

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

# **МАТЕРИАЛЫ**

V научно-технической конференции магистрантов  
Рязанского государственного радиотехнического  
университета

Рязань 2019

УДК 004

Материалы V научно-технической конференции магистрантов Рязанского государственного радиотехнического университета. – Рязань: РГРТУ, 2019 - 290 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, 2019

## **СЕКЦИЯ РАДИОУПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗИ**

### **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕТЕЙ IP-ТЕЛЕФОНИИ НА ОСНОВЕ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ ДЛЯ КРУПНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Ю.С. Коченкова

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

Современная сеть IP-телефонии - это не просто передача речевых сигналов и данных по каналу связи, а многофункциональная и эффективная структура, позволяющая предоставлять пользователям широкий спектр телекоммуникационных услуг. Для обеспечения заданного качества и защиты передаваемой информации необходимо грамотное проектирование сети. Одним из важных этапов проектирования сети является выбор оптимального кодека речи. Главными критериями выбора являются заданное качество восстановленного РС на выходе кодека и снижение избыточности передаваемой речи. В рамках проводимого исследования ставится задача выбора речевого кодека для сети IP-телефонии, являющегося оптимальным относительно следующих критериев: качества восстановленного речевого сигнала, устойчивости к потере пакетов, скорости передачи данных.

Методика выбора первичных кодеков речевых сигналов для IP-телефонии разработана на основе анализа известных методик и состоит из нескольких этапов.

1. Первый этап заключается в определении требований заказчика. На основании этих данных делается выборка нескольких кодеков с учетом их пригодности для реализации в сети заказчика.
2. На втором этапе необходимо вычислить коэффициенты значимости критериев. Для этого используется количественная оценка значимости каждого показателя. Используется метод попарного сравнения, в основе которого лежат экспертные оценки. На основе этой оценки рассчитывается коэффициент значимости.
3. Третий этап заключается в расчёте значений критериев для рассматриваемых кодеков.
4. Четвертый этап заключается в определении целесообразности.
5. На заключительном пятом этапе в соответствии с полученными результатами оценки целесообразности осуществляется выбор наиболее подходящего заказчику кодека.

В рамках проводимого исследования осуществлен сравнительный анализ следующих речевых кодеков: G.723.1, (5.3/6.3 кбит/с) G.726 (24/32 кбит/с), G.729 (8 кбит/с), G.729.1 (8/12 кбит/с).

По итогам проведенного анализа были получены следующие результаты: наибольшую скорость передачи данных демонстрируют речевые кодеки G.726 на 32 и 24 кбит/с, однако их недостатком является низкая устойчивость к потере IP-пакетов.

Для повышения устойчивости проектируемой сети к потерям отдельных пакетов разумно использовать кодеки G.729 и G.729.1, имеющие меньшую по сравнению с кодеком G.726 скорость передачи, однако демонстрирующие существенно более высокую устойчивость к потере пакетов и более высокое качество восстановленного речевого сигнала.

# РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ АКУСТИЧЕСКИХ ШУМОВ И УМЕНЬШЕНИЯ ИХ ВЛИЯНИЯ В РЕЧЕВОМ СИГНАЛЕ

А.Б. Абдурасулов

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

Во многих ситуациях восприятие речевых сигналов ухудшается из-за окружающих акустических шумов [1]. Основная цель улучшения речи состоит в том, чтобы уменьшить искажение желаемого речевого сигнала и улучшить один или несколько аспектов восприятия речи, таких как качество и разборчивость.

Спектральное вычитание исторически является одним из первых алгоритмов, предложенных для улучшения одноканальной речи. В этом методе спектр шума оценивается во время пауз речи и вычитается из спектра шумной речи для оценки чистой речи [1]. Это также достигается путем умножения спектра шумной речи с функцией усиления и последующего объединения его с фазой шумной речи.

В работе рассмотрен зашумленный речевой сигнал ( $Y$ ), который состоит из чистой речи, ухудшенной статистически независимым аддитивным шумом, и представляет собой сумму дискретной зашумленной речи ( $S$ ), чистой речи ( $D$ ) и аддитивного шума соответственно. Их представление в области кратковременного преобразования Фурье определяется выражением:

$$Y(\omega, k) = S(\omega, k) + D(\omega, k), \quad (1)$$

где  $k$  - номер кадра. Речевой сигнал сегментирован на кадры, следовательно, для простоты мы опускаем номер кадра. Поскольку предполагается, что речь не коррелирует с фоновым шумом:

$$|Y(\omega)|^2 = |S(\omega)|^2 + |D(\omega)|^2, \quad (2)$$

речь может быть оценена путем вычитания оценки шума из принятого сигнала:

$$\left| \tilde{S}(\omega) \right|^2 = |Y(\omega)|^2 - \left| \tilde{D}(\omega) \right|^2. \quad (3)$$

Метод спектрального вычитания, хотя и значительно снижает шум, но имеет ряд серьезных недостатков. Из формулы (3) видно, что эффективность спектрального вычитания сильно зависит от точной оценки шума, что является трудной задачей.

1. Белов Ю.С., Нифонтов С.В., Азаренко К.А. ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ШУМОПОДАВЛЕНИЯ В РЕЧЕВЫХ СИГНАЛАХ // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 4-1. – С. 29-33.

## ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ LTE СЕТИ

М.А. Али

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

В работе рассматриваются особенности технологии сетей 4G LTE. Чтобы иметь возможность предлагать пользователям услуги мобильной широкополосной связи в сети действительно четвертого поколения, провайдеру придется полностью обновить всю сетевую инфраструктуру. Проект партнерства третьего поколения (3GPP) стандартизировал дальнейшее развитие UMTS. Преемник UMTS упоминается как (LTE) и позволит более мощную и более спектрально-эффективную мобильную радиопередачу [2].

Целью LTE было увеличение емкости и скорости беспроводных сетей передачи данных с использованием нового DSP (digital signal processing - обработка цифрового сигнала) метода и модуляции. Дальнейшей целью был редизайн и упрощение архитектуры сети для IP-системы со значительно меньшей задержкой передачи по сравнению с архитектурой 3G. LTE – это сеть, полностью основанная на IP: она поддерживает как IPv4, так и IPv6. Отличие LTE от 3G: использование технологии OFDM, использование технологии MIMO, новая эволюция системной архитектуры (SAE). LTE использует технологии MIMO, OFDM, SIMO, TDD, FDD канального кодирования. Нисходящей линией связи является OFDMA (множественный доступ с ортогональным частотным разделением каналов), восходящей линией связи является SC-FDMA (множественный доступ с разделением частот на одной несущей). Продвинутое антенное решение обеспечивает большее разнесение сигналов, возможность формирования луча и многослойную передачу (через MIMO).

Существует значительная гибкость в использовании спектра для LTE. LTE может работать на новых и существующих диапазонах, а также на FDD и TDD. С точки зрения адаптации ссылок, LTE может использовать схемы модуляции QPSK, 16QAM или 64QAM и выполняет канальное кодирование для обеспечения устойчивости к плохим условиям канала (т.е. создает избыточность в битах). MIMO обеспечивает разнесение передачи, разнесение приема и пространственные мультиплексные характеристики. Это значительно повышает производительность передачи. Операторы будут использовать диапазон 2,6 ГГц. LTE можно использовать как в режимах TDD, так и FDD. LTE обеспечивает гибкую полосу пропускания канала: наименьшее значение частоты составляет 1,4 МГц, затем 3, 5, 10, 15 и 20 МГц [1].

В заключение были рассмотрены основные особенности технологии LTE. Предоставление функций высокой скорости и низкой задержки, безусловно, дает возможность пользователям смартфонов и мобильных устройств запускать сложные приложения (социальные сети, карты, банковское дело, поиск и т. д.)

### *Библиографический список*

1. CK Toh. 4G LTE Technologies . Торранс, Калифорния, США, 2011.
2. Varun Das1, Mrs Shikha singh. Advanced Network Parameter in LTE 4G, India, 2016. Vol. 5. 2278 – 7798.

# **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ МЕШАЮЩИХ ФАКТОРОВ ДЛЯ СИСТЕМ СВЯЗИ**

А.А. Бауков

Научный руководитель – Покровский П.С., канд. техн. наук, доцент

Видеоизображения, полученные при исследовании рельефа дна водоёмов, подводных трубопроводов и т.д., как правило, имеют низкое качество. Поглощение и рассеяние света в воде приводят к снижению контрастности и искажению цвета [1].

Рассмотрены алгоритм адаптивной эквализации гистограммы с ограничением (CLANE) [1] и его известная модификация [2]. Эти алгоритмы увеличивают контрастность изображений за счёт преобразования уровней яркости с использованием кумулятивной функции распределения, но усиливают нежелательные артефакты в однородных и высокотекстурированных областях, а также практически не устраняют искажения цвета. Алгоритм «растяжения» диапазона значений яркости [3] в каждом цветовом канале, помимо улучшения контраста, направлен на восстановление цветопередачи, но зачастую допускает неточности. Таким образом, представляется актуальной задача разработки алгоритма интеллектуальной обработки подводных видеоизображений, учитывающего недостатки рассмотренных подходов.

На первом этапе разработанного алгоритма осуществляется регулировка цветового баланса кадра в соответствии с освещённостью сцены, которая оценивается с помощью алгоритма серого мира [4]. Далее кадр преобразуется в цветовую модель HSI, и к каналам интенсивности  $I$  и насыщенности  $S$  применяется разработанная модификация алгоритма CLANE, в которой используется отличная от рассмотренной в работе [2] зависимость степени усиления контраста от дисперсии участка изображения. Предложенная зависимость учитывает степень текстурированности кадра и позволяет уменьшить проявление артефактов. На заключительном этапе происходит объединение компонент  $H$ ,  $S$  и  $I$  и преобразование кадра в RGB.

В результате сравнительного анализа алгоритмов выявлено увеличение контрастности обработанных изображений на 21...52 % и более естественное восстановление цвета при использовании предложенного метода по сравнению с известными подходами. Применение разработанного алгоритма позволило увеличить дальность видимости подводных объектов.

## *Библиографический список*

1. Фисенко Т.Ю., Фисенко В.Т. Исследование и разработка методов улучшения подводных изображений // Сборник трудов X Международной конференции «Прикладная оптика – 2012». 2012. Т. 3. С. 294-298.
2. Jia Z. et al. A two-step approach to see-through bad weather for surveillance video quality enhancement // Machine Vision and Applications. 2012. Vol. 23. № 6. P. 1059-1082.
3. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. - М.: Техносфера, 2006. - 1072 с.
4. Ebner M. Color Constancy. - Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, 2007. - 393 p.

## МЕТОДЫ РАЗНЕСЕННОГО ПРИЕМА

Г.С. Дрокина

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

Для обеспечения борьбы с замираниями в современных системах передачи перспективно использовать методы разнесенного приема, позволяющие на приеме использовать нескольких сигналов, несущих одну и ту же информацию, но пришедших различными путями. Степень разнесения выбирается таким образом, чтобы глубина разнесения сигнала поля объединения ветвей была много меньше, чем какого-либо одного из них. Один из основных подходов реализации метода разнесения заключается в использовании одного передатчика и нескольких, разнесенных в пространстве приемных антенн с последующим весовым суммированием либо автовыбором сигналов с целью повышения качества приема [1].

В зависимости от характера замираний сигнала в канале могут быть использованы следующие методы разнесения: разнесение во времени (Time Diversity); разнесение в пространстве (Space Diversity); разнесение по поляризации и углам прихода лучей (Angle/Direction Diversity); разнесение по частоте (Frequency Diversity). Комбинации перечисленных методов образуют новые гибридные методы разнесения, такие как пространственно-временное кодирование (ПВК), при котором канал с пространственным разнесением кодируется внешним помехоустойчивым кодом, и метод пространственно-частотного разнесения MIMO/OFDM, в котором сочетаются преимущества пространственного и частотного разнесения [2].

Среди методов объединения разнесения ветвей при приеме можно выделить следующие: **автовыбор** является одним из наиболее простых и часто применяемых методов наилучшей ветви разнесения; характерной особенностью разнесенного **приема с линейным сложением ветвей** является то, что при образовании результирующего колебания все ветви считаются равноценными, а объединение копий сигнала происходит когерентно. С точки зрения отношения сигнал-шум линейное объединение ветвей с одинаковыми весовыми коэффициентами неоптимально, поэтому целесообразно применение весовых коэффициентов, учитывающих фактическое состояние каждой ветви. При определенном правиле такого выбора можно добиться максимального отношения сигнал-шум на выходе устройства объединения. Подобное объединение ветвей называется **оптимальным линейным сложением** [3].

Для выбора метода разнесения в зависимости от характеристик среды распространения необходимо исследовать зависимость минимальной вероятности ошибки для различного числа ветвей разнесения.

### *Библиографический список*

1. Кловский Д. Д. Передача дискретных сообщений по радиоканалам. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 1982. — 304 с.
2. Банкет В. Л. Методы передачи информации в системах беспроводного доступа к телекоммуникационным сетям нового поколения. — Одесса: ОНАС, 2013. — 178 с.
3. Пенин П.И. Системы передачи цифровой информации: учеб. пособие для вузов. М.: Сов. Радио. 1976. 368 с.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦРРЛ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА PROFEDIT+DRRL**

Г.М. Золотарев

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

Основная цель цифровых радиорелейных линий связи – это создание транспортной инфраструктуры для операторов межзоновой связи, внутрizonовых и локальных сетей, построение высокоскоростных сетей LAN, резервированных ВОЛС [1].

Предприятия с линейно распределенной функцией, имеющие свои собственные информационные структуры, не всегда могут создать информационное отказоустойчивое кольцо. Поэтому установка радиорелейных линий (РРЛ) связи позволяет обеспечить надежную и бесперебойную работу производственного процесса предприятия [2].

Проектирование ЦРРЛ является сложным процессом, который должен учитывать множество важных критериев: расстояние между ретрансляторами, рельеф местности, качественные показатели оборудования и т.д. В качестве вспомогательного элемента при проектировании был использован программный комплекс, состоящий из двух программ – PROFEDIT + DRRL.

PROFEDIT и DRRL — программный комплекс, предназначенный для ввода, импорта и редактирования геодезической информации на продольном профиле пролета РРЛ и созданный для проектирования и расчета качества цифровой радиорелейной линии [1].

Данный программный комплекс, состоящий из двух программ, прошел проверку на значительном количестве спроектированных и в настоящее время успешно функционирующих линий передачи связи [1].

В данной статье был построен продольный профиль в программе PROFEDIT, а также профиль интервала РРС и их параметры и выбор высот подвеса антенн на определенном интервале с помощью программы DRRL.

В заключение хочется сказать, что данный программный комплекс зарекомендовал себя с положительной стороны в связи с простотой использования, а также из-за того, что он широко используется среди проектировщиков РРЛ и для военных, стратегических проектов космической, радиорелейной и тропосферной связи и навигации.

### *Библиографический список*

1. DRRL+PROFEDIT - сайт разработчика программного комплекса: <https://www.ctt-group.ru/drri>.
2. Основы проектирования цифровых радиорелейных линий связи: учеб. пособие для вузов / под ред. проф. М.А. Быховског – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 332 с.

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ РАДИОРЕЛЕЙНОЙ ЛИНИИ В УСЛОВИЯХ МЕЖСИСТЕМНЫХ ПОМЕХ**

А.В. Карпухина

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

Известно, что влияние мешающих сигналов может приводить к ухудшению качества функционирования системы, подверженной их воздействию. При межсистемной электромагнитной совместимости рассматриваются мешающие сигналы между различными средствами радиосвязи, приемопередатчики которых также работают на одинаковых частотах [1].

Наряду с традиционными методами борьбы с межсистемными помехами выделяют использование шумоподобных сигналов (ШПС). Такие сигналы создаются благодаря дополнительной модуляции несущих колебаний по псевдослучайному закону. За счет дополнительной манипуляции несущей амплитудно-частотный и энергетический спектры сигнала расширяются. ШПС позволяют многократно и одновременно использовать один частотный канал для связи разных абонентов [2].

В работе были рассмотрены три метода формирования ШПС, называемые методами расширения спектра: DSSS - метод прямого расширения спектра путем непосредственной фазовой модуляции несущей кодовой последовательностью; FHSS - метод скачкообразного изменения частоты несущего колебания за время передачи одного информационного символа; THSS - метод скачкообразного изменения относительного временного положения коротких кодовых импульсов за время передачи одного информационного символа.

Для выбора одного из вышеперечисленных методов борьбы с межсистемными помехами при проектировании цифровой радиорелейной линии были обоснованы важные показатели качества. Затем был произведен их анализ на предмет минимизации/максимизации, выполнены необходимые расчеты.

Таким образом, в работе было произведено сравнение трёх методов расширения спектра для получения шумоподобных сигналов по четырем показателям качества: степень расширения, коэффициент ошибок, полоса частот и число подканалов. При сравнении методов с учетом минимизации было получено, что наиболее целесообразно выбрать метод расширения спектра прямой последовательностью DSSS. Он предлагает хорошую степень расширения, малый коэффициент ошибок.

## *Библиографический список*

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

2. Широкополосные беспроводные сети передачи информации / В. М. Вишневский, А. И. Ляхов, С. Л. Портной, И. В. Шахнович. – М.: Техносфера, 2005. – 592 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. Одни из них производят анализ спектральной формы сигнала, другие принимают решение на основе анализа энергии поддиапазонов. Также существуют комбинированные методы обнаружения активности речи. VAD используется в целях сжатия РС [2].

В данной работе рассмотрены некоторые алгоритмы VAD, произведено сравнение алгоритмов вычисления АШ на основе приведённых методов обнаружения пауз РС, выбран наилучший с точки зрения точности оценки АШ, VAD.

В качестве сравниваемых алгоритмов VAD выбраны: алгоритм кодера GSM-FR, основывающийся на анализе спектральной формы, а также алгоритмы кодеров IS 127 и IS 733, основывающиеся на оценке энергии поддиапазонов.

Критерием к выбору наилучшего с точки зрения точности оценки АШ VAD послужила разность  $\Delta$  между известным уровнем шума и вычисленным с помощью комплексного (VAD + общий алгоритм оценки шума в паузе) алгоритма.

Общий алгоритм оценки АШ в паузе опирается на анализ реализации во временной области.

В качестве АШ был выбран звук чайника.

В [1] показано, что лучшими характеристиками обладают VAD, основывающиеся на анализе спектральной формы сигнала.

Разность  $\Delta$  между известным уровнем шума и вычисленным:

$$\Delta = X1 - X2,$$

где  $X1, X2$  – истинное и полученное значения АШ.

Наименьшее отклонение было получено при использовании детектора активности речи кодера GSM-FR, что подтверждает вывод в [1] о VAD, обладающем лучшими характеристиками.

### *Библиографический список*

1. Волченков В.А., Витязев В.В. Методы и алгоритмы детектирования активности речи // Цифровая обработка сигналов. Российское научно-техническое общество радиотехники электроники и связи им. А.С. Попова (Москва).

2. Жилияков Е.Г., Белов С.П. Об одном способе обнаружения пауз в речевых данных // Вестник НПИ. 2006.

## **РАЗРАБОТКА МОДИФИКАЦИИ АДАПТИВНОГО К РЕЧИ ПОЛОСОВОГО ВОКОДЕРА**

М.Ю. Тарасов

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

При записи речевого сигнала голос диктора имеет различные уникальные параметры, которые, как правило, могут способствовать идентификации личности диктора. К таким параметрам относятся тембр, частота основного тона, диапазон частот (бас, баритон, сопрано и т.д.) и другие. Выделение данных параметров и их обработка могут в значительной степени облегчить определение личности диктора.

Передача отдельных спектральных полос является недостаточно эффективной с точки зрения избыточности передачи информации. Это приводит к повышению времени передачи сообщений, а также к излишней нагрузке канала связи.

Работа используемого вокодера происходит следующим образом. На вход подаётся речевой сигнал. Он разбивается на блоки длиной 30 мс, над которыми проводится быстрое преобразование Фурье. После чего из каждого блока выделяются амплитуды и фазы, попадающие в рамки критических спектральных полос в диапазоне 0,3-3,4 кГц, которые впоследствии усредняются. Далее амплитуды кодируются трехбитным двоичным кодом, в то время как фазы передаются напрямую. Получившиеся две матрицы передаются получателю. На приёмной стороне матрица амплитуд декодируется, после чего, посредством обратного быстрого преобразования Фурье, из матриц амплитуд и фаз восстанавливается речевой сигнал.

Предложенная модификация вокодера состоит в следующем – на вход схемы поступает речевой сигнал, который попадает непосредственно в блок сбора статистики, после чего полученные данные обрабатываются в блоке анализа спектральных составляющих. Результаты попадают в устройство управления параметрами вокодера, где принимается решение о дальнейшей перестройке и адаптации кодека. Также на его вход поступает начальный речевой сигнал. Данная модификация позволит вокодеру повышать качество речи в режиме реального времени за счет управления параметрами поступающего на вход голосового сигнала.

Для анализа свойств принятого речевого сигнала в схему включено устройство оценки качества. На его вход поступает начальный фрагмент речи и с выхода вокодера. В том случае, если на выходе сигнал имеет недостаточно хорошее качество, принимается решение о подборе других спектральных полос. Если же данный метод не принёс результатов, то осуществляется непосредственно увеличение числа полос с повышением скорости передаваемого сигнала. Эти меры ведут к улучшению качества речи диктора.

Таким образом рассмотрено применение частоты основного тона и разброса частот голоса в адаптации полосового вокодера к параметрам речи диктора. В целом, представленный алгоритм позволит уменьшить избыточность передачи речевых сигналов при сохранении хорошего качества установленного речевого сигнала на выходе, что делает его перспективным и конкурентоспособным.

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

А. Н. Евтенко

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

Речевые сигналы (РС), с которыми обычно работают на практике, всегда в той или иной степени зашумлены [1]. Возникает необходимость в проведении над звуковым сигналом специальной обработки – фильтрации в целях повышения качества и разборчивости.

