжиниринга программных систем на основе ИПИ-технологий.....	283
Макарова Н.В., Цыцына М.И. Модели и методы оценивания качества программной продукции.....	284
Цыцына М.И. Определение системы показателей функциональной надежности информационных систем.....	285
Секция ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ И ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ.....	286
Анисимова В.М., Градов В.Д. Компьютерные системы ранжирования и кластеризации информации с использованием семантического анализа.....	286
Анисимова В.М. Проектирование лингвистического процессора для естественно-языкового общения в предметной области «Интернет-магазин промышленного предприятия».....	287
Нефедов Д.И. Разработка программного средства для оценки тепловыделения.....	287
Парфенов А.М. Прогнозирование оттока сотрудников с помощью методов машинного обучения.....	289
Жиленко М.А. Сегментация стейкхолдеров.....	290
Толмачева И.А. Разработка информационной системы управления активными операциями коммерческого банка.....	291
Федосова Е.Б. Пример разработки клиентского приложения баз данных.....	292
Камордин А.А. Применение одномерного дискретного преобразования Фурье при фильтрации периодического шума на цифровом изображении.....	294
Савин Д.С. Применение алгоритма k-средних для кластеризации перекрёстков города Рязани.....	295

Бухтина А.О. Разработка автоматизированной информационной системы по управлению персоналом организации.....	296
Зиновьева А.М. Совершенствование деятельности коммерческого банка по противодействию легализации доходов, полученных преступным путем, с использованием информационных технологий.....	297
Карпов А.В. Автоматизация системы управления затратами на производственном предприятии.....	298
Лошкарева Д.Н. Разработка информационной системы для процесса обработки и сопровождения документов учета товарно-материальных ценностей..	299
Моудио Моудио Ф.Е. Сравнительный анализ популярных фреймворков мобильных разработки.....	300
Павлова А.Ю., Лозовик П.В. Функционирование автоматизационных информационных систем компании для отображения социально-экономических показателей региона.....	301
Рунцо А.А. Повышения эффективности процесса получения готовой продукции заказчиками. Разработка информационной системы предприятия в данной области.....	302
Шигина Ю.В. Ключевые проблемы автоматизации деятельности консалтинговой компании.....	303
Серкова М.В., Учасова А.В. Прогнозирование стоимости капитального ремонта автодорог.....	304
Горбатова Ю.А. Анализ существующих информационных систем автоматизированной оценки надёжности контрагентов кредитной организации.....	305
Кузнецов Е.И. Формализация задачи принятия решений при нечетких областях предпочтений в условиях множественного выбора альтернатив.....	306
Кельцына О.А. Сравнительный анализ задач классификации прогнозирования.....	307
Кельцына О.А. Сравнительный анализ методов и алгоритмов формирования ансамблей, применяемых при решении задачи классификации данных.....	308
Стерлюкин Н.И. Анализ достоверности текста.....	309
Кузнецов А.В. Выбор модели данных для анализа информационной деятельности предприятия.....	310
Ломаков А.В. Современные подходы к повышению качества классификационных моделей.....	311

Лукьянова В.М. Выявление требований к разработке ПО для автоматизированной генерации шаблона рабочих программ согласно стандартам ФГОС ВО 3++.....	312
Мамонов К.П. Методы улучшения градиентных изображений.....	313
Мерзлякова М.Э. Анализ рынка программ для управления себестоимостью продукции на предприятии.....	314
Самотаев П.А. Разработка лингвистического процессора для call-центра коммерческого on-line банка.....	315
Соловов М.А. Сравнительный анализ методов оценки эффективности организации...	316
Егин М.М. Обзор подходов к оценке качества линий стыковки фрагментов мозаичных изображений земной поверхности.....	317
Желтиков О.Л. Обеспечения информационной безопасности при удаленной работе.....	318
Гукина М.О. Анализ особенностей построения системы «командировочные документы».....	319
Новинская Д.В. Исследование алгоритмов интеллектуального анализа данных.....	320
Перехода И.Ю. Обзор методов data mining для анализа параметров программного кода.....	321
Родкин М.И. Анализ данных на основе OLAP-технологий.....	323
Тюрина Е.М. Исследование и оценка эффективности информационных систем пожарной части.....	324
Фролов Д.А. Улучшение экономических показателей аптечных сетей с помощью информационных технологий.....	325
Акамеева С.В. Системы автоматизации управления складскими запасами на современном предприятии.....	327
Натёсова А.А. Разработка программного модуля расчета заработной платы.....	328
Цветков К.Ю. Разработка информационной системы учета движения контингента студентов.....	329
Шалашова Д.П. Обзор математических методов оценки показателей надёжности программного обеспечения.....	330
Кабанова Е.О. Российские и зарубежные программные продукты автоматизации бюджетного планирования предприятия.....	331