Основной принцип фильтрации заключается в подчеркивании полезного сигнала или в подавлении компонент зашумленного сигнала в тех областях, где значение уровня шума велико, а полезный сигнал мал и в усилении только компонент полезного сигнала. Данную задачу максимально эффективным образом решают методы цифровой фильтрации.

Теоретические исследования основаны на использовании сравнительного анализа различных методов очистки РС от акустических шумов (АШ) и искажений сигнала, отборе среди рассмотренных методов наиболее оптимальных, а также применении выбранных методов на практике.

В работе предлагается комбинированный фильтрационный метод. Суть данного подхода заключается в том, что для фильтрации РС, в составе которых присутствуют несколько типов шумов, используется не один определенный метод, а комбинация методов фильтрации, притом в определенной последовательности, в зависимости от типов присутствующих помех в составе полного РС.

Для подавления аддитивных АШ рассмотрены и применены методы медианной фильтрации (медианный фильтр и фильтр Хэмпеля), сглаживающие фильтры (Савицкого - Голея, фильтр скользящего среднего), метод спектрального вычитания.

Медианные фильтры во многом устраняют следы импульсных шумов в зашумлённом сигнале. Применение сглаживающей фильтрации позволяет частично снизить уровни широкополосных и узкополосных шумов, однако даёт нежелательные провалы в спектре, частично искажающие информацию в сигнале. Метод спектрального вычитания позволяет снизить влияние АШ без потери информации в РС.

В ходе работы выявлена возможность применения рассмотренных методов фильтрации для снижения влияния АШ на качество РС. Применение рассмотренных фильтров даёт ощутимый результат в снижении влияния наложенных АШ на РС. Выигрыш в отношении сигнал-шум от комбинированного применения всех представленных алгоритмов составил до 4,5 дБ. Эксперимент проводился с использованием 10 записей речи дикторов и искусственно сгенерированных АШ трёх типов.

В ходе эксперимента выявлена необходимость доработки алгоритмов фильтрации с целью снижения потерь информации, а также необходимость изучения иных методов и подходов подавления АШ для выделения слитной речи из зашумлённого сигнала.

1. Чучупал В.Я., Чичагов А.С., Маковкин К.А. Цифровая фильтрация зашумлённых речевых сигналов. М.: Вычислительный центр РАН, 1998.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА 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].

Прежде чем приступить непосредственно к самой идентификации речи, необходимо выполнить следующие операции: подавить акустические шумы (АШ) в речевом сигнале (РС) и выделить характерные параметры РС.

Главной целью предобработки РС является подавление АШ, которые сильно влияют на точность работы систем распознавания речи. Чтобы уменьшить влияние АШ, применяются различные алгоритмы шумоподавления. Один из них – метод спектрального вычитания, который наиболее действенен, если на РС действует широкополосный шум. К входному РС, представляющему собой смесь шума и речи, применяют быстрое преобразование Фурье (БПФ). Амплитудный спектр шума в общем случае неизвестен, но может быть заменен усредненным значением, вычисленным по кадрам входного сигнала, в которых отсутствует речь, но присутствует шум.

Следующим этапом является вычитание амплитудного спектра АШ из амплитудного спектра РС. После того, как вычитание произведено, проводят синтез результирующего сигнала с помощью обратного БПФ.

Для идентификации голоса диктора необходимо выделить характерные параметры РС. К ним можно отнести следующие [2]: максимальная частота основного тона, минимальная частота основного тона, средняя частота основного тона, мел-частотные кепстральные коэффициенты (МЧКК).

Выделение частот основного тона происходит с помощью автокорреляционной функции (АКФ). Этот метод опирается на теорему, которая утверждает, что АКФ периодического сигнала тоже периодическая и эти два периода совпадают. Необходимо определить положение локального максимума АКФ и, найдя период основного тона, найти необходимые частоты.

В качестве алгоритма идентификации может использоваться нейронная сеть Кохонена. На вход данной сети подаются параметры РС, найденные ранее. В ходе обучения эти параметры с помощью весовых коэффициентов запоминаются сетью и принимаются за некий эталон. После обучения на вход сети подаются параметры РС, которые сравниваются с эталоном, и сеть принимает решение о принадлежности РС пользователю данной нейронной сети. На основе проведенных исследований нейронная сеть позволяет реализовать вероятность правильного решения о принадлежности РС пользователю до 83 %.

### *Библиографический список*

1. Гапочкин А. В. Нейронные сети в системах распознавания речи// Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2014. № 3. С. 55-58.
2. Тассов К.Л., Дятлов Р.А. Метод идентификации человека по голосу// Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. вып. 6.

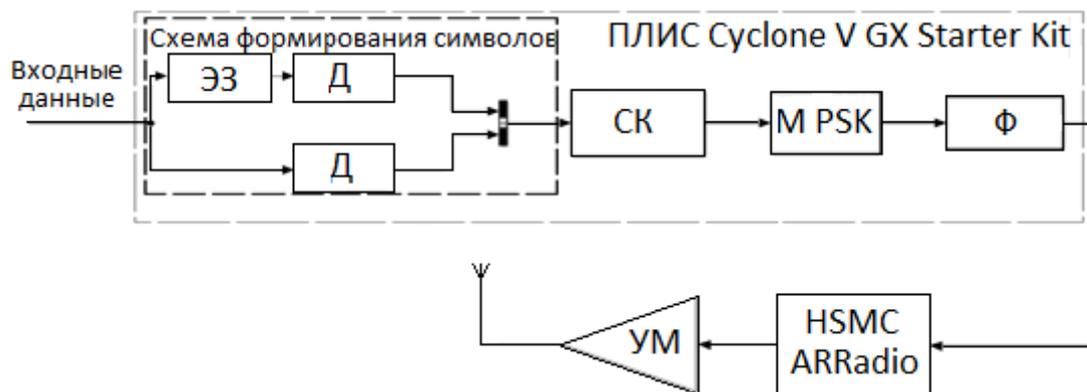
## РАЗРАБОТКА ФОРМИРОВАТЕЛЯ СИГНАЛА С TRELIS МОДУЛЯЦИЕЙ

С.М. Светиков

Научный руководитель – Покровский П.С., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время проблема помехоустойчивости является актуальной при проектировании систем радиосвязи. Trellis модуляция может решить эту проблему ценой сравнительно небольшой избыточности — добавлением треллис-бита, повышающего помехоустойчивость передачи.

Разработка формирователя сигнала выполняется по технологии программно определяемого радио, известной как SDR (программно определяемая радиосистема). В состав устройства входят: отладочная плата ПЛИС Cyclone V GX Starter Kit, модуль HSMC ARRadio, выполняющий функцию цифро-аналогового преобразования, фильтрации, усиления и переноса сигнала на необходимую частоту, усилитель мощности, антенна. Структурная схема устройства представлена на рисунке, где ЭЗ – элемент задержки, Д – дециматор, СК – сверточный кодер, М PSK – модулятор PSK-8, Ф – фильтр, УМ – усилитель мощности.



Структурная схема формирователя сигнала

Моделирование алгоритма работы устройства производилось в среде Matlab Simulink. Поток данных поступает на схему формирования символов. Затем поток обрабатывается в блоке сверточного кодера. Схема сверточного кодера адаптирована на использование кодов с кодовой скоростью  $1/3$  и  $2/3$ . Далее биты обрабатываются модулятором PSK-8, где каждым 3 битам присваивается символ на сигнальном созвездии, т.е. на выходе блока получается сигнал с определенной фазой. Для ограничения полосы частот в алгоритм включен блок Raised Cosine Filter. Затем сигнал поступает на HSMC ARRadio, в котором происходит цифро-аналоговое преобразование, усиление, фильтрация и перенос сформированной комплексной огибающей на несущую частоту. ВЧ сигнал далее усиливается в блоке УМ и передается на антенну.

Для оценки адекватности цифровая часть алгоритма при условии, что сверточный кодер отсутствует, промоделирована в среде Matlab Simulink. Результаты моделирования подтвердили адекватность реализованного подхода посредством сравнения оценок с теоретическими значениями. Теоретические значения были получены с помощью приложения Bit Error Rate Analysis среды Matlab. При этом оценки вероятности битовой ошибки для сигнала PSK-8 соответствуют теоретическим значениям с погрешностью 0.02 дБ.

# МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ВЫБОР КОДЕКОВ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ

А.А.Сивков

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

В современном мире передача информации является одной из важнейших и сложных задач. Особенно актуальна передача речи. Достаточно часто возникает вопрос, какой кодек речевых сигналов можно использовать для обеспечения хорошего качества на выходе системы связи при минимальной нагрузке. В данной работе рассматриваются три наиболее перспективных кодека речевых сигналов: LD-CELP, SPEEX, ISAC.

Выбор кодеков осуществлен по следующим показателям качества: средняя оценка качества, алгоритмическая задержка, сложность реализации. Для кодека LD-CELP показатели следующие: средняя оценка качества - 4,1 баллов, алгоритмическая задержка - 2,5 мс, сложность реализации - 30 MIPS [1]. Для кодека SPEEX: средняя оценка качества - 3,85 баллов, алгоритмическая задержка - 5 мс, сложность реализации - 20 MIPS [2]. Для кодека ISAC: средняя оценка качества - 3 балла, алгоритмическая задержка - 3 мс, сложность реализации - 24 MIPS.

Проведен анализ показателей качества на предмет максимизации/минимизации. Максимизируется и преобразуется к минимуму средняя оценка качества, а минимизируется задержка и сложность реализации.

Средняя оценка качества позволяет получить на приемной стороне разборчивый речевой сигнал, что является наиболее важным критерием для пользователя, из-за чего на него обращают внимание в первую очередь.

Алгоритмическая задержка позволяет оценить быстродействие кодека, что играет немаловажную роль в современных системах. Однако обращать внимание на данный параметр не всегда необходимо.

Сложность реализации влияет на сложность и стоимость аппаратуры, однако мощности современных ЭВМ позволяют не сильно следить за данным показателем. Расставим весовые коэффициенты следующим образом: средняя оценка качества – 0.5, задержка – 0.3, сложность реализации – 0.2.

Использование обобщенного показателя качества позволяет сравнить рассматриваемые кодеки, в данном случае – кодеки LD-CELP, SPEEX, ISAC.

При сравнении кодеков с учетом минимизации было получено, что наиболее целесообразно выбрать кодек речи LD-CELP. Он предлагает достаточно высокое качество речи – 4,1 баллов, малую алгоритмическую задержку – не более 2,5 мс и оптимальную сложность реализации – 30 млн операций в секунду (MIPS).

## *Библиографический список*

1. Характеристики кодеков [Электронный ресурс]. URL: <https://helpiks.org/5-18541.html>.
2. Speex: A Free Codec For Free Speech [Электронный ресурс]. URL: <https://www.speex.org/>.

## РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУРЫ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО АЛГОРИТМА СЖАТИЯ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ

Д.С. Степанов

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

Проводится сравнение кодеков сжатия видеоинформации стандартов H.263, H.264, H.265. Сравнение производится с учетом возможности применения этих кодеков в каналах связи с большим количеством ошибок. Приводятся результаты тестирования данных кодеков на разных отрывках потока видео, включая режим моделирования ошибок в канале связи. Выполнено сравнение качества сжатия фрагментов видео и устойчивости к ошибкам видеокодеков.

Рассматриваемые стандарты сжатия видео работают на основе дискретного косинус-преобразования. Стандарт H.263 предназначен для использования в низкоскоростных каналах связи (до 128 кбит/с) с возможностью быстрой аппаратной реализации. Стандарт H.264 предназначен для компрессии видео с высокой степенью сжатия при высоком качестве. В стандарте H.265 применяется более эффективный алгоритм, чем в H.264. Является новым стандартом, а не доработкой предшественника [1].

Сравнение стандартов сжатия видео при равном качестве

Стандарт видеокодирования	Среднее сокращение битрейта			
	H.264/Mpeg-4 AVC HP	Mpeg-4 ASP	H.263 HLP	H.262/Mpeg-2 MP
HEVC MP	35.4%	63.7%	65.1%	70.8%
H.264/Mpeg-4 AVC HP	-	44.5%	46.6%	55.4%
Mpeg-4 ASP	-	-	3.9%	19.9%
H.263 HLP	-	-	-	16.2 %

При тестировании использовались потоки видео с характеристиками, соответствующими характеристикам специальных средств, а также потоки с очень низкими скоростями. Тестируемые фрагменты использовали расширение .y4m (поток без сжатия).

По результатам тестирования следует, что при субъективной оценке качества кодек H.265 показывает лучшее качество. Стандарт H.263 не обеспечивает требуемую битовую скорость при высоком разрешении фрагмента и при низкой скорости потока. При моделировании с ошибками стандарт H.264 показал себя лучше, особенно при расширенном профиле, что объясняется его назначением.

В основном более эффективным оказывается использование стандарта H.264 в специальных системах, не учитывая времени восстановления приема при пропадании канала связи.

1. Сергеев В.С., Барин В.В. Сжатие данных, речи, звука и изображений в телекоммуникационных системах. – М. :ИП «Радиософт», 2011. – 360 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИКАЦИИ АЛГОРИТМА КОДИРОВАНИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ CELP ПРИ ДЕЙСТВИИ НА ВХОДЕ ПЕРЕДАТЧИКА АКУСТИЧЕСКИХ ШУМОВ

В.А. Беликов

Сегодня большая часть передачи информации между людьми происходит при помощи речи. Поэтому наиболее важной задачей является исследование речевого сигнала в области низкоскоростной передачи. При этом следует найти оптимальный баланс между качеством и скоростью передачи.

Использование низкоскоростного вокодера за счет уменьшения объема передаваемых данных позволит понизить стоимость передачи информации, освободить часть ресурсов систем передачи для других пользователей, что выгодно как пользователям, так и представителям услуг связи.

В современных условиях функционирования инфокоммуникационных систем в технике кодирования речевых сигналов сложилась ситуация, характеризующаяся переходом от систем с фиксированными процедурами сжатия к адаптивным системам кодирования.

Подкласс адаптивных систем - системы с переменной структурой, оказываются эффективными в условиях неполной информации о параметрах кодируемого речевого сигнала.

CELP является сложным методом, он способен синтезировать речь с высоким качеством даже на низких скоростях. Также данный алгоритм обладает устойчивостью к акустическим шумам и искажениям в канале связи. Вариант кодирования CELP выбран для многих систем голосовой связи. Адаптация к акустическим шумам на входе передатчика данного метода кодирования может осуществляться с помощью перераспределения количества бит для передачи трех основных параметров: коэффициент анализа линейного предсказания, коэффициент усиления, коэффициент фильтра основного тона.

При отсутствии акустических шумов на входе количества бита соответственно равны: 7 бит, 16 бит, 17 бит. При ухудшении отношения сигнал-шум до значения -5 дБ наилучшее качество речи согласно ГОСТ Р50840-95 достигается при значениях: 10 бит, 18 бит, 19 бит. Но при данном количестве бит для каждого коэффициента скорость увеличивается до 9,4 кбит/с. Поэтому для сохранения исходной скорости, равной 8 кбит/с, зафиксируем один параметр и проводим калибровку при помощи двух других. При этом общее количество бит при передаче должно остаться постоянным.

Наилучшее влияние на качество оказывает коэффициент линейного предсказания. Дальнейшее повышение качества проводим при помощи двух оставшихся коэффициентов, подбирая наиболее удачную пару.

Наиболее оптимальный набор параметров для кодека CELP, обеспечивающего скорость 8 кбит/с при ОСШ= -5дБ, имеет вид:

- порядок анализа линейного предсказания  $P= 10$  бит;
- количество бит, выделенных для передачи коэффициента усиления,  $L= 13$  бит;

- количество бит, выделенных для передачи коэффициента фильтра основного тона,  $F = 17$  бит.

Данный набор параметров позволяет достичь оценки в 3,1 балла согласно ГОСТ Р50840-95 при скорости передачи 8 кбит/с и отношении сигнал-шум -5 дБ.

## **РАЗРАБОТКА ШИРОКОПОЛОСНОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ. АНАЛИЗ СТАНДАРТОВ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ**

Е.В. Бусурина

Научный руководитель – Егоров С.Н., канд. техн. наук, доцент

Для передачи информации на расстояния используют различные технологии.

В данной работе было произведено сравнение четырех стандартов передачи данных: LTE, WiMax, WiFi, 3G, – по трем показателям качества: скорости передачи информации, дальности связи и пропускной способности канала связи (таблицы 1 - 4).

Таблица 1 – Показатели качества сравниваемых алгоритмов

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>LTE</b>	100	19,7	200
<b>WiMax</b>	75	30	75
<b>WiFi</b>	1024	0,15	150
<b>3G</b>	3,6	33	2

При нормировании показателей качества по формуле:

$$PK_i^* = \frac{PK_i}{PK_{imax}}, PK_i^* = \left(1 - \frac{PK_i}{PK_{imax}}\right), \text{ где } PK_i - \text{показатели качества}$$

Таблица 2 – Нормированные показатели качества сравниваемых стандартов

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>LTE</b>	0,098	0,597	1
<b>WiMax</b>	0,073	0,91	0,375
<b>WiFi</b>	1	0,0045	0,75
<b>3G</b>	0,0035	1	0,01

Таблица 3 Анализ показателей качества на предмет минимизации/максимизации

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>LTE</b>	0,902	0,403	0
<b>WiMax</b>	0,927	0,09	0,625
<b>WiFi</b>	0	0,9955	0,25
<b>3G</b>	0,9965	0	0,99

Для дальнейшего сравнения была произведена расстановка весовых коэффициентов:

- скорость передачи данных – 0,35;
- дальность связи – 0,3;
- пропускная способность – 0,35.

Таблица 4. Нормированные показатели качества с учётом весовых коэффициентов

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>LTE</b>	0,098	0,597	1
<b>WiMax</b>	0,073	0,91	0,375
<b>WiFi</b>	1	0,0045	0,75
<b>3G</b>	0,0035	1	0,01
$\alpha_i$	0,35	0,3	0,35

В результате сравнения выявлено, что наиболее оптимален стандарт WiFi. Он имеет самую большую скорость передачи из рассмотренных стандартов и приемлемую пропускную способность, но у данного стандарта есть существенный недостаток – это очень маленькая дальность связи до 150 м.

#### *Библиографический список*

1. Данилов В. И. Сети и стандарты мобильной связи: учеб. пособие – СПб: СПбГУ, 2015. – С. 51 - 87.
2. Гольдштейн Б.С. Сети связи. СПб.: БХВ-Петербург, 2010.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ БОРТОВОЙ АНТЕННЫ В КАЧЕСТВЕ НЕВЫСТУПАЮЩЕГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ**

И.А. Игнатов

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

В докладе рассматривается задача оптимизации параметров малогабаритных печатных антенн (ПА) по совокупности показателей качества (ПК) с целью определения их потенциально достижимых технических характеристик. Исследованы полуволновый, четвертьволновый, полуволновый свернутый и четвертьволновый свернутый излучатели с линейной поляризацией. С помощью электродинамического моделирования для них получены множества допустимых решений в пространствах показателей качества: добротность – габаритные размеры, добротность – объем, добротность – площадь излучателя. С помощью безусловного критерия предпочтения найдены множества нехудших решений. Получены множества параметров нехудших антенн. Представлены результаты сравнения разных конструкций малогабаритных печатных антенн в пространстве показателей качества.

Численное моделирование полосковых антенн осуществлялось в системе Microwave Studio (MWS), которая использует для решения электродинамической задачи схему FDTD. Все исследованные антенны предварительно настраивались так, чтобы на частоте 1.6 ГГц ПА имела нулевой коэффициент отражения  $S_{11}$ .

К выбору показателя качества антенны предъявляются стандартные требования [5]: ПК должен быть неотрицательной величиной, которая монотонно уменьшается при улучшении качества ПА. Поэтому в качестве первого ПК, характеризующего диапазонные свойства полосковой антенны -  $K_1$ , целесообразно выбрать ее добротность  $Q$ . Размеры ПА могут быть описаны разным образом. Я рассмотрел три различные формулировки второго ПК -  $K_2$ . Первый вариант – максимальный габаритный размер. По второму варианту ПК  $K_2$  определяется как объем антенны. В третьей постановке в качестве ПК  $K_2$  взята площадь ПА.

При сравнении антенн с учетом минимизации и, придавая предпочтение добротности, было получено, что наиболее выгодно выбрать четверть-волновую ПА. Данные параметры являются оптимальными, они позволяют проводить исследования в рамках обозначенной работы.

## СЕКЦИЯ «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

### ПОСТРОЕНИЕ ЛАЗЕРНОГО РАСТРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ НА УДАЛЕННЫХ ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

И.В. Астаркин

Научный руководитель – Андреев В.Г., д.т.н., доцент

Рассматривается возможность создания лазерного проектора, предназначенного для вывода информации на поверхности удаленных протяженных объектов.

В данной работе был проведен эксперимент, цель которого — оптимизация времени экспозиции (излучения в одном направлении) от удаленности экрана при наличии помехи обратного рассеяния (туман, облачность, осадки).

Смоделировав процесс лазерного излучения и проанализировав результаты отношения сигнал/шум, мы можем подобрать необходимые параметры экспозиции, при которых изображение строится адекватно. Затем, для получения растровой картинки, это излучение, отражаясь от зеркал барабана Вейллера [1], будет проецироваться на протяженные объекты, например облака, используемые в качестве экрана.

В барабане Вейллера зеркала устанавливаются на образующей поверхности цилиндра [1]. Число зеркал обуславливает число строк раstra. Каждое зеркало крепится под своим углом к образующей поверхности цилиндра. При его вращении с угловой скоростью  $\Omega$  лазерный луч, направленный на поверхность зеркала, отражаясь от неё, прочерчивает в пространстве прямую линию, формируя отдельную строку раstra. Следующее зеркало по ходу вращения барабана, установленное под углом  $\Delta\alpha$  относительно предыдущего зеркала, прочерчивает в пространстве прямую линию, смещенную на угол  $\Delta\alpha$  относительно сформированной ранее строкой раstra. В результате одного оборота барабана луч сформирует растр с угловыми размерами  $\Psi$ :

$$\Psi = \Delta\alpha N_3 \times \Omega T_c,$$

где  $N_3$  — число зеркал на барабане,  $T_c$  — время между началом и окончанием формирования строки.

Получение растровой картинки с угловыми размерами  $\Psi$  осуществляется передачей изображения тремя синхронизированными лазерами красного, синего и зеленого цвета. Возможно последовательное свечение разноцветных лазеров.

Перечислим основные составные части лазерного проектора:

- лазерная установка;
- двигатель постоянного тока, вращающий зеркальный барабан;
- муфты для связи двигателя с редуктором;
- редуктор, понижающий обороты двигателя до требуемой величины;
- ременный привод, состоящий из ремня и шкивов;
- зеркальный барабан, посаженный на ось.

1. Архангельский В.И. ТЕЛЕвидение.— М.: Журнально-газетное объединение, 1932.— 144 с.

## УСКОРЕНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В НЕРЕКУРСИВНЫХ ФИЛЬТРАХ

П.Е. Кожин

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

Рассмотрен синтез режекторного нерекурсивного фильтра (РФ) методом переменных состояния, усовершенствованный в целях ускорения переходного процесса при наличии кромки пассивных помех. С целью синтеза в переходном режиме усовершенствованной структуры РФ применяется метод переменных состояния, который дает приемлемое описание фильтров во временной области. Как дискретная система цифровой нерекурсивный РФ  $m$ -го порядка в  $k$ -й момент времени описывается вектором состояния  $X(k)=[x_n(k)]$ , где  $x_n(k)$  – переменная состояния, которая соответствует выходной величине  $n$ -го блока задержки РФ,  $n = 1, m$ . Разностное матричное уравнение состояния РФ в классической форме имеет вид [1]:

$$X(k+1) = AX(k) + Bu(k), \quad (1)$$

где  $A$  – матрица размерности  $m \times m$ , описывающая связь между состояниями в  $k$ -й и  $(k+1)$ -й моменты времени,  $B$  – вектор-столбец размерности  $m$ , описывающий зависимость между переменными состояниями и входным воздействием  $u(k)$ .

Усовершенствование структуры РФ с целью ускорения переходного процесса подразумевает создание вектора начального состояния. Критерий ускорения переходного процесса обоснован условием постоянства выходной величины РФ и соответственно его состояния с момента появления помехи:

$$\begin{aligned} X(k+1) &= X(k) = X(0) \quad \text{или} \\ X(k+1) - X(k) &= 0 \quad \text{для } k \geq 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Необходимым условием выполнения критерия (2) является прямоугольность огибающей пачки, что имеет место при дискретном режиме сканирования, и вместе с известным временем поступления выборки делает возможным ускорение переходного процесса РФ.

При использовании синтеза методом переменных состояния возможно осуществить ускорение начального состояния усовершенствованного нерекурсивного РФ, пропорционального первому отсчету в момент его появления.

1. Директор С., Рорер Р. Введение в теорию систем: пер. с англ. под ред. Н. П. Бусленко. – М.: Мир, 1974. – 464 с.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИЗМЕНЕНИЯ МЕЖИМПУЛЬСНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ДИАПАЗОНА ОДНОЗНАЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ СКОРОСТИ И ДАЛЬНОСТИ

П.Е. Кожин

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

Метод изменения межимпульсных интервалов (ИМИ) относится к классу методов получения автоковариационных оценок скорости, использующих для расширения диапазона однозначных измерений два отличных друг от друга периода следования импульсов (ПСИ) в разных комбинациях. Процесс измерений, связанный с использованием двух последовательностей равноотстоящих импульсов с разными ПСИ, подразумевает получение двух оценок скорости:  $\hat{v}_1$  — для последовательности с периодом  $T_{s1}$ , и  $\hat{v}_2$  — для последовательности с  $T_{s2}$ . Как один из вариантов комбинаций последовательность равноотстоящих импульсов с периодом  $T_{s1}$  может использоваться, например, при первом сканировании, после чего сканирование сразу же может быть проведено повторно уже при другом ПСИ, равном  $T_{s2}$ .

В методе, основанном на изменении межимпульсных интервалов от отсчета к отсчету, используют комбинацию автоковариационных оценок:  $\hat{R}_1$  при запаздывании  $T_{s1}$  и  $\hat{R}_2$  при запаздывании  $T_{s2}$ . Скорость в этом случае определяется разностью их фаз:

$$\hat{v} = \frac{\lambda}{4\pi(T_{s2} - T_{s1})} \arg\left(\frac{\hat{R}_1}{\hat{R}_2}\right).$$

Из выражения следует, что неопределенность в оценке скорости возникает тогда, когда разность фаз  $\arg\hat{R}_1 - \arg\hat{R}_2$  выходит за интервал  $\{-\pi, \pi\}$ .

Радиолокатор, который излучает последовательность равноотстоящих импульсов, для которого скорость Найквиста  $v_a = 48\text{ м/с}$ , обеспечивает максимальную дальность однозначного обнаружения 78 и 39 км при работе на длинах волн 10 и 5 см согласно уравнению однозначного определения дальности и скорости

$$R_{\max} V_{\max} = \frac{c \cdot \lambda}{8}.$$

Для радиолокатора с ИМИ максимальная однозначно определяемая дальность  $R_{\max}$  составляет уже

$$R_{\max} = \frac{c \cdot \lambda}{8v_a},$$

что даёт четырёхкратный выигрыш в площади зоны однозначного обнаружения. Это является важным преимуществом метода ИМИ.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОСТАНОВКИ АКТИВНЫХ ПОМЕХ

А.Ю. Лошкарев

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

Знание угловых координат радиоэлектронных средств позволяет определить их местоположение и в случае необходимости наводить на них антенны передатчиков помех [1].

В работе рассмотрена точность определения угла прихода сигнала с помощью трех методов пеленгации со сверхразрешением (MUSIC, Root-MUSIC, ESPRIT) с целью постановки помехи в направлении излучаемого сигнала противником.

Моделирование проведено для линейной эквидистантной антенной решетки, состоящей из 10 элементов, отношение (ОСШ) взято от 5 до 20 дБ с шагом 5 дБ, межэлементное расстояние равно половине длины волны. Исследовано влияние ОСШ на среднеквадратичное отклонение (СКО) и коэффициент ослабления сигнала (Кос). Результаты эксперимента сведены в таблицу.

Метод \ ОСШ, дБ	MUSIC		Root-MUSIC		ESPRIT	
	СКО, гр	Кос	СКО, гр	Кос	СКО, гр	Кос
5	6,1	3,23	5	5,347	4,35	5,525
10	4,81	9,275	3,7	10,375	2,89	10,532
15	3,29	30,06	2,73	30,334	2,62	30,97
20	2,4	95,6	1,57	97,86	1,43	98,59

По полученным данным можно сделать следующие выводы:

1) метод ESPRIT из предложенных методов, при значении ОСШ 20 дБ имеет СКО на  $0.14^\circ$  меньше, чем при методе пеленгации Root-MUSIC и на  $0.93^\circ$  меньше, чем при методе MUSIC. Следовательно, наилучшей точностью обладает метод ESPRIT;

2) коэффициент ослабления сигнала при определенном СКО метода ESPRIT больше на 0.73, чем при определенном СКО метода Root-MUSIC и на 2.99 больше, чем при полученном СКО метода MUSIC, при ОСШ, равном 20 дБ, что позволят постановщику помех максимально ослабить сигнал и сформировать ложную информацию на приемной стороне. Таким образом, предпочтительным является использование метода ESPRIT.

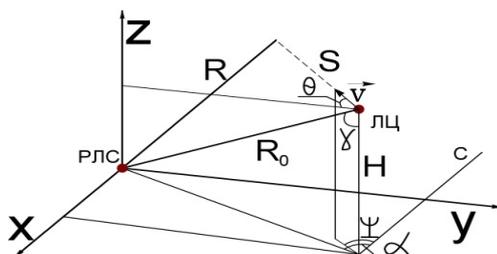
1. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы: учеб. пособие / А.И. Куприянов, А.В. Сахаров.- М.: Вузовская книга, 2007. – 356 с.: ил.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ УВОДЯЩЕЙ ПОМЕХИ ПРИ ЕЁ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ДВУХКООРДИНАТНУЮ РЛС

К.И. Приходько

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

В докладе рассматриваются возможные временные параметры уводящей помехи, такие как время задержки, частота Доплера и мощность передатчика, для создания правдоподобных ложных траекторий, а также промоделировано создание ансамбля из четырех ложных целей с учетом нахождения постановщика помехи на борту реальной цели.



Для создания таких помех необходимо определённое количество априорной информации:

- углы  $\gamma$  и  $\alpha$ , полученные со станции предупреждения об облучении;
- высота  $H$ , получаемая с имеющегося на борту высотомера (совместно с углом  $\gamma$  используется для определения начальной дальности  $R_0$ );
- сведения о диаграмме направленности (ДН) антенны РЛС (необходимо для регулирования мощности излучаемого помехового сигнала для искажения пеленгационной характеристики подавляемой РЛС и создания иллюзии движения ложной цели в направлении, задаваемом моделью движения). В случае отсутствия таковых можно использовать заранее определённую модель ДН;
- период повторения и форма сигнала, излучаемого РЛС (можно вычислить, например, при использовании технологии DRFM).

С учётом наличия априорной информации временные параметры формируемой виртуальной цели будут определяться:

$$R_{\text{ЛЦ}}(t) = \sqrt{S(t)^2 + \frac{H^2}{\cos(\gamma)^2} + 2 \cdot H \cdot S(t) \cdot [\sin(\theta) - \sqrt{\frac{1}{\cos(\gamma)^2} - 1} \cdot \cos(\theta) \cdot \cos(\alpha - \psi)]}$$

$$t_3(t) = \frac{2 \cdot \left( \frac{c \cdot T_n}{2} - R_{\text{РЦ}}(t) + R_{\text{ЛЦ}}(t) \right)}{c}$$

$$P_{\text{нерПП}}(t) = \frac{1}{F_E(t)} \cdot \frac{P_{\text{нрПП}} \cdot 4 \cdot \pi \cdot R_{\text{РЦ}}(t)^4 \cdot \sigma_0}{G_{\text{нрПП}} \cdot \lambda^2 \cdot R_{\text{ЛЦ}}(t)^4 \cdot G_{\text{нерПП}}}$$

В ходе работы установлено:

- для эффективного увода по дальности частота формирующей функции должна быть не менее  $c/(2 \cdot \Delta R)$ ;
- для эффективного увода по скорости достаточно взять 3 узла при дифференцировании функции дальности.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ФОРМИРОВАНИЯ УВОДЯЩИХ ПОМЕХ**

Д.А. Прытков

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

Исследовано воздействие уводящих по скорости помех на наземные радиолокационные станции.

Уводящие помехи относятся к разряду имитационных помех и предназначены для срыва автосопровождения по дальности и скорости или вводе погрешностей в измерении дальности и скорости целей. Действие уводящих помех приводит к проблемам в обнаружении и сопровождении при наличии множественных целей [1].

Разработка модели связана с имитацией аддитивной смеси сигнала цели, белого гауссовского шума и уводящей помехи, поступающей на вход приемника РЛС. В работе уводящая помеха сформирована идентичной сигналу цели, имеющей ту же относительную ширину спектра и доплеровское смещение частоты. Различие между сигналом и уводящей помехой состояло лишь в уровне мощности. Была разработана модель воздействия уводящей помехи на каналы сопровождения по скорости. Моделирование производилось средствами Mathcad.

При моделировании определялся порог обнаружения при заданной вероятности ложной тревоги, рассмотрено сопровождение стробом по скорости сигнала уводящей помехи, увод строга по скорости уводящей помехи от истинного положения цели, а также подавление сигнала цели более мощной помехой, связанное с действием автоматической регулировки усиления.

Таким образом, разработана модель уводящей помехи по скорости, рассмотрен эффект маскирования сигнала цели уводящей помехой. Разработанная модель демонстрирует влияние помехи на приемник РЛС и увод строга 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 АЛГОРИТМОВ РАБОТЫ ЗЕНИТНЫХ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ БЛИЖНЕГО ДЕЙСТВИЯ

П.А. Родин

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

Рассматривается модификация алгоритма работы существующего зенитного ракетного комплекса (ЗРК) ближнего действия, а именно замена ручных команд стрелка-зенитчика на автоматизированные, выполняемые системой дистанционного пуска.

Поставленная задача подразумевает проведение анализа существующего алгоритма работы ЗРК ближнего действия; определение операций, которые могут проводиться в автоматическом режиме (без действий оператора); разработку модифицированного алгоритма работы ЗРК ближнего действия и оценку его эффективности.

В ходе анализа существующего алгоритма работы ЗРК было определено, что операции приёма целеуказаний (ЦУ), выбор цели, передача команды на сопровождение цели, задействование ракеты и выдача команды на захват цели ракетой могут быть заменены на аналогичные операции, выполняемые цифровым вычислительным устройством.

Важным отличием модифицированного алгоритма работы ЗРК является отстранение стрелка-зенитчика от выбора поражаемой цели, что позволяет использовать различные критерии для определения приоритетной цели. В данной работе был выбран критерий, при котором в качестве приоритетной цели предполагается ближайшая вражеская цель к ЗРК. Так как алгоритм выполняется на цифровом устройстве, то перед выбором приоритетной цели необходимо вычислить дальности до целей с учётом задержки на получение кадров данных, содержащих информацию об обнаруженных целях. Скорректированная дальность  $R_1$  для цели, летящей навстречу, и  $R_2$  для цели, летящей от ЗРК, находятся по следующим формулам:

$$R_1 = \sqrt{(V_{ц} \cdot t_3)^2 + R_0^2 - 2 \cdot V_{ц} \cdot t_3 \cdot R_0 \cdot \cos \varphi},$$
$$R_2 = \sqrt{(V_{ц} \cdot t_3)^2 + R_0^2 - 2 \cdot V_{ц} \cdot t_3 \cdot R_0 \cdot \cos(360^\circ - (180^\circ - \varphi))},$$

где  $V_{ц}$  – скорость цели,  $t_3$  – задержка на получение кадров данных,  $R_0$  – начальная дальность до цели,  $\varphi$  – угол между осью визирования и направлением цели.

Примерное время реакции человека на одну команду составляет не менее 0,4 с [1]. Количество операций, выполняемых оператором,  $N \geq 6$ , что даёт суммарное время на выполнение команд  $T_{общ} \geq 2,4$  с. Для оценки эффективности разработанного алгоритма написана программа на языке C++. Программа, заменяющая стрелка-зенитчика, выполняется за 0.04 с (на процессоре AMD A10-5800K, 3,8 ГГц), что даёт выигрыш во времени минимум в 60 раз.

1. Большая Советская Энциклопедия / ред. О.Ю. Шмидт. – М.: Советская Энциклопедия, 1992. – 921 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ЗАЩИТЫ РЛС ОТ АКТИВНЫХ ПОМЕХ

И.А. Слободяник

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

Рассматривается ряд проблемных вопросов по компенсации активных помех в условиях современной сложной помеховой обстановки. В качестве пути решения указанной проблемы был выбран алгоритм борьбы с активными шумовыми помехами с помощью автокомпенсатора (АК) с корреляционной обратной связью (КОС) [1].

В результате моделирования в среде Matlab Simulink были получены следующие значения фазовой зависимости коэффициента подавления помехи от значений коэффициента глубины обратной связи и соотношения основного канала к компенсационному каналу, которые сведены в таблицу.

Значения фазовой стабильности коэффициента подавления при изменении глубины КОС и отношении основного канала к компенсационному

КОС	3			5			10		
	1/2	1/1	2/1	1/2	1/1	2/1	1/2	1/1	2/1
15°	22.81	17.14	17.1	22.91	16.65	16.9	22.7	16.92	16.72
30°	22.93	16.89	16.86	22.84	16.77	17.19	22.36	17.12	16.75
45°	22.99	17.16	16.93	23.01	17.13	16.9	22.86	16.89	16.89
60°	22.92	17.1	16.65	22.77	17.26	17.21	22.85	17.04	17.11
90°	23.02	17.16	16.9	22.96	17.1	16.8	23.03	17.2	17.05
120°	22.89	17.4	16.93	22.77	16.98	17.37	23.03	16.87	17.37
150°	23.27	17.11	17.19	22.9	17.14	17.08	22.99	16.86	17.14
180°	23.37	16.79	17.1	22.93	17.17	17.01	23.23	16.97	17.06
210°	23.36	17.15	17.31	23.27	17.27	17.18	23.32	17.06	17.48
240°	23.5	17.16	17.57	23.28	17.3	17.52	23.31	17.65	17.47
270°	23.88	17.27	17.29	23.76	17.19	17.48	23.46	17.37	17.29
300°	23.73	17.75	17.56	23.64	17.52	17.4	23.65	17.56	17.54
330°	23.6	17.43	17.5	23.66	17.84	17.77	23.63	17.7	18.14
360°	23.9	17.63	17.87	22.91	16.65	16.9	22.7	16.92	16.72

В результате проведения исследования были сделаны следующие выводы:

1) полученный в ходе данного эксперимента коэффициент подавления помехи составляет от 16 до 22 дБ;

2) фазовая нестабильность по величине составляет менее 1,6 дБ при изменении фазы между основным и компенсационным каналами от 0° до 360°;

3) основной недостаток схемы автокомпенсатора с корреляционной обратной связью заключается в рекурсии вычисления сигнала, то есть каждый последующий шаг требует вычисления предыдущего, что несколько замедляет вычисление.

1. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. – М.: Радиотехника, 2004. – 320 с.

# **АЛГОРИТМЫ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ**

А.С. Сычев

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

Решение задачи всепогодного круглосуточного видения обеспечивают многоспектральные системы технического зрения (МСТЗ) с фотодатчиками различных спектральных областей инфракрасного (ИК) и видимого диапазонов. МСТЗ находят применение в авиации, дистанционном зондировании Земли, жилищно-коммунальном хозяйстве.

В МСТЗ, предназначенных для вывода изображения на монитор и дальнейшего его анализа оператором, актуальна задача объединения (комплексирования) информативных признаков сцены в одном кадре, так как необходимость переключения между несколькими видеопотоками затрудняет их анализ. Пример системы, успешно решающей данную задачу, рассмотрен в [1]: МСТЗ с тремя видеоматрицами (видимого, коротковолнового и длинноволнового ИК диапазонов длин волн), расположенными на единой плате фотоприёмников, способна выполнять комплексирование изображений в псевдоцветах либо с адаптивным выбором наиболее информативных каналов.

Ряд популярных способов комплексирования изображений основан на формировании результирующего изображения либо как весовой суммы непосредственно исходных изображений, либо весовой суммы их низкочастотных и высокочастотных составляющих, для которых указанные веса вычисляются по методу главных компонент. Сумма весовых коэффициентов в обоих случаях нормируется к единице.

Сравнение способов комплексирования на основе равновесного суммирования и анализа главных компонент выполнено на примере изображений из базы «TNO Image Fusion Dataset» [2] посредством расчёта для исходных и результирующих изображений интегрально-мультипликативного показателя качества (ИМПК) [3]. Полученные результаты показывают, что для ряда сцен комплексирование методом главных компонент практически не обеспечивает выигрыша в ИМПК по сравнению с алгоритмом равновесного суммирования. Таким образом, применение ИМПК представляет возможность адаптивного выбора не только каналов технического зрения, но и алгоритма комплексирования, обеспечивающих наиболее информативный результат при минимальной асимптотической вычислительной сложности.

## *Библиографический список*

1. Бондаренко А.В., Бондаренко М.А. Аппаратно-программная реализация мультиспектральной системы улучшенного видения // Современная электроника. – 2017. – № 1. – С. 32-37.
2. TNO Image Fusion Dataset [Электронный ресурс] URL: [https://figshare.com/articles/TNO\\_Image\\_Fusion\\_Dataset/1008029](https://figshare.com/articles/TNO_Image_Fusion_Dataset/1008029) (дата обращения: 14.02.2019).
3. Сычев А.С., Холопов И.С. Безэталонный интегрально-мультипликативный показатель качества цифровых полутоновых изображений // Цифровая обработка сигналов. – 2018. – № 3. – С. 51-57.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ПОСТАНОВКИ АКТИВНЫХ ШУМОВЫХ ПОМЕХ

Е.М.Храмцов

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

Помехи могут оказывать серьёзное воздействие, снижающее эффективность принятия полезного сигнала, а также приводить к ухудшению основных рабочих характеристик радиолокационных станций (РЛС). В работе рассматриваются особенности влияния активных шумовых помех (АШП) на РЛС.

Целью работы является исследование алгоритмов постановки АШП. Для реализации поставленной цели было проведено моделирование в среде Matlab Simulink. Для исследования возможностей постановщиков помех по снижению эффективности основного сигнала была разработана система, имитирующая полезный сигнал и помеху. В состав системы входят модули генерации полезного сигнала, генерации АШП, блок вычисления отношения сигнал/(помеха+шум), блок вычисления вероятности правильного обнаружения. В работе рассмотрены три типа АШП – заградительная, прицельная по главному лепестку (ГЛ) диаграммы направленности антенны (ДНА) и прицельная по боковому лепестку (БЛ) ДНА.

В процессе проведения имитационного моделирования были получены следующие результаты, которые сведены в таблицу.

Результаты моделирования

Тип помехи	Отношение сигнал/(помеха+шум), дБ	Вероятность правильного обнаружения	Коэффициент ослабления сигнала
Заградительная	-6,24	$3 \cdot 10^{-4}$	666,7
Прицельная по ГЛ ДНА	-1,24	0,054	133,3
Прицельная по БЛ ДНА	2,7	0,26	53,8

В результате проделанной работы были сделаны следующие выводы:

1) по критерию минимума вероятности правильного обнаружения (D) наиболее опасной является заградительная помеха, в данном случае D меньше в 180 и 866 раз, чем при использовании прицельной АШП ГЛ ДНА и по БЛ ДНА соответственно;

2) по критерию максимума коэффициента ослабления наилучший результат также показала заградительная АШП. Коэффициент ослабления полезного сигнала в данном случае в 5 раз больше, чем при использовании АШП по ГЛ ДНА и в 12,4 раз больше, чем при применении АШП по БЛ ДНА;

3) наиболее затратным в энергетическом смысле является использование заградительной помехи. Несмотря на то, что данная АШП имеет наилучшие характеристики при подавлении полезного сигнала, её использование не всегда оправдано, т.к. все рассмотренные типы помех справляются с подавлением полезного сигнала (в идеальном случае, т.е. при отсутствии систем защиты РЛС от АШП).