Старикова К.Ю. Информационные технологии в промышленности.....	332
Секция «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ».....	334
Скуров Д.А. Разработка информационной системы управления промышленной компанией.....	334
Буданова В.В. Особенности разработки интерактивного программного тренажера для обучения основам языка SQL.....	335
Блинкова А.М. Разработка комплекта конструкторской документации на кодовый замок.....	336
Чудинин А.В. Структура и принцип работы системы управления ДВС и устройством подачи водородного топлива.....	337
Грачев А.В. Структура и принцип работы блока управления «Умный дом».....	338
Кузнецов И.М. Задача формирования жгутов в блоке ЭВА сложной конструкции.....	338
Кузьмин А.Н., Шашков М.А. Распределение потока тепла через плоскую стенку.....	339
Тарасов В.А., Зайлер А.В. Анализ программных комплексов по расчету надежности.....	340
Хохлова А.С. Размерный анализ и его место в решении размерных цепей.....	341
Шашков М.А., Кузьмин А.Н. Теплопроводность через цилиндрическую стенку и многослойную цилиндрическую стенку.....	341
Новиков И.С. Разработка программы исследования конструкций ЭВС на механические воздействия.....	342
Макарова В.А. Исследование среды обитания аквариумных рыб и беспозвоночных для создания устройства жизнеобеспечения.....	344
Кожанов А.И. Исследование интерфейсов взаимодействия с программно- конфигурируемыми сетями.....	345
Данилов А.Д. Термоэлектрические устройства охлаждения.....	347
Маркова Н.А. Электронный привод тренажера для разработки суставов.....	348
Панинская Д.С. Исследование различных конструкций и монтажа кабелей.....	349
Потапкина Н.С. Особенности работы программно-конфигурируемых сетей.....	350
Бушев М.А. Обзор методов выполнения контурного анализа с использованием библиотеки компьютерного зрения OPENCV.....	351

Соловьева А.С. Оптимизация мультисервисной сети связи населенного пункта на базе оптического волокна.....	352
Казанков Г.А. Суть и преимущества аддитивных технологий и основные перспективные направления развития.....	353
Крылов С.А. Интеграция информационных систем.....	354
Митина А.Н. Анализ организации транспортной сети муниципального транспорта г.Рязани.....	356
Осин И.Г. Виртуализация и планирование задач в ПКС.....	358
Осин И.Г. Проблемы обеспечения качества программного продукта.....	359
Секция «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО И МУНИЦИПАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ».....	362
Моньяков С.А. Метод анализа иерархий в системах поддержки принятия решения для улучшения качества кредитования клиента.....	362
Жукова М.Ю., Астанкович И.В. Разработка математической модели временного ряда и обоснование порядка полинома модели тренда.....	363
Жукова М.Ю., Астанкович И.В. Использование системы принятия решений для премирования сотрудников.....	364
Семина Е.А. Реализация государственной молодежной политики в регионах (на примере Рязанской области).....	365
Демидова С.В. Анализ зарубежного опыта развития конкуренции в сфере общего образования.....	366
Красавин П.Е. Изменение уровня доверия к правительству Российской Федерации в 2010-2020г. ....	367
Секция «ИНОСТРАННЫЕ ЯЗЫКИ».....	368
Savin D.S. Simulation of traffic light cycle at the intersection Dzerzhinsky Street- Pervomaisky Prospekt.....	368
Leonova O.V. The main causes of defective products in enterprises.....	369
Babushkin P.Yu., Karpinovitch A.Ye. Additive technologies.....	370
Bogatov A.V., Plotnikov D.V. Overview of popular machine learning algorithms.....	371

Bodrov N.V. Challenges of SCADA system selection.....	372
Gamazkov R.S. Performance monitoring and troubleshooting of rectifier devices.....	374
Tarakanov A.I., Shilin A.O. Development of a technological circuit for a robot manipulator.....	374
Balabanov N.R. Face search methods using convolution neural networks.....	376
Popkov I.A. Simplified data exchange with QR code.....	377
Muzyukin I.A. Parallel or distributed genetic algorithm.....	378
Demidova S.V. Analysis of the regulatory framework in the market of educational services.....	379
Semina Ye.A. Mechanisms for implementation of state youth policy in Ryazan Region.....	380
Паюн Я.Ю. Recherche de TE-CO2 – laser.....	381
Шевлягин С. А. Modèles de canaux dans les systèmes de radio mobile.....	382
Belowa A.W., Tichonow S.I. Untersuchung des doppler-effekts in radarsignalen und ihre digitale verarbeitung.....	383
Иваненко Ю.Р. Pathlength controller for a ring laser gyroscope.....	384

VI - я научно-техническая конференция магистрантов  
Рязанского государственного радиотехнического  
университета

Редакторы Н.А. Орлова  
М.Е. Цветкова  
Корректор С.В. Макушина

Подписано в печать 30.04.2020. Формат бумаги 60×84 1/16.  
Бумага писчая. Печать трафаретная. Усл. печ. л. 25,5  
Тираж экз. Заказ №  
Рязанский государственный радиотехнический университет.  
390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1.  
Редакционно-издательский центр РГРТУ.