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОЦЕНИВАНИЯ УГЛОВЫХ КООРДИНАТ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ

В.И. Широков

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

В работе рассматривается ряд вопросов по изучению эффективности определения угловых координат источников радиоизлучения с помощью современных методов спектрального оценивания, которые также получили название «алгоритмов сверхразрешения». Одним из ключевых параметров таких методов является разрешающая способность.

В 2002 году Лян Тао и Кван представили новый подход к методике оценки угла прихода сигнала с использованием быстрого преобразования Фурье [1]. Чтобы получить хорошую производительность, Тао и Кван предложили использовать большое количество антенных элементов (АЭ). Кроме того, предложенный алгоритм оказался неэффективным при большом количестве шумов [2]. В данной работе предлагается новый подход, основанный на пространственном ДПФ, который делает возможной оценку направления прихода сигнала в сильно зашумленной среде с небольшим количеством АЭ.

В работе показано, что главный лепесток в спектре ДПФ намного больше, чем боковые лепестки, поэтому ими можно пренебречь при обработке. Кроме того, были сформулированы два предположения, которые позволяют избежать наложения в спектре ДПФ:

- 1) можно считать, что среда не имеет шума при неограниченном числе АЭ;
- 2) при использовании ДПФ обеспечивается более точная оценка угла прихода сигнала, усреднение происходит таким образом, что спектр шума является постоянным во всем рассматриваемом диапазоне.

Моделирование было проведено для линейной эквидистантной антенной решетки, состоящей из 160 АЭ с межэлементным расстоянием, равным половине длины волны ( $\lambda/2$ ) для четырех источников излучения, направление прихода целевых компонентов сигнала  $\theta = [45^\circ, 47^\circ, 134^\circ, 136^\circ]$  при отношении сигнал/шум, равном 20 дБ.

Основные преимущества предлагаемого способа заключаются в следующем:

- 1) возможность обеспечить оценку угла прихода сигнала с использованием небольшого объема выборки с разрешающей способностью не менее  $0,8^\circ$ , что в 3,9 раза больше по сравнению с методом MUSIC и в 3,4 раза больше, чем у метода Бартлетта;
- 2) возможность оценки угла прихода сигнала в зашумленной среде с ограниченным количеством АЭ.

### *Библиографический список*

1. L. Tao and H. Kwan, "A novel approach to fast DOA estimation of multiple spatial narrowband signals," in The 2002 45th Midwest Symposium on Circuits and Systems. MWSCAS-2002., Tulsa, OK, USA, 2002.
2. Ramin Zaeim, «Direction of Arrival Estimation Technique for Narrow-Band Signals Based on Spatial Discrete Fourier Transform», University of Victoria, 2018.

# **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДАВЛЕНИЯ ПОЛЕЗНОГО СИГНАЛА В АППАРАТУРЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ СТРУКТУРНЫМИ ПОМЕХАМИ**

Е.Ю. Шигорев

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

Постановка задачи. В условиях радиопротиводействия проведена оценка помехоустойчивости аппаратуры потребителей спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС и NAVSTAR (GPS) по критерию отношения помеха-сигнал и размеров зоны покрытия помехой. Получение зависимостей этих характеристик от мощности передатчика постановщика помех и ширины диаграммы направленности антенны помехопостановщика.

Наиболее эффективными для подавления сигналов навигационных спутников являются структурные помехи, которые имеют структуру, похожую на полезный сигнал. Выделяют помеху с фазовой манипуляцией, которая промодулирована М-последовательностью (ПФМП), что делает её эффективной при подавлении сигналов ГЛОНАССа, и помеху с фазовой манипуляцией, которая промодулирована кодом Голда (ПФМГ), что эффективно при подавлении сигналов NAVSTAR [1].

В качестве критерия помехоустойчивости принято отношение помеха-сигнал, которое определяется как отношение мощности помехи к мощности полезного сигнала, излучаемого навигационными космическими аппаратами [2]. Расчёт производился на основе уравнений дальности радиосвязи.

Результаты проведённой оценки позволяют сделать следующие выводы: помехоустойчивость сигналов СРНС NAVSTAR при действии ПФМП может превышать помехоустойчивость СРНС ГЛОНАСС до 2 дБ. В свою очередь, при действии ПФМГ помехоустойчивость системы NAVSTAR уступает помехоустойчивости системы ГЛОНАСС до 1.8 дБ.

Отношение помеха-сигнал обратно пропорционально величине логарифма по основанию 2 от ширины ДН. При изменении ширины с 10 градусов до 360 отношение помеха-сигнал уменьшается на 5 - 6 дБ.

Аналогично изменяются и размеры зоны подавления навигационных сигналов. Узкая диаграмма направленности антенны постановщика помех позволяет добиться большой дальности подавления. Но такие помехи легче режектировать, образуя формирование нулей диаграммы направленности антенны аппаратуры потребителя в направлении на источник помех.

## *Библиографический список*

1. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М.: Радио и связь, 1985. – 344 с.
2. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования/ под. ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. Изд. 3-е, перераб. – М.: Радиотехника, 2005. – 688 с.

## СЕКЦИЯ «БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАНАЛА СВЯЗИ МЕЖДУ УСТРОЙСТВАМИ В ЗАКРЫТЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

В.И. Алёхин

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

Рассматриваются особенности приёма сигналов и разработана методика расчёта уровней ослабления сигналов при распространении радиоволн в закрытых помещениях. Измерены основные параметры, выявлены основные закономерности ослабления сигналов при типовых вариантах размещения передающей и приёмной антенны. Для оценки параметров канала связи между устройствами, был разработан алгоритм оценки параметров канала связи между устройствами. Данный алгоритм позволяет обеспечить точную оценку местоположения мобильных устройств в помещениях. Основная проблема оценки точности является многолучевость, так как в закрытых помещениях в точку приёма сигнала проходит не только прямой луч, но и ещё несколько отражённых или преломлённых лучей. Другими словами, на антенну приходят не только прямые лучи (непосредственно от самого источника), но и отражённые (от стен и прочих объектов).

Был выполнен расчёт ослабления сигналов на трассе распространения с препятствиями и без препятствий. Потери на трассе распространения без препятствий рассчитывались по формуле:

$$L = 10 \lg \left( \frac{\lambda^2}{(4\pi d)^2} \right)$$

Для расчёта потерь на трассе распространения с препятствиями была выбрана модель COST 231, данная модель используется для оценки потерь в пригородных или сельских открытых районах, вследствие больших неровностей. Расчёт потерь на трассе распространения с препятствиями проводился по формуле:

$$L_b = 46,3 + 33,9 * \lg(f, \text{MHz}) - 13,82 * \lg(h_b, \text{м}) - 44,9(d, \text{км})$$

Проведённые расчёты показывают достаточно хорошее согласование полученных результатов с экспериментальными данными. Полученные значения модели COST 231 схожи с результатами эксперимента. Исходя из этого можно сделать вывод, что модель COST 231 достаточно точно оценивает средний уровень ослабления в закрытых помещениях.

#### *Библиографический список*

1. Катруша А.Н. методика расчета ослабления сигналов при распространении радиоволн из здания на улицу [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://jre.cplire.ru/win/sep14/2/text.html>

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО КОЛЕБАНИЯ НА ПЛИС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ АЛГОРИТМОВ**

И.В. Холопов

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

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по формированию высокочастотных колебаний на ПЛИС с использованием различных алгоритмов.

В том случае, когда разработчику необходимо сформировать сигнал или гармоническое колебание на ПЛИС, которое в последующем будет использоваться в качестве гетеродинного колебания высокочувствительного радиоприёмного устройства или выходного колебания высококачественного генератора, стоит вопрос выбора алгоритма формирования сигнала или гармонического колебания с целью обеспечения наилучшей спектральной чистоты колебания. При этом также необходимо оценивать используемые ресурсы ПЛИС, которые необходимы для осуществления данных алгоритмов.

В докладе представлены результаты моделирования спектральных характеристик гармонических колебаний, которые были сформированы на ПЛИС с использованием алгоритмов Large ROM, Small ROM, CORDIC, Multiplier-Based с различной степенью дизеринга. Данное исследование производилось в программе Quartus II 9.0, с использованием мегафункции NCO.

В ходе исследования задавались параметры гармонического колебания: частота 1 МГц, тактовая частота 50 МГц, разрядность фазы 32 бита, разрядность амплитуды 16 бит. Степень фазового дизеринга изменялся от 0 до 1, с шагом 0,1.

Для оценки спектральной чистоты использовался динамический диапазон свободный от паразитных составляющих результирующего сигнала (SFDR) и общий уровень шума.

После исследования было выявлено, что самая лучшая спектральная чистота наблюдалась у алгоритма Large ROM при коэффициенте дизеринга 0,4. При заданных параметрах SFDR у данного алгоритма составляет 105 дБ, а общий уровень шума -120 дБ. Наихудшая спектральная чистота наблюдалась у параллельной архитектуры CORDIC. При этом наилучшее значение SFDR составляет 90,62 дБ при степени дизеринга 0,2, а общий уровень шума соответствует значению -120 дБ. Также было замечено, что самым оптимальным, с точки зрения использования ресурсов ПЛИС, является последовательная архитектура CORDIC, которая использует 864 логических элементов. Самой неэффективной является архитектура Large ROM из-за использования огромного количества внутренней памяти.

В заключении хочется отметить, что, используя описанный подход к выбору алгоритма и параметров формирования ВЧ колебания на ПЛИС, позволяет разработчику оценить его спектральные характеристики, а также используемые ресурсы ПЛИС, на этапе проектирования радиоэлектронной аппаратуры.

## ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ВЧ КОЛЕБАНИЯ

Е.Г. Зверев

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

Рассматривается ряд проблемных вопросов по повышению линейности, быстродействия и увеличения динамического диапазона амплитудного детектора.

Для работы в генераторах высокой частоты (ВЧ) с разверткой амплитуды их колебания в диапазоне от 1 В до 1500 В необходимо при постоянной частоте очень точно поддерживать амплитуду. Для этого применяется система автоматического регулирования (САР) амплитуды, где датчиком амплитуды является амплитудный детектор (АД). Нагрузкой АД является 16-ти разрядный аналого-цифровой преобразователь, который в свою очередь определяет высокие требования к линейности амплитудного детектора.

Для исследования линейности амплитудного детектора были разработаны его упрощенные модели с низкочастотным (НЧ) гармоническим источником напряжения и с ВЧ источником напряжения, модулированным по гармоническому закону. По появлению на выходе АД гармонических составляющих с частотой модуляции и ее гармоник оценивалась его линейность. Для количественной оценки линейности АД использовался коэффициент гармоник, который определяется следующим выражением:

$$K_G = \frac{\sqrt{U_{m_2}^2 + U_{m_3}^2 + \dots + U_{m_N}^2}}{U_{m_1}}, \text{ где } U_{m_N} - \text{ амплитуда } N\text{-ой гармоники.}$$

Были исследованы зависимости коэффициента гармоник от изменения величины линейризирующих резисторов в упрощенных моделях АД. По результатам проведенных исследований выяснилось, что линейность упрощенной модели АД с гармоническим НЧ источником напряжения увеличилась при использовании кремниевого диода на 14.5 % а с диодом с барьером Шоттки (ДБШ) на 7.6%, в модели с ВЧ модулированным источником напряжения линейность АД увеличилась на 9.6 % при использовании кремниевого диода, а с ДБШ на 5%. Таким образом, применение линейризирующих резисторов способствует повышению линейности детекторной характеристики АД, причем применение ДБШ обеспечивает большую линейность АД по сравнению с кремниевым диодом.

Благодаря разработанной двухполупериодной модели АД с цепью смещения удалось добиться использования в ее цепи фильтрующих звеньев с малой инерционностью, что увеличивает быстродействие АД. С помощью применения цепи смещения в данной модели АД удалось обеспечить высокое качество управления САР выходного ВЧ колебания генератора в широком диапазоне амплитуд, а также увеличить динамический диапазон АД путем сдвига детекторной характеристики таким образом, что касательная проведенная к ней стала одинакова на всем рабочем участке.

С помощью приведенных выше исследований был разработан ВЧ АД с улучшенной линейностью детекторной характеристики и повышенным динамическим диапазоном, что определяет его использование в ВВ аналитической аппаратуре в качестве датчика для САР амплитуды.

## **ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И УСТРОЙСТВО ГАЗОВЫХ ЛАЗЕРОВ**

С.А. Давыдов

Научный руководитель – Гусев С.И., д.т.н., профессор

В настоящее время лазерная техника широко применяется в различных отраслях промышленности, в том числе в космических технологиях, машиностроении, медицине, вычислительной технике, самолетостроении и военной технике [1]. В 1916 году А. Эйнштейн предсказал явление усиления электромагнитных колебаний при помощи вынужденного излучения атомов и молекул. Значительный вклад в развитие лазеров внес советский физик В.А. Фабрикант. В 1952 году ученые из трёх стран (СССР, США и Канада) одновременно опубликовали принципы генерации, усиления сверхвысокочастотных электромагнитных колебаний. В декабре 1960 года американский ученый Т. Мейман построил первый лазер с рубиновым стержнем. В 1962 году был создан лазер с активной средой в виде полупроводникового элемента. В 1964 году вклад развития квантовой электроники внесли ученые Н. Н. Басов, А. М. Прохоров и Ч. Таунс. Спектр излучения стал охватывать широкий диапазон от ультрафиолета до инфракрасной области. В 1975 советская промышленность освоила серийный выпуск лазеров. Для создания новых устройств, например, таких как лазерный гироскоп, была использована схема эксперимента А. Майкельсона.

Для газовых лазеров в качестве активной среды используется смесь газов, либо парообразное вещество. Схема газового лазера состоит из газоразрядной трубки, электродов, сферических зеркал, выходных окон.

В центре газоразрядной трубки расположены высокочастотные электроды. Вне газоразрядной трубки по краям выходных окон, расположенных под углом Брюстера расположены два сферических зеркала.

Газовый лазер отличается высокой монохроматичностью, когерентностью, непрерывностью излучения. Расхождение выходного луча не превышает одной угловой минуты. Мощность составляет от 0,5 до 10 мВт. В качестве активной среды чаще всего используют все инертные газы: могут применяться неон, криптон, ксенон, аргон, смесь гелия и ксенона.

Таким образом, устройства данного типа являются перспективными для использования в интерферометрических измерительных системах, которые применяются для контроля качества изделий при производстве различной продукции [2].

### *Библиографический список*

1. Федоров, Б.Ф. Лазеры. Основы устройства и применение [Текст] / Б.Ф. Федоров. – М.: ДОСААФ, 1988. – 190с.
2. Гелий-неоновый частотно-стабилизированный лазер-мера длины в интерферометрах / Воробьев П. Г. [и др.]// М.: Горячая линия – Телеком, 2014 .— 108 с.

## АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ ОРИЕНТИРОВ

Р.В. Дунцев

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

В работе рассматриваются вопросы разработки алгоритма оптимизации на карте местности по частным производным для уменьшения фактора потери точности (PDOP), увеличения точности позиционирования и минимизации СКО.

Целью является создание алгоритма оптимизации геометрии на местности по частным производным для произвольного числа радионавигационных ориентиров (маяков).

Алгоритм заключается в градиентном перемещении радионавигационных ориентиров (маяков) в сторону уменьшения геометрического фактора потери точности. Задача минимизации PDOP эквивалентна задачи максимизации определителя матрицы направляющих косинусов дальномерного позиционного метода. Частные производные данного определителя записываются следующим образом:

$$\frac{d}{d\Delta x_m} \left( \frac{D_{mn}^2}{R_m R_n} \right) = \frac{2D_{mn}}{R_m^2 R_n^2} \left[ \Delta y_n - \frac{\Delta x_m D_{mn}}{R_m^2} \right]$$

$$\frac{d}{d\Delta y_m} \left( \frac{D_{mn}^2}{R_m R_n} \right) = -\frac{2D_{mn}}{R_m^2 R_n^2} \left[ \Delta x_n + \frac{\Delta y_m D_{mn}}{R_m^2} \right]$$

где

$D = \{D_{in}\} = (\Delta x_i \Delta y_n - \Delta x_n \Delta y_i)$ , причем  $D_{in} = -D_{ni}$ ,  $R_i = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2} = \sqrt{\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2}$  – расстояния от маяков до целевой точки, а  $(x_i, y_i)$  – координаты маяков,  $(x, y)$  – координаты целевой точки.[1]

Общий вид градиентного алгоритма является типовым и выражает новые значения координат маяков через старые, используя градиентный шаг по частным производным.

Математическая модель показывает монотонное убывание значения PDOP в процессе оптимизации. Условие остановки определяется как уменьшения величины шага ниже порогового значения, равному требуемой точности оптимизации.

1. Дунцев. Р.В. Алгоритм оптимизации геометрии радионавигационных ориентиров на местности. // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. Том 1. 2018 – С. 135-137.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕСОВОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА ИНТЕРМОДУЛЯЦИОННЫЕ ИСКАЖЕНИЯ И ШУМОВЫЕ СВОЙСТВА В ПРИЕМНОМ ТРАКТЕ

В.И. Ермолаев, М.Ю. Ушенина

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

В докладе рассматривалось влияние весовой пространственной обработки на интермодуляционные искажения и шумовые свойства в приемном тракте. В данной работе моделирование производилось с помощью программного обеспечения MATLAB. Были произведены графические результаты с весовыми окнами, такими как: 1) прямоугольное окно, 2) синус-окно, 3) окно Хэмминга, 4) окно Ланцоша, 5) окно Барлетта, 6) окно Ханна, 7) окно Барлетта - Ханна, 8) окно №8 было взято из источника [3], 9) окно Блэкмана, 10) окно Блэкмана - Харриса, 11) окно Блэкмана - Наталла, 12) окно Наталла [2].

При расчете шумовых свойств и интермодуляционных искажений воспользовались следующими формулами соответственно [1,3]:

$$F_{tot} = 10 \log_{10} \left[ \frac{M \sum_{m=1}^M g_m f_m}{\left( \sum_{m=1}^M \sqrt{g_m} \right)^2} \right], \quad TOI_{in,tot} = 10 \log_{10} \frac{M \sum_{m=1}^M \sqrt{g_m}}{\sum_{m=1}^M \frac{\sqrt{g_m}}{toi_{in}}}, \text{дБм}.$$

Далее на графиках мы можем наблюдать зависимость ширины диаграммы направленности (ШДН) от уровня боковых лепестков (УБЛ) (рис.1).

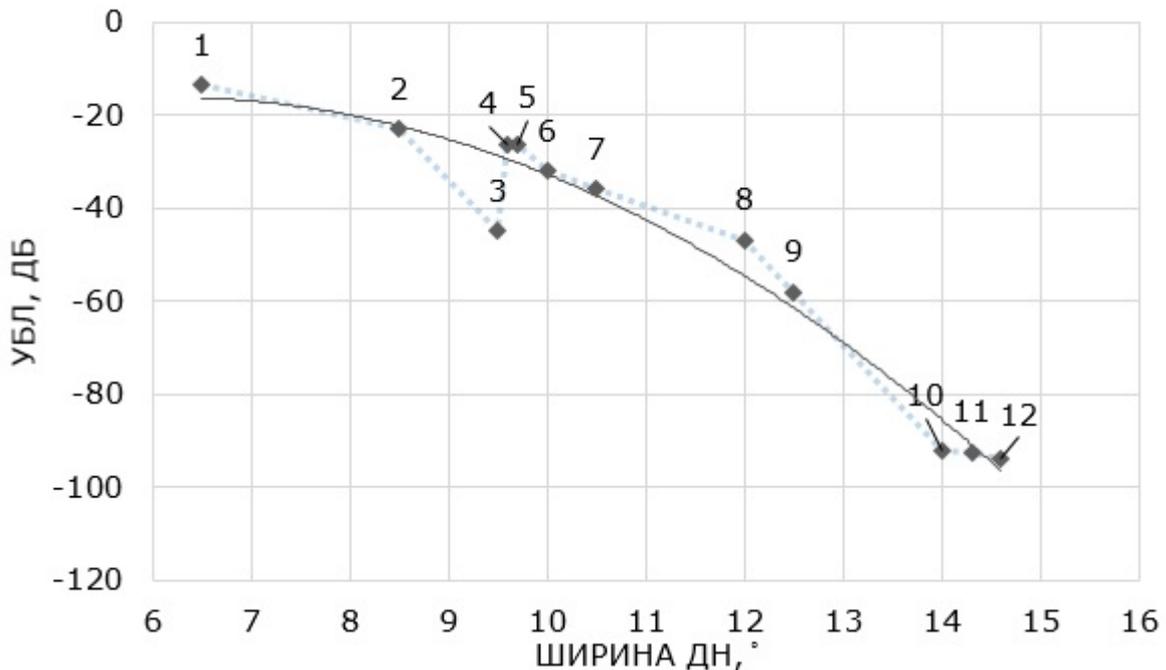


Рис. 1. Зависимость УБЛ от ШДН

Ниже представлены результаты работы в виде зависимости УБЛ от коэффициента шума (рис.2) и зависимости УБЛ от нелинейного искажения (рис.3).

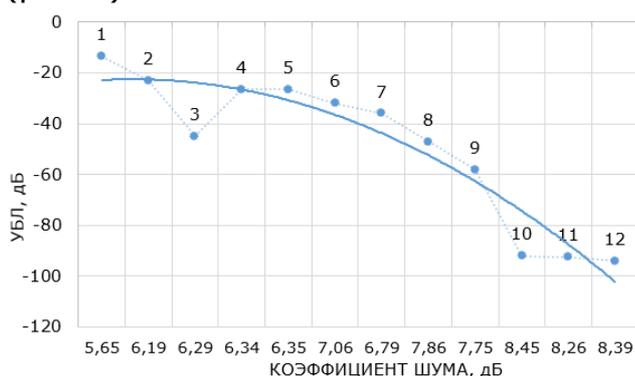


Рис. 2. Зависимость УБЛ от коэффициента шума

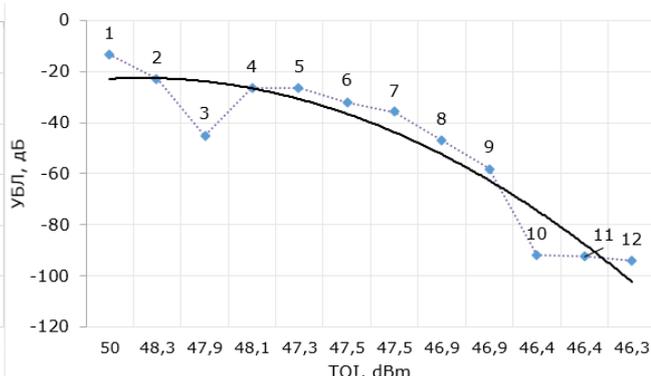


Рис. 3. Зависимость УБЛ от нелинейных искажений

Сделаем вывод, что с помощью программного обеспечения MatLAB мы смогли реализовать антенную решетку и посмотреть, как влияет весовая обработка на коэффициент шума и нелинейные искажения.

#### Библиографический список

1. Gatti R.V. Computation of Gain, Noise Figure, and Third Order Intercept of Active Array Antennas / R.V. Gatti, M. Dionigi, R. Sorrentino // IEEE Transactions on Antennas and Propagation. – 2004. – Vol. 52, No. 11. – P. 3139–3143.
2. Теория и практика цифровой обработки сигнала / Спектральный анализ на ограниченном интервале времени. Оконные функции / <http://www.dsplib.ru/content/win/win.html>
3. Лайко К.А., Филимонова Ю.О. Амплитудный синтез диаграмм направленности множителя антенной решетки с контролируемым законом распределения боковых лепестков // Доклады ТУСУРа, №1(31), март 2014.

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

### **АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ДАННЫХ В СЕТЯХ VSAT**

Т.Н. Нгуен

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

В работе проводится анализ ключевых факторов, непосредственно влияющих на качество передачи данных в сетях спутниковой связи с малой апертурой (very small aperture terminal - VSAT). Космические аппараты сети VSAT располагаются на геостационарной орбите и могут быть связаны с наземными станциями и с пользовательскими терминалами радиоканалом в диапазонах С, Ku, Ka. Значительная протяженность радиолинии (порядка 36000 км), а также сложные условия прохождения радиоволн указанных диапазонов в атмосфере и тропосфере существенным образом сказываются на качестве предоставляемых сетями VSAT телекоммуникационных услуг. Поэтому актуальной является задача анализа различных факторов, способных негативно воздействовать на качество приема в восходящей и нисходящей линиях связи VSAT.

Помимо потерь в безвоздушном пространстве в диапазонах Ku и Ka, на частотах свыше 10 ГГц наблюдается ослабление радиоволн в тропосфере, зависящее от частоты и угла места антенны. На частотах 21 ГГц и 60 ГГц наблюдаются дополнительные потери, обусловленные резонансным поглощением волн молекулами пара и кислорода. При этом потери из-за дождевых облаков зависят от частоты, угла места антенны, высоты антенны относительно уровня моря и определяются фактической протяженностью пути распространения волн через такую область. Как правило, в диапазоне частот от 10 ГГц до 100 ГГц ослабление волн стремительно увеличивается с ростом частоты и интенсивности дождевых осадков [1]. Часть потерь обуславливается асимметричностью поляризации, когда приемная антенна не согласована с поляризацией волны. Так, волна с круговой поляризацией при прохождении через атмосферу может изменить поляризацию на эллиптическую, а волна с линейной поляризацией может приобрести вращение плоскости поляризации. Дополнительные потери возникают при ошибках взаимной ориентации приемной антенны относительно передающей, при прохождении волн в волноводах, в разъемах как на стороне передатчика, так и в приемнике.

В результате проведенного исследования были проанализированы основные факторы, вызывающие ухудшение уровня радиосигнала в спутниковых линиях связи сетей VSAT. Степень ослабления сигнала непосредственно влияет на общую производительность всей линии связи между терминалами VSAT и космическим аппаратом и в итоге определяет доступный уровень качества телекоммуникационных услуг.

1. Камнев В.Е., Черкасов В.В., Чечин Г.В. Спутниковые сети связи, 2004. - 538с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ICIC АЛГОРИТМА В LTE СЕТЯХ

И.И. Макаркин

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

В докладе проводится выбор схемы координации межсотовых помех (ICIC) для дальнейшей разработки имитационной модели.

Проблемы межсотовых помех возникают в сетях с повторным использованием частоты, таких как Long Term Evolution (LTE), и оказывают негативное влияние на производительность системы. Схемы координации межсотовых помех направлены на уменьшение помех, создаваемых соседними сотами, чтобы улучшить качество связи для пользователей на границе соты. В этом докладе исследуется динамический алгоритм распределения частот [1], предназначенный для снижения межсотовых помех.

В динамическом алгоритме распределения частот применяется регулирование распределения ресурсных блоков между сотами LTE. Также вводится распределение ресурсных блоков (РБ) между внутренней и внешней зонами одной и той же соты, чтобы гарантировать требуемое качество обслуживания и обеспечить максимально близкое к запрошенному значение скорости передачи для всех пользователей соты, вне зависимости от удаленности от базовой станции.

Для описания предложенного алгоритма для каждой  $i$ -й зоны соты вводится коэффициент качества обслуживания  $Q^i$  как среднее отношение достигнутой пропускной способности к заданной целевой пропускной способности для активных терминалов в этой зоне. Когда  $Q^i < 1$ , зона соты  $i$  считается неудовлетворенной, поскольку достигнутая пропускная способность ниже, чем заданная целевая пропускная способность. Коэффициент качества обслуживания представлен в виде следующей формулы [1]:

$$Q^i = \frac{1}{T} \times \sum_{t=1}^T \frac{\sum_{k=1}^{K(t)} R_k^{eff}}{\sum_{k=1}^{K(t)} R_k^{target}} .$$

В этой формуле  $K(t)$  - количество активных UE (пользовательских терминалов) в рассматриваемой зоне;  $R_k^{eff}$  - эффективная пропускная способность, достигнутая  $k$ -м UE по нисходящей линии связи, в то время как  $R_k^{target}$  (целевая пропускная способность  $k$ -ого UE) является минимальной пропускной способностью, требуемой этим UE;  $T$  - количество временных интервалов, для которых рассчитывается  $Q^i$ .

Согласно приведенным в [1] исследованиям предложенная методика всегда показывает самый низкий процент неудовлетворенных UE по сравнению с другими моделями повторного использования частоты, так как имеет возможность регулировать распределение РБ не только между зонами соты, но также между сотами сети.

1. Samer Lahoud, Bernard A. Cousin and Marc Ibrahim. A Novel Dynamic Inter-Cell Interference Coordination Technique for LTE Networks - Saint-Joseph University Conference paper, August 2015, с. 1-7.

## **ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ИМИТАТОРЕ ПРЕДСТАРТОВОЙ ПОДГОТОВКИ**

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, имитации нагрузки и обеспечения контроля напряжений, подаваемых на изделие по цепям питания, обогрева, 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 имитатор прошлого поколения, который 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.

# **ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ЛАЗЕРНО-ЛУЧЕВЫХ СИСТЕМАХ**

Д.Р. Золотов

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

В докладе представлены обзор и выбор отечественной элементной базы, на которой будет разработан автоматический регистратор сигналов лазерно-лучевой системы наведения. Назначение регистратора - проверка точности наведения оператора, а также выявление ошибок оператора и юстировки во время проведения наземных пусков изделий. Стоит отметить, что тактико-технические характеристики разрабатываемого устройства должны соответствовать требованиям 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 определенной длительности, для принятия которых используется блок оптической аппаратуры (БОА). Разрабатываемый регистратор размещается в непосредственной близости с мишенью, в связи с этим в разработке необходимо использовать такой же БОА. Блок оптической аппаратуры предназначен для приема оптического импульсного сигнала ИК-диапазона, преобразования, усиления и нормирования его для обеспечения работы последующих блоков, т.е. он является аналоговым и для 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.

Требования предприятия предполагают использование микроконтроллеров отечественной фирмы «Миландр». Была выбрана серия 1986BE9х по следующим критериям: наличие во всех моделях 12-разрядного АЦП, контроллера USB интерфейса с функциями работы Device и Host, контроллеров интерфейсов UART, SPI, I2C [1] и поддержки прерываний. Из всей серии 1986BE93У имеет наименьшее количество пользовательских портов ввода вывода и как следствие – наименьшие масса-габаритные характеристики.

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

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕРСНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПРИ ОБРАБОТКЕ КОДОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ УОЛША

Д.В. Валуйский

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

В докладе исследуется возможность и эффективность применения алгоритма инверсной фильтрации при обработке ФКМ-сигналов.

Задача подавления боковых лепестков является одной из ключевых в радиолокации. Высокий уровень боковых лепестков корреляционных функций принимаемых сигналов может привести к маскированию целей или, наоборот, детектированию ложных препятствий. Алгоритм инверсной фильтрации, в теории, позволяет практически полностью подавить боковые лепестки корреляционных функций ФКМ-сигналов. Применение в качестве модулирующих последовательностей для ФКМ-сигналов кодовых последовательностей Уолша позволяет за счет свойства ортогональности последних избежать неоднозначности определения дальности до цели и добиться разрешения сигналов, пришедших от различных целей [1].

В рамках данной работы ставится задача исследования возможности и эффективности применения алгоритма инверсной фильтрации в системах, использующих в качестве модулирующих последовательностей функции Баркера и Уолша. Проводятся моделирование алгоритма инверсной фильтрации, сравнительный анализ эффективности его применения для функций Баркера и Уолша.

Идея алгоритма инверсной фильтрации заключается в умножении принятой кодовой последовательности на обратную ей, в результате на выходе получается единичный отсчет. Схема реализации инверсного фильтра приведена на рисунке.

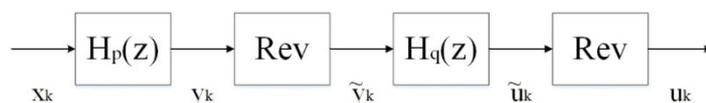


Схема реализации инверсного фильтра

На рисунке  $H_p(z)$  – фильтр, передаточная функция (ПФ) которого соответствует стабильной части полинома, описывающей принимаемую кодовую последовательность;  $H_q(z)$  – фильтр, ПФ которого соответствует нестабильной части полинома; Rev – блок инверсии сигнала во времени [1].

В рамках проводимого моделирования осуществляется сравнение уровня боковых лепестков для автокорреляционной функции рассматриваемых кодовых последовательностей и для сигнала, получаемого на выходе блока инверсной фильтрации. Результаты моделирования показывают, что алгоритм инверсной фильтрации демонстрирует высокую эффективность для задач подавления боковых лепестков ФКМ-сигналов. При этом при переходе от кодовой последовательности Баркера к кодовой последовательности Уолша эффективность алгоритма не снижается. Уровень подавления боковых лепестков составляет более 280 дБ для кода Баркера и более 250 дБ для кодовых последовательностей Уолша.

1. Erikmats E. Range side lobe suppression method for a phase modulated radar pulse. — U.S. Patent №4095225, 1978. — 9 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОТРАЖАЮЩИХ СВОЙСТВ ПРЕПЯТСТВИЙ, ХАРАКТЕРНЫХ ДЛЯ ДОРОЖНЫХ СИТУАЦИЙ**

А.А. Панарина

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

В условиях ограниченной или отсутствующей видимости зачастую возникает проблема обеспечения безопасности движения для предотвращения возможных ДТП. Для водителя могут представлять опасность различного рода препятствия – от ям и камней до обычного мусора.

В качестве решения этой задачи можно применять системы содействия водителю – а именно детектировать препятствия на дороге до столкновения с ними с помощью FMCW и OFDM сигналов. Так как дорожные препятствия могут иметь различные размеры, возникает определенная сложность – необходимо научиться определять эти размеры, чтобы в дальнейшем можно было классифицировать препятствие как опасное либо представляющее незначительную опасность.

Целью работы была разработка математической модели отражения заданных препятствий. За основу модели была взята основная формула радиолокации, связывающая ЭПР с мощностью на входе приемника [1].

Эффективная площадь рассеяния цели является коэффициентом, выраженным в квадратных метрах, который учитывает отражающие свойства цели и зависит от её параметров, электрических свойств её материала и отношения размеров цели к длине волны [1].

Были рассмотрены три методики оценки ЭПР препятствий – метод обработки гистограмм, метод калибровки по эталонной цели и метод моделирования [1]. Наиболее оптимальной выглядела методика, основанная на эталоне – одновременно наблюдаются две цели: эталонная и исследуемая. Эталонной целью был выбран цилиндр, исследуемыми объектами стали: человек, асфальт, кирпич. Для цилиндра по известной в справочнике формуле была рассчитана эталонная ЭПР.

Для исследуемых целей были произведены замеры отраженной мощности путем извлечения данных из платы Texas Instruments AWR1642 BOOST до их обработки. Для полученных массивов данных было произведено усреднение квадратов отсчетов, по которым было рассчитано значение ЭПР с помощью ЭПР эталона.

После сравнения результатов с представленными в справочниках таблицами был сделан вывод, что рассчитанные значения вписываются в значения ЭПР для низкоскоростных малоразмерных объектов.

1. Бакулев П.А. Радиолокационные системы: учебник для вузов - М.: Радиотехника, 2004. - 320 с.

## ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТЬ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ППРЧ-ШПС

Д.А. Рыбаков

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

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию систем спутниковой и тропосферной широкополосной связи (ШПС) с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты (ППРЧ). ППРЧ-ШПС метод позволяет использовать диапазон частот до нескольких ГГц, при этом метод ФМ-ППРЧ такого расширения полосы не допускает. Применяемая в таких системах некогерентная демодуляция сигналов является следствием сложности синхронизации систем с ППРЧ в такой полосе частот. В условиях ионизированности атмосферы это сохраняет устойчивость радиолиний. Основной из сложных задач, решаемых при проектировании систем ППРЧ-ШПС, является борьба с «помехами вслед», а наиболее эффективным способом решения является увеличение частоты перестройки частот [1].

Рассмотрим спутниковую радиолинию миллиметровых волн магистральной сети системы с ППРЧ ШПС. Скорость передачи 2048 кбит/с, скорость турбокода  $R=1/2$  и  $K>1024$ . Некогерентный прием обеспечивает помехоустойчивость  $h^2=4-5$  дБ, а обработка сигнала на ретрансляторе спутника при синхронном режиме ППРЧ и бодовой скорости в радиоканале – 5 Мбит/с не вызовет проблем [2].  $F$  – рабочая полоса частот равна 400 МГц; сигналы сети занимают полосу частот 30 МГц; канал занимает полосу частот 5 МГц; вероятность ошибки  $P_1=0,1$ . Следовательно, общее число частотных позиций  $N=74$ , а запас помехоустойчивости  $(P_n/P_c)_{min}$  или  $2 \cdot e \cdot N \cdot P_1$  равен 16 дБ. Это означает, что в каждой из 5 полос частот по 400 МГц обеспечивается работа 6 магистральных направлений по 2048 кбит/с.

Фазовые флуктуации – фазовые скачки (на величину  $2 \cdot \pi \cdot \Delta f \cdot \Delta t$ ) при свертке принимаемого сигнала – результат рассинхронизации переключений частот на интервале  $\Delta t$  являются ограничением при реализации когерентного приема ППРЧ. Для уменьшения вероятности перескоков фазы опорного колебания необходимо увеличивать время усреднения, при этом величина скачка  $\Delta f$  достигает величины полосы рабочих частот. Для уменьшения скачка фазы до 30 градусов и ниже допустимое время рассинхронизации составляет 0,1 нс, что является проблемой при проектировании систем ППРЧ-ШПС. Проблему фазовой подстройки решают либо с помощью квазикогерентного приема для длинных фрагментов посылок, при котором производится запоминание фрагмента сигнала на каждой из частот и подбор наиболее «благоприятной» фазы, либо с помощью автокорреляционного (АК) приема. АК прием проигрывает в помехоустойчивости когерентному приему почти 3 дБ, а квазикогерентному 1...2 дБ [1].

### *Библиографический список*

1. Борисов В.И., Зинчук В.М. и др. Помехозащищенность систем радиосвязи с расширением спектра сигналов модуляцией несущей псевдослучайной последовательностью. – М.: Радио и связь, 2003. – 640 с.
2. Макаренко С.И., Иванов М.С., Попов С.А. Помехозащищенность систем связи с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты: монография. – СПб.: Свое издательство, 2013. – 166 с.: ил.

# РЕАЛИЗАЦИЯ ДЕКОДЕРА НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ЯЗЫКЕ PYTHON С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ NUMPY

К.Н. Заверткин

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

Важную роль в современных системах передачи и хранения данных играет помехоустойчивое кодирование. В настоящее время разработано множество алгоритмов декодирования помехоустойчивых кодов, однако, исследования в данной области до сих пор остаются актуальными.

Современные модели нейронных сетей показывают высокую эффективность в решении таких задач, как классификация объектов, распознавание образов, прогнозирование, сжатие данных и т.д. В виду перспективности данных технологий представляется интересным провести оценку эффективности искусственных нейронных сетей в области помехоустойчивого кодирования [1].

Целью данной работы является разработка модели многослойной нейронной сети и построение декодера на ее основе. В качестве инструмента реализации был выбран язык программирования высокого уровня Python с использованием библиотеки для математических вычислений и линейной алгебры NumPy.

В ходе работы были разработаны программные модули, реализующие отдельные узлы нейронной сети, а также реализован алгоритм обратного распространения ошибки, позволяющий обучать полученную модель на обучающей выборке. Имеется возможность задавать следующие параметры: размерности входных и выходных данных, число нейронов в слоях, скорость и момент обучения, тип активационной функции нейронов. Имеется возможность добавлять нейроны смещения.

Обучающая выборка была сформирована на основе кода со следующими параметрами: длина информационной части  $K=15$ , длина всего кодового слова  $N=20$ , кодовая скорость  $R=3/4$ . Для обучения модели были получены передаваемые информационные векторы, соответствующие им кодовые слова после прохождения кодера, кодовые слова после прохождения через канал с аддитивным белым гауссовским шумом. Для получения обучающих данных была использована программная модель телекоммуникационной системы.

## *Библиографический список*

1. С. Осовский Нейронные сети для обработки информации – пер. с польского. М.: Финансы и статистика, 2002. – 344с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ БИБЛИОТЕК (ПЛАГИНОВ) ДЛЯ SDR#**

С.Н. Скворцов

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

Целью данной учебно-исследовательской работы является исследование плагинов для SDR#.

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

В качестве объекта исследования выступает трансивер RTL-SDR. На данный трансивер установлена программа SDR#, позволяющая производить обработку сигнала для решения ряда задач. Расширение функционала программы для более детальной обработки сигнала осуществляется с помощью установки плагинов на SDR#.

Практическая реализация данной работы выполнялась по следующим пунктам.

1. Сбор сведений о программе SDR#, а также о плагинах.
2. Составление подробного описания плагинов, а также изучение их функционала.
3. Изучение форматов файлов .ADC и DLL.
4. 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.

## **СРАВНЕНИЕ ВИДОВ МОДУЛЯЦИИ ДЛЯ ПЕРЕДВИЖНОЙ РАДИОСТАНЦИИ**

И.С. Александров

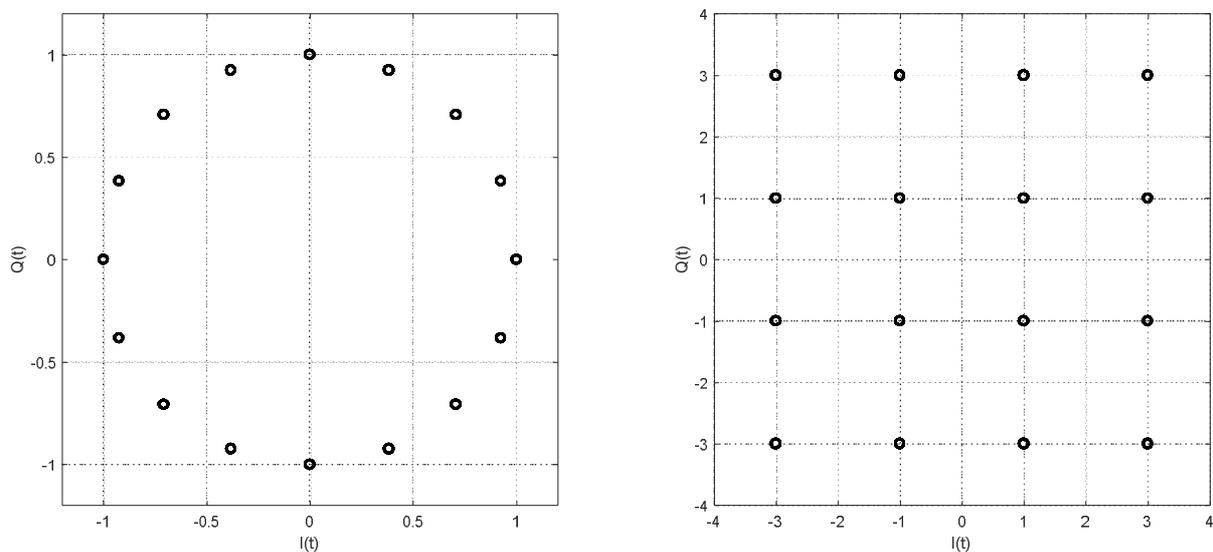
Научный руководитель – Шумов А.П., канд. техн. наук, доцент

В ходе разработки устройств беспроводной передачи данных все более актуальным становится вопрос оптимизации алгоритмов передачи сигналов в условиях сложной электромагнитной обстановки. Также задача усложняется требованиями к энергоэффективности и быстродействию.

С целью решения такой задачи оптимизации было проведено сравнительное исследование двух видов модуляции для применения их в передвижной радиостанции. Для сравнения были взяты 16-позиционные виды модуляции. А именно: фазовая и квадратурная модуляция [1].

В качестве критериев оптимального выбора выступала спектральная и энергетическая эффективность, а также помехоустойчивость [2] методов модуляции.

В ходе исследования были составлены математические модели методов модуляции. Затем – проведена оценка, в частности, помехоустойчивости путём расчёта расстояния между соседними точками созвездия (см. рисунок).



Сигнальные созвездия сигналов с 16PSK-модуляцией (слева), 16QAM-модуляцией (справа)

Для этого была использована формула:

$$d_{\min} = d \cdot \sqrt{E_b},$$

где  $d$  – минимальное геометрическое расстояние между точками созвездия,  $E_b$  – энергия одного бита сигнала.

В итоге по ряду совокупных параметров более эффективным оказался метод 16QAM. Это даёт основания для дальнейшего сравнения этого метода с более сложными или же сразу для применения его в устройстве передвижной радиостанции.

#### Библиографический список

1. Оппенгейм А.В., Шафер Р.В. Цифровая обработка сигналов: пер. с англ. / под ред. С.Я. Шаца. – М.: Связь, 1979.
2. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб: Питер, 2003.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СХЕМ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДИРОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ НЕДВОИЧНЫЕ КОДЫ**

А.И. Лошкарев

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

Рассматривается одна из проблем передачи данных, а именно улучшение энергетической эффективности передачи данных. В настоящее время самым распространенным и в то же время эффективным подходом для построения систем связи является использование помехоустойчивого кодирования. При разработке систем помехоустойчивого кодирования одной из основных проблем является получение таких кодов, которые позволяют повысить эффективность системы связи.

Одними из самых эффективных двоичных помехоустойчивых кодов с точки зрения энергетических затрат являются турбокоды и LDPC коды. Проблема квадратичной зависимости сложности кодирования от длины кодового слова, а также сложность аппаратной реализации двоичных кодов достаточно остра. Достижение той же помехоустойчивости при меньшей длине кода может быть достигнуто за счет увеличения значения  $q$  для  $GF(q)$  [1].

В данной работе проведено исследование двоичных LDPC кодов. Для исследования двоичных низкоплотностных кодов использовалось ПО, выполняющее моделирование следующих этапов: формирование передаваемого сообщения, помехоустойчивое кодирование, модуляция, передача по каналу связи, демодуляция, декодирование, анализ принятого сообщения.

Из полученных результатов можно сделать вывод о том, что при использовании двоичных LDPC кодов при увеличении длины кодового слова эффективность передачи данных возрастает, причем вычислительные затраты на декодирование одного кодового слова имеют квадратичную зависимость от длины кода, что может негативно отразиться на пропускной способности системы передачи данных. Также при использовании одной и той же длины кодового слова при увеличении  $q$  для  $GF(q)$  помехоустойчивость системы увеличивается незначительно, при увеличении вычислительных затрат соизмеримо с увеличением  $q$ .

1. Башкиров А.В., Климов А.И., Науменко Ю.С. Двоичные низкоплотностные коды: алгоритмы декодирования и их вычислительная сложность // Труды Международного симпозиума надежность и качество. – 2013. – т. 2. – С. 19-20.

## **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 проекта 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 [1]. Данный проект обладает возможностями моделирования коэффициента битовой ошибки (BER), работы 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.

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 проекта.
3. Составление инструкций по установке и запуску проекта OpenDVB.
4. Оценка недостающих компонентов в схеме приемника и интерфейсов их подключения к проекту.

1. Research White Paper WHP 196. DVB-T2: The Common Simulation Platform (Revision date: May, 2011) - 29 с.

## СЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ»

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК КВАДРУПОЛЬНОГО МАСС-АНАЛИЗАТОРА ОТ ПАРАМЕТРОВ ИСТОЧНИКА ИОНОВ

Э.З. Атаева

Научный руководитель – Глебова Т.А., канд. техн. наук, доцент

Квадрупольный фильтр масс (КФМ) представляет собой квадрупольный конденсатор с четырьмя параллельными стержневыми электродами, к которым приложены постоянное и высокочастотное переменное напряжения  $\pm(U + V\cos\omega t)$ . Основные выходные характеристики масс-анализатора – разрешение и пропускание. Целью данной работы было исследование зависимости этих характеристик от параметров ионного источника.

Разработана программа для расчета траектории пролета заряженной частицы через систему конусных электродов. В ней использован алгоритм Дормана – Принца для решения системы двух однородных дифференциальных уравнений второго порядка, представляющих собой решение уравнения Матье с разложением поля конических электродов в гармонический ряд.

Программная реализация вычисления траектории частицы, летящей в системе конусных электродов, осуществляется линейным изменением радиуса электродов течение всего времени полета частицы, это значит, что непрерывно меняется радиус электродов, радиус поля и гармонический состав поля. Под конусностью электрода  $con$  понимается разница радиусов в начале электрода и в его середине  $r$  (средний радиус). Положительное значение константы  $con$  означает, что электрод имеет больший радиус в начале траектории частицы, чем в конце.

При малых значениях конусности разница между траекториями практически отсутствует. Дальнейшее увеличение конусности электродов приводит к небольшому снижению пропускания (см. рисунки 1 и 2), но при этом возрастает разрешение.

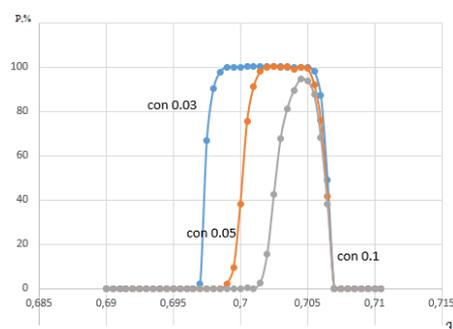
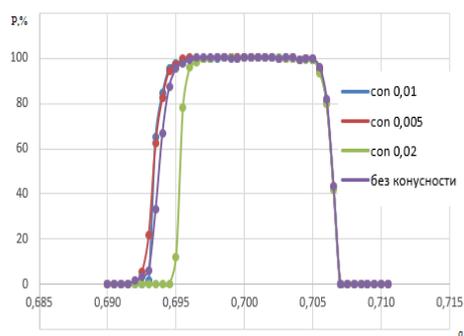


Рис. 1, 2. Зависимость пропускания  $P$  от безразмерного параметра  $q$  с различными значениями конусности

#### Библиографический список

1. Слободенюк, Генрих Иванович. Квадрупольные масс-спектрометры / Г. И. Слободенюк .— Москва : Атомиздат, 1974 .— 271 с.: ил .— Библиогр.: с. 268 - 269.
2. Хайрер Э., Нёрсетт С., Ваннер Г. – Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Нежесткие задачи. – М.: Мир, 1990 г. 512 с.

## ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛЛЕКТОРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МНОГОЛУЧЕВОГО КЛИСТРОНА

В.Р. Пахомов

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

Целью исследований является оптимизация коллектора мощного импульсного многолучевого клистрона для обеспечения минимальной неравномерности распределения энергии по внутренней поверхности коллектора. Осуществлялось измерение распределения магнитного поля в коллекторе и подбор конфигурации внутренней поверхности коллектора.

Первоначальное распределение магнитного поля, проникающего в коллектор из-за слабой экранировки, достигало в максимуме 1500 Гс.

Расчет проводился по программе двумерного анализа в кольцевом приближении. Каждый полый поток моделировался с использованием 100 расчетных траекторий.

По результатам траекторного анализа определено, что электроны поглощаются лишь в самом конце коллектора.

Мощность, попадающая на поверхность коллектора, превышает предельно допустимую импульсную мощность  $P_{\text{макс. доп. имп}} \approx 75 \text{ кВт/см}^2$  и составляет  $P_{\text{макс. имп}} = 132 \text{ кВт/см}^2$ , что может приводить к быстрому отравлению катода парами меди.

Далее были проведены исследования по определению оптимальной формы магнитного поля в полости коллектора. Подобрано экранирующее кольцо, которое соответствует этому оптимальному полю. Был изготовлен макет коллектора с новым экранирующим кольцом.

Распределение магнитного поля с экранирующим кольцом в максимуме не превышает 700 Гс.

По результатам траекторного анализа определено, что большая часть электронного потока оседает на боковой поверхности коллектора.

Рассчитанное распределение удельной мощности рассеяния показывает, что уровень плотности энергии оказывается примерно в 9 раз меньше предельно допустимого расчетного.

Таким образом, проведенные численные исследования показывают, что удалось снизить плотность энергии на перегруженной поверхности коллектора примерно в 16 раз.

# РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВИБРАЦИОННОЙ ЧАСТОТНОЙ ПОДСТАВКИ В ЛАЗЕРНОМ ГИРОСКОПЕ

В.С. Зимин

Научный руководитель – Чиркин М.В., д-р техн. наук, профессор

Лазерные гироскопы применяются в гражданской и военной авиации, космических кораблях, ракетах, а также при исследованиях вращения планет [1].

Первичные информационные сигналы кольцевого лазерного гироскопа (КЛГ)  $U_c(t), U_s(t)$ , имеют вид [2]:

$$U_c(t) = U_{c,0} + U_{c,m} \cdot \cos(\psi(t)), \quad (1)$$

$$U_s(t) = U_{s,0} + U_{s,m} \cdot \cos(\psi(t) + \psi_0), \quad (2)$$

где  $\psi(t)$  – измеряемая фаза,  $\psi_0$  – дополнительный фазовый сдвиг,  $U_{c,0}, U_{s,0}$  – постоянные смещения,  $U_{c,m}, U_{s,m}$  – амплитуды квадратурных сигналов.

Чтобы найти  $\psi(t)$  применяется алгоритм цифровой обработки:

- 1) дискретизация первичных квадратурных сигналов (1) и (2) (см. рисунок 1, а);
- 2) аппроксимация группы точек (около 5000 значений), соответствующих кривой второго порядка – эллипсу (см. рисунок 1, б);
- 3) вычисление параметров первичных сигналов  $U_{c,0}, U_{s,0}, U_{c,m}, U_{s,m}, \psi_0$ ;
- 4) восстановление временного ряда для фазы первичных сигналов  $\psi(t)$ .

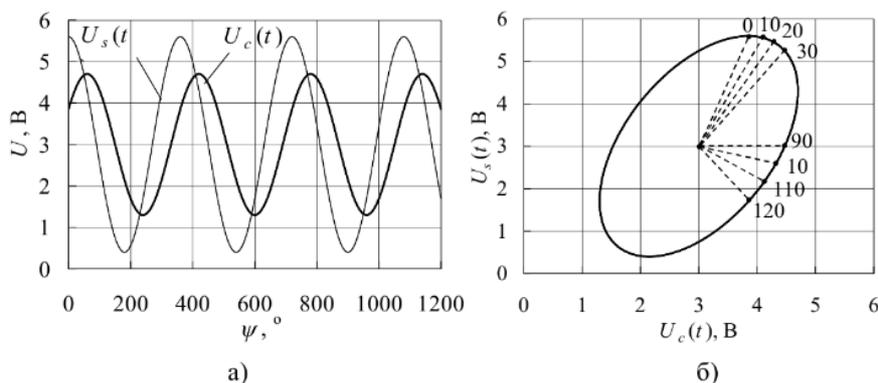


Рис. 1. Квадратурные сигналы КЛГ:

а – временные реализации, б – эллипс на плоскости переменных  $U_c, U_s$

Основой устройства является двухкаскадный усилитель. Первый каскад усилителя работает в режиме фазовращателя, второй – усилитель с ограничением амплитуды.

Квадратурные сигналы усиливаются с помощью усилителей и поступают на двухканальный АЦП. После оцифровки сигналы попадают в блок обработки первичных сигналов.

После завершения алгоритма обработки квадратурных сигналов блок ОПС проводит цифровую фильтрацию колебаний подставки из восстановленного ряда фаз  $\Delta\psi_i$ , после чего вычисляет отсчеты  $\Delta\varphi_i$ , которые являются реальным угловым перемещением КЛГ. Далее эти отсчеты подаются на

выход 1 блока ОПС. Определяются амплитуда  $\omega_d$  и частота  $f$ . Сигналы подаются на выход 2 блока ОПС для использования в системе управления.

Микроконтроллер МК регулируемого источника питания производит начальный запуск, калибрует автоколебательную систему, производит ошумление амплитуды колебаний.

#### *Библиографический список*

1. Филатов, Ю.В. Оптические гироскопы / Ю.В. Филатов – СПб.: Электроприбор, 2005. – 139 с.

2. Graham, R. New Concepts for Operating Ring Laser Gyroscopes / R. Graham – Christchurch, New Zealand: Ph.D Thesis, 2010. – 298 p.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИМПУЛЬСОВ НАПРЯЖЕНИЙ С АМПЛИТУДОЙ ДО 200 КВ И ВРЕМЕНЕМ НАРАСТАНИЯ ДО 10 НС**

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 компактного высоковольтного генератора для накачки CO<sub>2</sub> лазера сверх атмосферного давления (10-12 атмосфер).

Генератор состоит из 8-ми каскадов. В каждом каскаде стоят 2 параллельно соединенных конденсатора К15-4, рассчитанных на напряжение 30 кВ и суммарной емкостью 3200 пФ. Зарядные резисторы использовались КЭВ-5 на 510кОм, разрядные резисторы ТВО на 62 кОм. В качестве первого управляемого разрядника используется тиратрон ТГИ1-1000/25.

В процессе выполнения работы сделаны необходимые расчеты некоторых элементов и числа каскадов генератора Маркса, с помощью которых можно достичь необходимого уровня напряжения и энергии, запасаемой в генераторе.

Создан действующий малогабаритный генератор Маркса, на котором были достигнуты следующие результаты:

- Амплитуда высоковольтных импульсов 206 кВ.
- Длительность переднего фронта 8 нс.
- Длительность высоковольтного импульса 9 мкс.
- Энергия, запасаемая в генераторе Маркса, 8 Дж.

После проделанной работы и получения данных результатов было принято решение по постройке генератора Маркса с запасаемой энергией 100 Дж. Для него планируется использовать конденсаторы К75-25 на 25 кВ 25 нФ, соединенные параллельно по 4 шт в каждой ступени, что при напряжении в 100 кВ на выходе генератора позволит получить 125 Дж энергии.

## **ГАУССОВ ПУЧОК И ДИФРАКЦИОННЫЕ ПОТЕРИ ОСНОВНОЙ МОДЫ В РЕЗОНАТОРЕ КОЛЬЦЕВОГО ЛАЗЕРА**

Ю.Р. Иваненко

Научный руководитель – Чиркин М.В., д-р физ.-мат. наук, профессор

В системах инерциальной навигации для измерения угловой скорости применяется лазерный гироскоп. Основой лазерного гироскопа является кольцевой гелий-неоновый лазер. Оптический резонатор этого лазера образован двумя сферическими и двумя плоскими зеркалами, расположенными в вершинах квадрата. Кольцевой лазер генерирует встречные пучки оптического излучения с длиной волны 632,8 нм, имеющие поперечные сечения в виде эллипсов и линейную s-поляризацию (вектор напряженности электрического поля перпендикулярен плоскости резонатора). Для обеспечения генерации только на основной поперечной моде посередине между сферическими зеркалами, в точке перетяжки, расположена диафрагма, эллиптическое сечение которой соответствует форме поперечного сечения лазерного пучка. Диафрагма должна обеспечить подавление высших резонаторных мод при минимальных дифракционных потерях для основной моды.

Расчет характеристик гауссового пучка основан на замене резонатора последовательностью эквивалентных линз. Для анализа прохождения пучка через последовательность линз используются соотношения, описывающие распространение гауссового пучка в свободном пространстве и его преобразование в линзе. Необходимо учесть, что комплексный параметр гауссового пучка должен воспроизводиться за полный обход кольцевого резонатора. Выбор гауссового пучка обусловлен тем, что распределение интенсивности оптической волны в плоскости, перпендикулярной к направлению распространения, имеет гауссову форму. Гауссов пучок обладает минимальной дифракционной расходимостью, его легко преобразовывать, и он удобен для теоретического анализа.

«Геометрические» потери основной моды равны доле энергии, «вырезанной» диафрагмой из падающего лазерного пучка. Полные потери включают в себя «геометрические» потери и потери, связанные с перекачкой энергии основной моды в моды более высокого порядка. С увеличением поперечных размеров диафрагмы «геометрические» потери основной моды уменьшаются, т.к. все большая часть гауссового пучка проходит внутрь диафрагмы, а не за ее пределы. Уменьшение полных потерь с увеличением размеров полуосей диафрагмы связано с уменьшением «геометрических» потерь и уменьшением доли энергии основной моды, перешедшей в моды более высокого порядка.

Использование законов распространения гауссового пучка в свободном пространстве и преобразования его в линзе позволило вывести формулы для расчета размеров перетяжек пучка между сферическими и плоскими зеркалами в сагиттальной и меридиональной плоскостях. Расчет коэффициентов разложения оптического поля по ортонормированным функциям Эрмита-Гаусса позволил построить зависимости данных коэффициентов от размеров полуосей диафрагмы; удалось рассчитать зависимости «геометрических» и полных потерь от поперечных размеров диафрагмы, а также интерпретировать полученные результаты.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ АНТЕННЫ ТИПА ВОЛНОВОЙ КАНАЛ**

## **ДЛЯ СОТОВОЙ СВЯЗИ 4G**

А.В. Звонков

Научный руководитель – Давыдов Г.В., инженер каф. ЭП

В докладе представлены результаты моделирования, экспериментально измеренные характеристики и результаты полевых испытаний антенны типа «волновой канал», сконструированной на 1800 МГц, что отвечает стандарту сотовой связи 4-го поколения в Рязанской области. Особенность конструкции антенны позволяет поддерживать технологию передачи данных MIMO (Multiple Input Multiple Output).

Моделирование производилось в среде HFSS (High Frequency Structure Simulator), в основу математического обеспечения которой положен метод конечных элементов, включающий адаптивный алгоритм разбиения расчётной области. Рассчитанная диаграмма направленности подтвердила направленное действие антенны: угол раствора главного лепестка на уровне половинного значения от максимальной мощности составил 50°. КСВ по результатам моделирования составил 1,86.

Измерение характеристик было проведено на СВЧ-анализаторе цепей Keysight N5224A серии PNA. КСВ по результатам измерений составил 1,9, что говорит о приемлемом согласовании выходного сопротивления антенны с линией передачи. Для оценки эффективности реализации технологии MIMO кросс-поляризационная развязка между выводами антенны была количественно выражена коэффициентом передачи и составила -14 dB.

Испытания возможностей антенны проводилось в с. Фролово (Рязанская область), в ходе которых антенна по технологии MIMO подключалась через коаксиальные переходные соединители к модему Huawei E3372, подключаемый в свою очередь к ноутбуку. С помощью антенны удалось обеспечить передачу данных между модемом и базовой станцией, расположенной на расстоянии 8,5 км от непокрытой сотовой сетью местности с развитым рельефом со скоростью 6 Мб/с. Коэффициент усиления антенны был оценен с помощью программного обеспечения, представляющего данные о работе модемов Mobile Data Monitoring Application и составил порядка 20 dB относительно изотропной антенны.

### *Библиографический список*

1. Антенны: в 2 т. / Карл Ротхамель – 11-е изд. исп. – Издательство Данвел, 2007. – ISBN: 5-85648-715-X

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИОДОВ СИНЕГО СВЕТА В ЛЮМИНОФОРНЫХ ИСТОЧНИКАХ БЕЛОГО СВЕТА

М.И. Галицын

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

Существует большое количество способов и технологий получения белого света, используя светодиоды. Наиболее популярным из них является использование синего светодиода для возбуждения люминофора в широкой области длин волн видимого спектра, при этом люминофор пропускает часть синего излучения. При смешении синего излучения и излучения фотолюминофора формируется белый свет.

Целью данной работы является анализ вольт-амперной характеристики (ВАХ) светодиода как одного из способов получения сведений о параметрах светодиода.

Эффективность светодиода определяется светоотдачей, то есть величиной светового потока в люменах, приходящихся на 1 ватт потребляемой мощности. Эффективность белого светодиода определяется эффективностью преобразования энергии в синем светодиоде, а также коэффициентом преобразования люминофора.

Основными факторами, влияющими на эффективность синего светодиода, являются:

- влияние последовательного сопротивления рассматриваемой структуры, сопротивления выводов светодиода и контактных проводников;
- наличие и количество квантовых ям в активной области;
- степень легирования структуры;
- заметная зависимость сопротивления структуры от температуры;
- эффективность отвода тепла от чипа светодиода.

Поскольку световой поток синего светодиода измерен быть не может, так как мы можем фиксировать лишь не преобразованную люминофором часть синего излучения, то можно проанализировать энергетическую составляющую светоотдачи. То есть мощность, которая подводится к светодиоду, и та, которая уже непосредственно расходуется на излучение. Данную проблему можно решить, сравнив экспериментальную и идеальную вольтамперные характеристики. Для получения идеальной ВАХ необходимо использовать начальный участок экспериментальной ВАХ, поскольку он имеет низкие потери энергии.

Используя это, было получено выражение, описывающее идеальную ВАХ исследуемых диодов:

$$\ln I = \frac{eU}{\alpha \cdot k \cdot T} + \frac{1}{2} \left[ \ln I_1 I_2 - \frac{e(U_1 + U_2)}{\alpha \cdot k \cdot T} \right],$$

где  $e$  – заряд электрона,  $U$  – рабочее напряжение,  $k$  – постоянная Больцмана,  $T$  – температура,  $\alpha$  – коэффициент неидеальности ВАХ,  $I_1$  и  $I_2$  – токи на начальном участке экспериментальной характеристики,  $U_1$  и  $U_2$  – напряжения на начальном участке экспериментальной характеристики.

В докладе рассматривается уравнение для идеальной ВАХ, на основе которого было проанализировано влияние различных факторов на электрическую эффективность двух видов светодиодов. Установлено, что энергетическая эффективность в большей степени определяется качеством изготовления светодиода и особенностями структуры.

# АВТОГЕНЕРАТОР ВИБРОЧАСТОТНОЙ ПОДСТАВКИ КОЛЬЦЕВОГО ЛАЗЕРНОГО ГИРОСКОПА С РЕГУЛИРУЕМЫМ УРОВНЕМ «МЯГКОГО» ОГРАНИЧЕНИЯ

В.Н. Доронин

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

Виброподвес кольцевого лазерного гироскопа представляет собой высокооборотную колебательную систему, что позволяет построить на её основе автогенератор, выходные колебания которого имеют частоту резонанса данного колебательного контура.

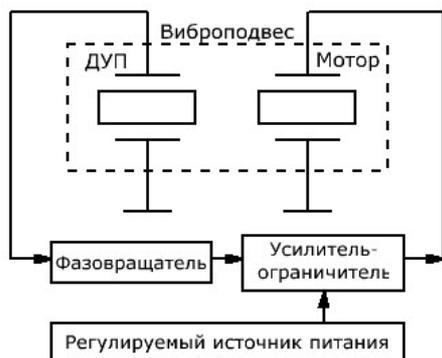


Рисунок 1 - Структурная схема автогенератора

Возбуждение колебаний в виброподвесе и получение сигнала обратной связи (ОС) осуществляются за счет прямого и обратного пьезоэффекта в керамических пластинах, наклеенных на упругие элементы виброподвеса. Структурная схема автогенератора представлена на рисунке 1.

Создание незатухающих колебаний требует одновременного выполнения амплитудных и фазовых условий в замкнутом контуре автогенератора. На рисунке 2 представлена амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики колебательной системы.

Амплитудно-частотная характеристика – зависимость амплитуды сигнала  $U$  с датчика углового положения (ДУП) от частоты. Фазочастотная характеристика показывает частотную зависимость сдвига фаз  $\Delta\phi$  между напряжением на вибромоторе (выходе генератора) и напряжением на ДУП (выходе ОС).

Выполнение фазовых условий самовозбуждения реализуется с помощью фазовращателя, который обеспечивает необходимый сдвиг фаз на резонансной частоте. Усиление сигнала ОС осуществляется усилителем-ограничителем, который используется для усиления сигнала и осуществления «мягкого» ограничения уровня сигнала до необходимой амплитуды. Уровень ограничения изменяется путем изменения напряжения питания выходного каскада усилителя.

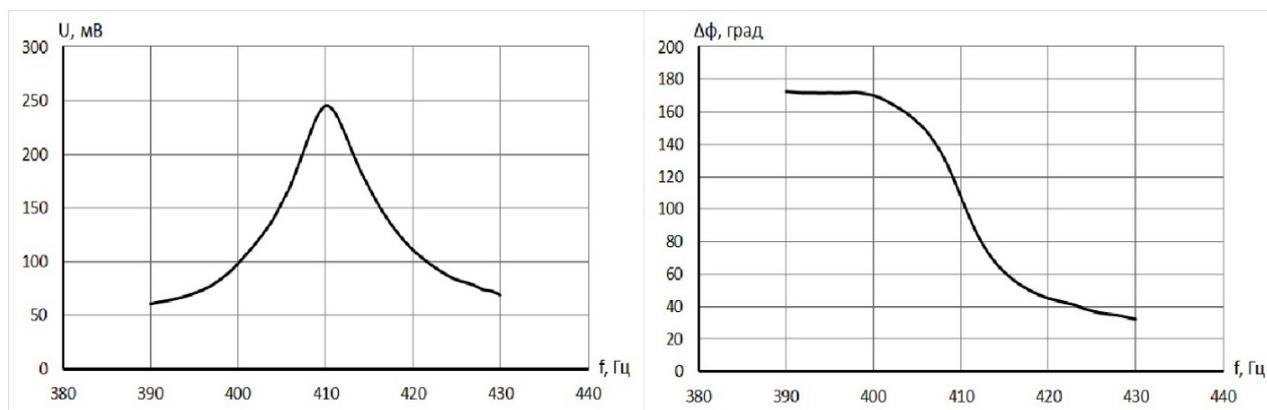


Рисунок 2 – Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики виброчастотной подставки кольцевого лазерного гироскопа

## **ФОРМИРОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ ПЬЕЗОКОРРЕКТОРОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВКИ ПЕРИМЕТРА КОЛЬЦЕВОГО ЛАЗЕРНОГО ГИРОСКОПА**

А.Э. Дукардт

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

Лазерный гироскоп является датчиком угловых перемещений. Он предназначен для регистрации угловых скоростей. Применяется для целей навигации практически во всех подвижных объектах – от автомобилей до космических аппаратов. Лазерный гироскоп с датчиками на основе кольцевого He-Ne лазера широко применяется в авиации. В основе работы кольцевого лазерного гироскопа лежит эффекта Саньяка, который описывает появление сдвига фаз в двух встречных волнах, которые, в свою очередь, распространяются в пределах периметра гироскопа [1].

Для нормального функционирования кольцевого He-Ne лазера требуется настройка резонатора на центр контура усиления активной среды. Ввиду необходимости функционирования в широких диапазонах температур от  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$  требуется постоянная подстройка периметра кольцевого резонатора, который может быть образован тремя и более зеркалами. В нашем случае рассмотрим четырехзеркальный резонатор. С целью подстройки два из четырех зеркал резонатора снабжены специальными устройствами – пьезокорректорами, при подаче напряжения на которые происходит перемещение зеркал в пределах нескольких микрон [2]. Для нормальной работы системы автоматической настройки периметра на центр контура усиления, помимо постоянного настроечного напряжения, на пьезокорректоры подается напряжение типа «меандр» с размахом 1 В. Со схемотехнической точки зрения пьезокорректоры представляют собой конденсаторы емкостью 1 мкФ. При этом перезарядка емкости должна происходить за время, меньшее 0,5 мс, во всем диапазоне регулировки напряжения на пьезокорректоре, то есть в пределах от  $-170\text{ В}$  до  $+170\text{ В}$ . Кроме того, формирователь должен обеспечивать перезарядку пьезокорректоров за время, меньшее 10 мс. Суммарная потребляемая мощность системы формирования напряжения во всем диапазоне рабочих условий не должна превышать 80 мВт.

По причине невозможности одновременного удовлетворения условий скорости переключений и величины потребляемой мощности схемами стандартного дифференциального каскада с резистивной нагрузкой либо схемой высоковольтного операционного усилителя была разработана схема по принципу двухтактных усилителей в классе В, при этом управление осуществляется с помощью ЦАП.

### *Библиографический список*

1. Гребенюк Е. И. Специальные методы контроля элементов лазерного гироскопа. - Bstudy.net, 2018.
2. Запотько Н.Р., Недзвецкая А.А. Пьезокорректоры наноперемещений для прецизионного управления периметром лазерных гироскопов. - ФГУП «НИИ «Полюс» им. М.Ф.Стельмаха, 2011. – 12 с.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛНОВОГО ТВЁРДОТЕЛЬНОГО ГИРОСКОПА С МЕТАЛЛИЧЕСКИМ РЕЗОНАТОРОМ

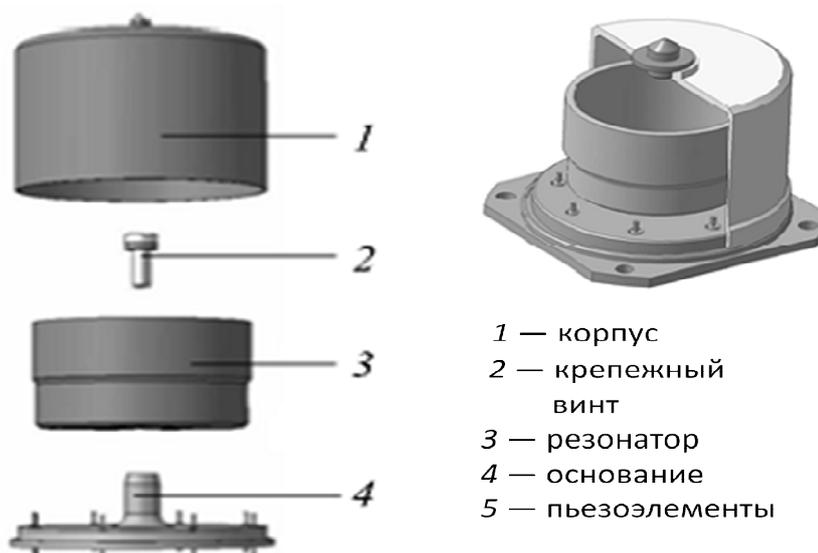
Г.В.Кирюхин

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

В данной работе предметом исследования является волновой твердотельный гироскоп [1]. Принцип работы волновых твердотельных гироскопов (ВТГ) заключается в колебании стенок резонатора. При воздействии на резонатор образуется стоячая волна определённой частоты. Поворачивая опорную точку резонатора, можно заметить, что стоячая волна отстаёт на некоторый период от физического вращения. Зная угол поворота волны относительно резонатора, можем рассчитать угол поворота точки опоры.

Цель работы состоит в создании математической модели волнового твердотельного гироскопа в виде компьютерной программы.

Конструкция волнового твёрдотельного гироскопа выглядит следующим образом:



К достоинствам ВТГ можно отнести:

- слабую зависимость от окружающей среды;
- способность переносить большие перегрузки;
- массогабаритные параметры;
- малое время готовности;
- высокую точность.

При анализе литературы были рассмотрены разные системы съема сигнала с резонатора. К примеру, если известно, что в резонаторе возбуждается только одна форма, можно использовать два датчика в системе. Обычно в системе используют восемь датчиков, формирующие два измерительных канала. Большее количество каналов усложняет систему съема сигналов, но даёт выигрыш в точности интерпретации.

Для дальнейшей работы был выбран ВТГ с восемью резонаторами.

1. Журавлёв В.Ф., Климов Д.М. Волновой твердотельный гироскоп. – М.: Наука. 1985.

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

Т.И. Некрасова

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

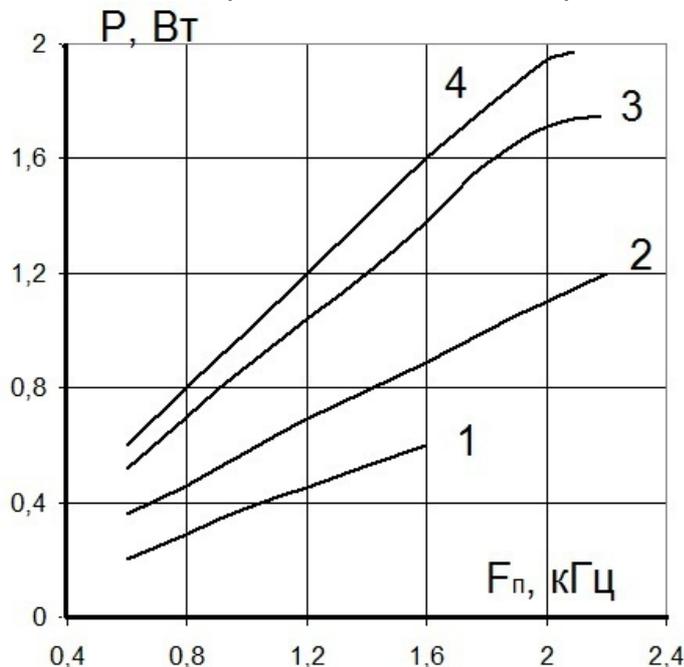
Ксеноновый лазер является наиболее перспективным источником излучения в ближнем ИК диапазоне. Основными его достоинствами являются достаточно высокая эффективность (свыше 2 %), низкие пороги накачки, нетоксичность активной среды и возможность получения генерации на нескольких длинах волн.

Целью данной работы является определение параметров накачки активного элемента, обеспечивающих максимальное значение средней мощности излучения.

При достаточном возбуждении атомов ксенона он обладает большим числом оптических переходов. Наибольший интерес вызывают сверхизлучательные линии генерации 2,026 и 3,51 мкм. Эти переходы обладают большим усилением. Коэффициенты усиления на них равны  $2 \cdot 10^2 \text{ м}^{-1}$  и  $10^6 \text{ м}^{-1}$  соответственно [1].

Эксперименты проводились на линиях генерации 2.026, 2.65, 3.51, 3.65 мкм. Максимальная средняя мощность излучения была достигнута на частотах повторения импульсов  $F_n = 2 \text{ кГц}$  при энергии накачки  $W \approx 1 \text{ Дж}$  и использовании смеси Хе:Не 1:1000 при полном давлении.

На рисунке показана зависимость средней мощности лазерного излучения от частоты повторения импульсов для смеси Хе:Не 1:1000 при энергии накачки  $W \sim 1 \text{ Дж}$  для некоторых значений обостряющей емкости  $C_{об}$ .



Зависимость средней мощности лазерного излучения от частоты повторения для некоторых значений обостряющей емкости:

1-  $C_{об}=0$  нФ; 2-  $C_{об}=1,5$  нФ; 3-  $C_{об}=3$  нФ; 4-  $C_{об}=5$  нФ.

Получены экспериментальные зависимости средней мощности лазерного излучения от частоты повторения. Было установлено, что средняя мощность лазерного излучения пропорциональна частоте повторения импульсов. Максимальное значение энергии лазерного излучения в импульсе достигает 1 мДж.

1. Справочник по лазерам/под ред. А. М. Прохорова. - М.: Сов. радио, 1978. - 504 с.

## ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ФОТОДИОДНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ПЕРВИЧНЫХ СИГНАЛОВ ЛАЗЕРНОГО ГИРОСКОПА

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 и перемещений, являются сдвиги интерференционной картины, образованной лазерными пучками, выведенными из резонатора кольцевого лазера [1]. Сигналы регистрируются с помощью фотодиода. Переход к цифровой обработке данных требует разработки усилителя, обладающего максимальным отношением сигнал/шум в полосе до 2 МГц.

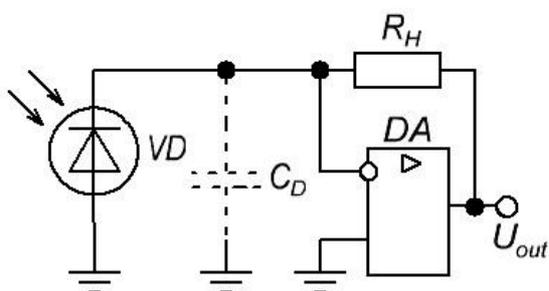


Рис. 1. Преобразователь тока в напряжение

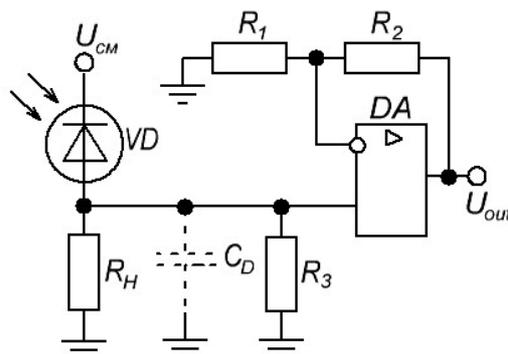


Рис. 2. Усилитель напряжения

Стандартный подход к построению фотоусилителя – создание трансимпедансного каскада (преобразование фототока в напряжение) по схеме с максимальным усилением за счёт увеличения  $R_H$  (рис. 1). При этом собственная ёмкость фотодиода поднимает шумовое усиление с ростом частоты. Усилитель фотосигнала с коэффициентом усиления  $\sim 1000$  и полосой пропускания  $\sim 2$  МГц возможно построить с использованием не менее 3 операционных усилителей (ОУ) с частотой единичного усиления  $\sim 15$  МГц (тип К140УД26). Фотодиод необходимо использовать с обратным смещением, минимизирующим  $C_{БАР}$ . Фотодиод нагружен на максимально возможный по величине резистор  $R_H$ . Величина резистора ограничивается частотой среза и шумовой ЭДС на этом резисторе (должно быть меньше шумовой ЭДС ОУ).

В настоящей работе предлагается использовать изображенный на рис. 2 усилитель напряжения. Преобразование фототока в напряжение происходит в резисторе  $R_H$ , номинал которого нужно оптимизировать по полосе среза самого фотодиода. Паразитная ёмкость  $C_D$  в схеме рис. 2 оказывает влияние только на частоту среза  $f_{cp}$  усилителя (не увеличивает шумовое усиление). Проведенные исследования показывают, что необходимое усиление и полосу пропускания можно обеспечить, собирая каскад из 3 ОУ, причем шумовые характеристики практически полностью определяются первым ОУ. Требуется оптимизировать отношение сигнал/шум в первом каскаде. К последующим каскадам предъявляются меньшие требования.

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.

## **ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ПУШКИ С СЕТОЧНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

Н.С. Романихин

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

Одной из главных задач при проектировании электронно-оптической системы является разработка электронных пушек, формирующих парциальные пучки и имеющих близкую к ламинарной структуру. В данной работе для этой цели использовалась программа двумерного анализа, которая позволяет рассчитывать свойства парциального пучка одной микропушки в статических электрическом и магнитном полях с учетом пространственного заряда [1].

В программе используется итерационный метод, описывающий потоки заряженных частиц. Система состоит из уравнения Пуассона, определяющего электростатическое поле с учетом пространственного заряда, а также уравнения движения заряженной частицы в магнитном и электрическом полях и уравнения непрерывности для отдельной трубки тока [2].

Исследуемая электронная пушка имеет плоский катод, электрод для формирования лучей (сетку или фокусирующий электрод) и магнитный экран с анодным отверстием.

Выполнены расчеты электронной пушки с одинаковым первеансом ( $0,5 \text{ мкА/В}^{3/2}$ ) и разной геометрией. Проведено исследование влияния расстояния от сетки до катода на заполнение пролетного отверстия электронным потоком и на ламинарность электронного потока на выходе из катодного полюса.

На основе решения задачи можно сделать следующие выводы: для приближения электронного луча к идеально цилиндрической форме и для равномерного распределения эмиссии по поверхности катода сетка должна иметь минимальную толщину. Однако уменьшение толщины сетки ограничено уменьшением её жёсткости и теплопроводности. Для уменьшения плотности эмиссии электронов и улучшения формы траекторий необходимо

увеличить диаметр отверстий в сетке. Так же действует уменьшение расстояния между катодом и сеткой, но малые расстояния хуже выдерживаются при сборке и эксплуатации, особенно при диаметре катода, большим чем диаметр отверстий в аноде и сетке. При диаметре сетки больше 20 мм следует учитывать её прогиб при нагреве.

#### *Библиографический список*

1. Алямовский И.В. Электронные пучки и электронные пушки / И.В. Алямовский. М.: Сов. Радио, 1966. — 454 с.
2. Дулин В.Н., Аваев Н.А., Демин В.П. и др./под ред. Г.Г. Шишкина// Электронные приборы. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 496 с.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЗЕРЕН МУЛЬТИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ**

Г.С. Сбродова

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

В настоящее время солнечные батареи изготавливают на основе кремния. При использовании такого материала, как монокристаллический кремний получают солнечные батареи наивысшего качества. Однако, получить данный кристалл достаточно сложно. Мультикристаллический кремний изготовить гораздо проще, так как данный материал состоит из разнообразных монокристаллических решеток, но для получения более качественных панелей его нужно исследовать.

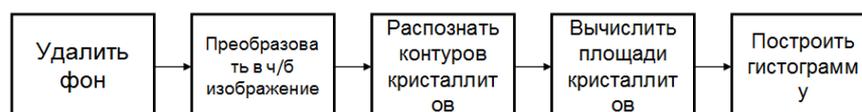
Целью работы являлся мониторинг размеров кристаллитов кремниевых пластин солнечных элементов.

С помощью разработанной лабораторной установки были получены изображения поверхности кремниевой пластины с четырех ракурсов освещения. С помощью алгоритма, разработанного в пакете прикладных программ «MATLAB», обрабатывались снимки кремниевых пластин. Изображения с разных ракурсов программно совмещались в единое целое для получения полной картины распределения кристаллитов в пластине кремния. Дополнительно были созданы гистограммы распределения кристаллитов по их характерным размерам.

Распознанные кристаллиты и предложенный алгоритм приведены на рисунке.



а



б

Изображение поверхности кремниевой пластины (а) и алгоритм обработки изображений (б)

## 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 (337 нм), малой длительности импульса (10 нс) и достаточно высокой мощности излучения (0,01-1 МВт) нашли широкое применение в микроэлектронике при производстве интегральных микросхем. Данная работа направлена на создание генераторов высоковольтных импульсов амплитудой до 120 кВ 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 являются тиратрон, накопительный конденсатор и экспериментальный импульсный трансформатор. Основой для одновиткового трансформатора будет являться ферритовое кольцо, а для спирального – сердечник из трансформаторного железа.

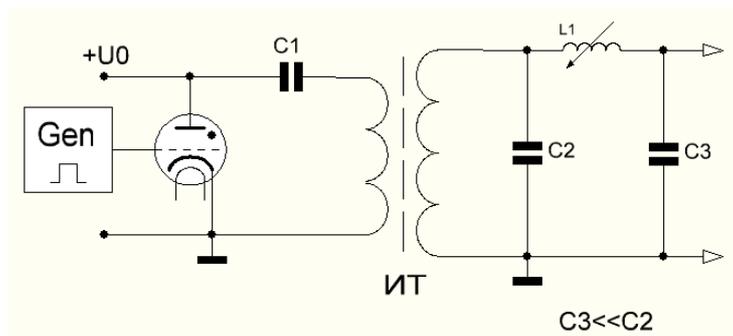


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для спирального трансформатора

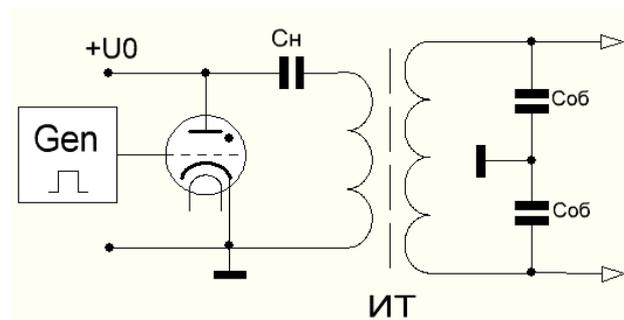


Рис. 2. Схема экспериментальной установки для одновиткового трансформатора

## СЕКЦИЯ «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

### ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА СПЛАВА КОБАЛЬТ-ВОЛЬФРАМ

С.А. Авраменко

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

Гальванические покрытия нашли широкое применение в различных областях техники, но особое место они занимают в электронике. В качестве альтернативы хромированным покрытиям, состав электролита которых очень токсичен, вводятся сплавы на кобальтовой основе, легированные такими металлами, как вольфрам и молибден. Это позволяет получать покрытия, обладающие более высокой коррозионной стойкостью и износостойкостью, меньшим электрическим сопротивлением [1].

Данное исследование проводилось в лаборатории перспективных технологий РГРТУ. Был разработан макет электрохимической ячейки и приготовлен цитратный электролит, в состав которого входят: 56 г/л  $\text{CoSO}_4$ , 99 г/л  $\text{Na}_2\text{WO}_4$ , 80 г/л  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ , 40 г/л  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , 1 г/л  $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4\text{Na}$  [2]. Осаждение проводилось при pH, равном 7, катодной плотности тока от 0,5 до 1,5  $\text{A}/\text{дм}^2$ , температуре 60 °С в режиме стационарного электролиза. В качестве подложек использовались пластины из безкислородной меди, последовательно обработанные приготовленной щелочью (30 г/л  $\text{NaOH}$ , 30 г/л  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) и 15% раствором  $\text{HCl}$ . Исследования полученных образцов проводились на растровом электронном микроскопе JEOL JSM-6610LV.

Была проведена серия экспериментов в режиме стационарного электролиза с различными плотностями тока: 0,5; 1; 1,5  $\text{A}/\text{дм}^2$ . Время осаждения составляло 30 минут. РЭМ-изображения поверхности полученных образцов представлены на рисунке 1.

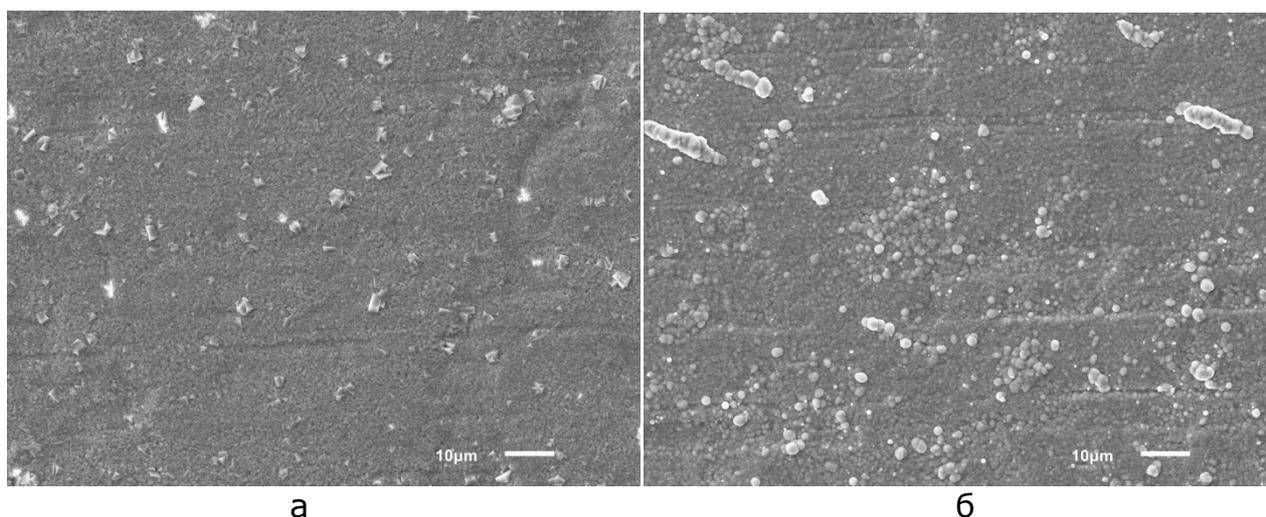


Рис. 1. РЭМ-изображения поверхности образцов покрытия сплава Co-W при различных плотностях тока: а – 0,5  $\text{A}/\text{дм}^2$ ; б – 1,5  $\text{A}/\text{дм}^2$

Как видно из рисунка, увеличение плотности тока до 1,5  $\text{A}/\text{дм}^2$  приводит к существенному изменению структуры рельефа поверхности (происходит изменение формы отдельных элементов рельефа). При превыше-

нии значения  $1 \text{ A/дм}^2$  пирамидальная ростовая форма переходит в сферическую.

Также проводилось исследование влияния катодной плотности тока на химический состав полученных покрытий. Было установлено, что исследуемый состав электролита позволяет получать покрытия с большой концентрацией вольфрама. В зависимости от тока осаждения содержание вольфрама может изменяться в пределах от 15 до 20 ат.%. Зависимость содержания вольфрама в покрытии от плотности тока приведена на рисунке 2.

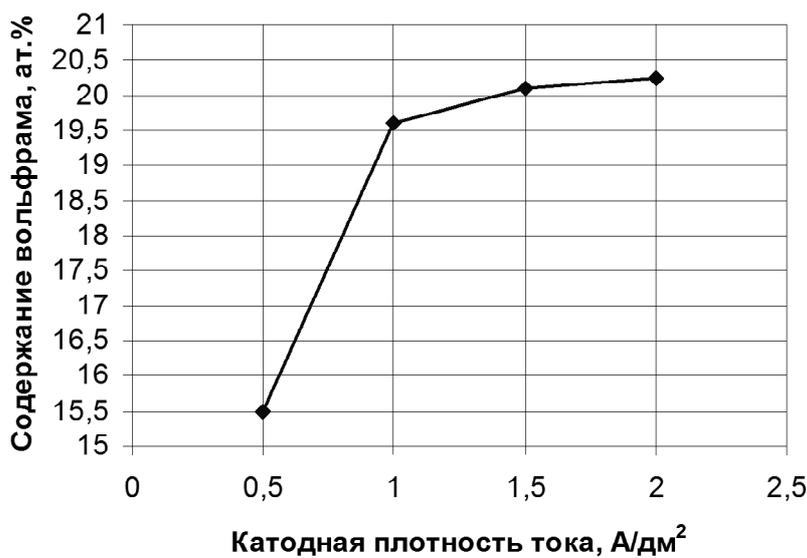


Рис. 2. Зависимость концентрации вольфрама в сплаве от катодной плотности тока

В ходе работы было показано, что в цитратном электролите при pH, равном 7, обеспечивается управление составом покрытия путем изменения катодной плотности тока; формируются достаточно однородные и гладкие покрытия; увеличение плотности тока приводит к существенному изменению структуры рельефа поверхности.

#### *Библиографический список*

1. T.M. Sridhar, N. Eliaz and E. Gileadi, *Electrochem. Solid-State Lett.*, 8 (2005) C58.
2. Liwen Ma, Xiaoli Xi, Zuoren Nie, Tingting Dong, Yuhui Mao, *Electrodeposition and Characterization of Co-W Alloy from Regenerated Tungsten Salt*, *Int. J. Electrochem. Sci.*, 12 (2017) 1034 – 1051.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ АНОДА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫМ ГАЗОРАЗРЯДНЫМ ПРЕРЫВАТЕЛЕМ ТОКА**

Г.Е. Абрамова

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

С развитием научно-технического прогресса появилась необходимость в создании высокомоощных установок с малым потреблением энергии. В настоящее время данные установки строятся на базе импульсных наносекундных генераторов [1].

Методы генерации мощных высоковольтных импульсов основаны на общих принципах медленного накопления, удержания энергии в накопителе и передачи этой энергии в нагрузку за короткий промежуток времени. Данное преобразование производится при помощи нелинейных элементов, в качестве которых используются коммутаторы.

В работе используются газоразрядные прерыватели тока, основанные на эффекте самообрыва тока, так как они способны как замыкать, так и размыкать ток, а значит, не требуют дополнительных коммутирующих устройств в составе генератора, способных сформировать импульсы напряжением несколько сотен кВ при токах единицы кА с частотами повторения  $10^2 - 10^3$  Гц [2].

В данной статье рассматривается источник питания для газоразрядного прерывателя тока тиратронной конструкции. При прерывании тиратронном тока в цепи на нагрузке формируется импульс напряжения большой величины. Для правильной работы прерывателя в режиме обрыва тока необходим источник питания, регулирующий нормальное функционирование его обвязки.

Источник построен на схеме полумостового преобразователя напряжения с индуктивным накопителем энергии. Преимущество схемы заключается в низком обратном напряжении, приложенном к каждому ключевому транзистору в состоянии отсечки, примерно равном постоянному напряжению питания преобразователя, что позволяет использовать преобразователи при высоком питающем напряжении. Основными компонентами типового ППН являются: выпрямитель, входной фильтр, силовые ключи, трансформатор, обратные диоды, выпрямитель и выходной фильтр [2].

Также в состав системы питания анода газоразрядного прерывателя тока входят: схема плавного пуска, схема управления силовой частью (ППН), схема мягкого старта, необходимая для плавного выхода системы на рабочий режим и снижения скорости нарастания напряжения  $du/dt$ , большая величина которой может вывести из строя используемые полупроводниковые приборы. В настоящее время работа над источником питания анода продолжается.

### *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.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ МАТЕРИАЛОВ НА УНИВЕРСАЛЬНОМ ВАКУУМНОМ СТЕНДЕ

Г.В. Алмазов

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

Сохранить высокий вакуум в электровакуумных приборах возможно, если будет отсутствовать газы с поверхностей и из масс, которые граничат с вакуумом. В обычных условиях все материалы содержат связанные газы, которые удерживаются на поверхности и могут быть адсорбированы, абсорбированы, хемосорбированы, окклюдированы. Также данные газы могут быть десорбированы, тем самым повышая давление в замкнутой системе. В процессе откачки вакуумные системы подвергаются обезгаживанию. Вследствие того, как материалы получали, хранили и обрабатывали, они могут содержать и выделять разнообразные газы. Определить такие газы обычно помогают масс-спектрометры. В исследовательской работе было принято решение использовать квадрупольный масс-анализатор.

Квадрупольный масс-анализатор является одним из основных видов масс-спектрометров. Он разделяет ионы по их соотношению массы к заряду ( $m/z$ ). Это соотношение определяется траекторией движения ионов, которая устанавливается переменным электрическим полем. Квадруполь – это электроды с круглым сечением, которые расположены параллельно и симметрично друг к другу. К электродам парами в противоположной полярности подаётся определённая комбинация постоянного и высокочастотного напряжения:  $U_0 = U + V \cos(\omega t)$ , где  $U$  – напряжение постоянного тока,  $V \cos(\omega t)$  – радиочастотная компонента.

Ускоряющее напряжение (10-20 В) вынуждает ионы влетать параллельно осям стержней электродов. Под действием осциллирующего поля, которое задается электродами, ионы начинают колебаться вдоль осей  $x$  и  $y$ . Амплитуда колебаний будет возрастать без изменений направления движения. Ионы с высокими значениями амплитуды нейтрализуются при столкновении с электродами. Ионы, чьи значения  $m/z$  будут отвечать определённому соотношению  $U/V$ , приобретут фиксированную амплитуду. Это позволит им свободно перемещаться в квадруполе и быть детектируемыми. Таким образом, масс-спектр регистрируется путём взаимного изменения значений величин  $U$  и  $V$ .

К преимуществам данных анализаторов можно отнести их компактность, дешевизну, простоту в изготовлении, быстрое сканирование и хорошую воспроизводимость спектров, к недостаткам же – низкое разрешение, небольшой диапазон анализируемых масс и невозможность использования анализаторов для импульсных ионизационных методов.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ С ПОСТАНОВКОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО КУРСУ «ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРОНИКЕ»

А.В. Бочкарева

Научный руководитель — Улитенко А.И., д-р техн. наук, профессор

В настоящее время очень остро стоит вопрос об отведении тепла от электронного оборудования. Одной из важнейших задач современной техники является изучение явления теплопроводности в целях борьбы с тепловыми потерями.

Целью работы являются исследование процесса теплопроводности твердых тел и постановка лабораторной работы по курсу «Тепловые процессы в электронике».

В методических указаниях приведены основные понятия, законы и уравнения теплопроводности. А также схема установки (см. рисунок) и порядок выполнения лабораторной работы.

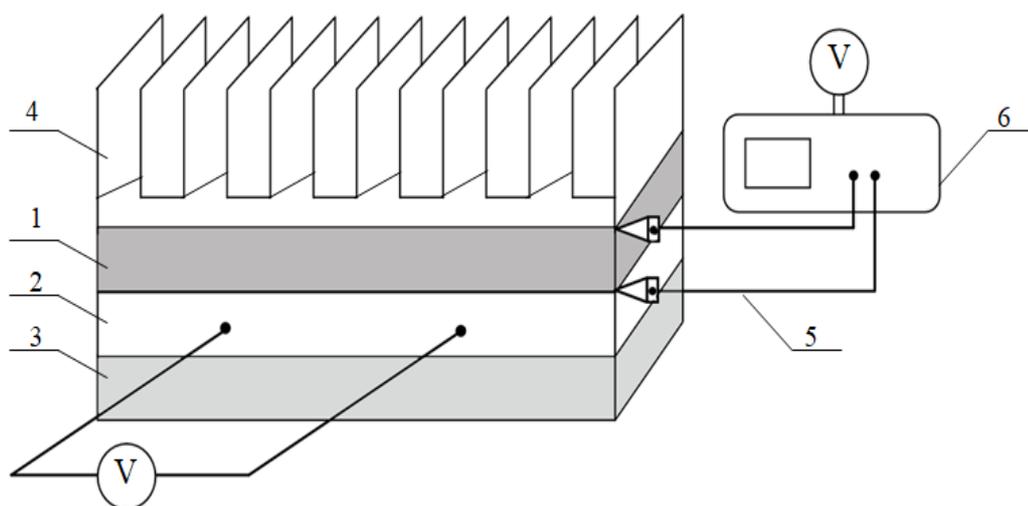


Схема стенда: 1 – образец, 2 – элемент Пелетье, 3 – изоляция, 4 – радиатор, 5 – термопары, 6 – показатель термопар

При подаче тока на элемент Пелетье его верхняя поверхность нагревается и переносит тепло к образцу. Изменение температуры материалы образца фиксируют термопары. Радиатор необходим для рассеивания тепла

В данной работе необходимо исследовать температуры поверхности стенок нескольких образцов, переключая последовательно с одной термопары на другую, снять показания напряжений с вольтметра и, используя известные данные о макете, провести расчет коэффициента теплопроводности и построить графики зависимости температуры от количества тепла, а также коэффициента теплопроводности от изменения температуры.

## ТЕПЛОТДАЧА ПРИ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ ОКОЛО ВЕРТИКАЛЬНОГО И ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ТЕПЛОИСТОЧНИКА

Е.Д. Завьялова

Научный руководитель – Улитенко А.И., д-р техн. наук, профессор

Рассматриваются процесс теплопередачи около вертикального и горизонтального источника, порядок расчета коэффициента теплоотдачи, физические законы, описывающие процесс теплоотдачи [1,2].

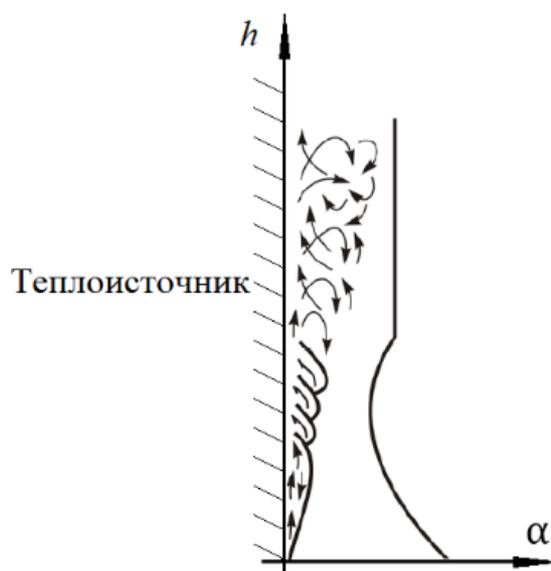
Вертикальный источник: целью эксперимента является определение зависимости коэффициента теплоотдачи от высоты столба.

Поток  $Q_{\text{конв}}$  от стенки к омывающей среде описывается уравнением:

$$Q_{\text{конв}} = \alpha * F(T_{\text{ст}} - T_{\text{ж}}), \quad (1)$$

где  $\alpha \left[ \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 * \text{°C}} \right]$  - коэффициент теплоотдачи,  $F [\text{м}^2]$  - площадь омываемой поверхности,  $T_{\text{ст}}$  и  $T_{\text{ж}}$  - температура стенки и жидкости соответственно.

Движение нагретого воздуха вдоль вертикального источника показано на рисунке. На нижнем уровне движение имеет ламинарный характер, на верхнем – турбулентный. В соответствии с изменением режима движения изменяется и теплоотдача. На нижнем участке коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  по высоте источника убывает. На участке, где преобладает турбулентный режим движения, коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  увеличивается, а по высоте столба остается постоянным.



Зависимости режима движения и коэффициента теплоотдачи от высоты источника

Горизонтальный источник: целью работы является экспериментальное определение коэффициента конвективной теплоотдачи горизонтального цилиндрического источника в условиях естественной конвекции, а также обобщение данных на основе теории подобия.

Конвективный поток  $Q_{\text{конв}}$  от горячей поверхности к окружающему воздуху рассчитывается по формуле (1). Коэффициент теплоотдачи определяется из уравнения энергии, представленного в безразмерном виде. Расчет  $\alpha$  производится по критериальному уравнению вида:

$$\text{Nu} = C(\text{Gr} * \text{Pr})^m, \quad (2)$$

где  $m$  и  $C$  характеризуют режим движения жидкости или газа.  $Nu$  – критерий Нуссельта,  $Gr$  – критерий Грасгофа,  $Pr$  – критерий Прандтля.

Численное значение произведения  $Gr * Pr$  характеризует режим движения. При ламинарном режиме движения

$$10^4 < Gr * Pr < 10^9 . \quad (3)$$

При турбулентном режиме движения :

$$Gr * Pr > 10^9 . \quad (4)$$

#### *Библиографический список*

1. Бройда В.А., Валиуллин М.А., Замалеев З.Х., Посохин В.Н. / под общ. ред. Посохина В.Н. Лабораторный практикум по термодинамике, теплообмену, отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха: учеб. пособие. – Казань: КГАСУ, 2009.

2. Бородин С.М. Обеспечение тепловых режимов в конструкциях радиоэлектронных средств. –Ульяновск: УлГТУ, 2008.

## **РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА МНОГОТОЧЕЧНОГО КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ**

Р.А. Белов

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

Современное производство с каждым годом все больше требует получения максимально качественного продукта. Само понятие «качество» несет в себе философский смысл, но, с другой стороны, все сводится к точности, которая в свою очередь является комплексным понятием. В нашем случае имеет место измерительная точность. Современное производство требует все большей автоматизации контроля, которая достигается различными путями. Например, можно произвести полную автоматизацию контроля, полностью исключая человеческий фактор, при условии, что эта автоматизация рациональна и окупит себя со временем. В тех же случаях, когда комплексная автоматизация не нужна или вовсе не рациональна, необходимо использовать частичную автоматизацию контроля, которая позволяет упростить процесс контроля и максимально интегрировать с вычислительной техникой, что дает возможность вести безбумажный процесс и производить аналитический анализ полученных результатов. Не все устройства позволяют это в связи с их устареванием. Данные мероприятия ведут к снижению брака, повышению стабильности процесса и поддержанию его на всех стадиях производства. Контрольные средства представленного устройства обладают возможностью подключения к персональному компьютеру благодаря использованию интерфейса «USB», позволяющего произвести чтение данных с электронного прибора и передать их в специальную программу на персональный компьютер. Для компактности и экономичности устройство реализовано на одном микроконтроллере Arduino Uno. Также в данный микроконтроллер внедрен модуль Ethernet Shield, который позволит снимать показания с датчиков дистанционно по сети «Wi-

fi». Необходимое количество датчиков температуры подключается к микроконтроллеру через двухпроводной токовый интерфейс. Основными преимуществами внедрения такого устройства на производство являются снижение фактора неопределенности при осуществлении деятельности, повышение качества продукции, улучшенное планирование и повышение эффективности деятельности, повышение качества информации для принятия решений, экономия ресурсов, повышение безопасности производства.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И МОДУЛЕЙ ПРОГРАММЫ ОБРАБОТКИ РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ И РЕКОНСТРУКЦИИ ТРЁХМЕРНЫХ ДАННЫХ**

В.С. Любушин

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

В данной работе рассматриваются варианты алгоритмов постобработки рентгеновских изображений. Цель данных алгоритмов – улучшить качество восприятия изображения с целью более точного его анализа и уменьшения связанных с этим ошибок.

Разработка алгоритмов ведется на языке C++ в редакторе Qt. Qt является кроссплатформенным фреймворком (готовым конструктором для программирования), сохраняющим высокую преемственность кода при его переносе на разные системы. Кроме этого, Qt обладает огромным количеством встроенных библиотек [2].

Среди алгоритмов постобработки изображения выделяют четыре: коррекция яркости, коррекция гаммы, изменение насыщенности и изменение контраста [1].

Яркость изображения показывает, насколько интенсивна каждая компонента цветного пиксела (Red, Green, Blue). Это позволяет изменить общий уровень яркости изображения для лучшего восприятия.

Гамма изображения отвечает за общий уровень освещенности на нем. Изменение гаммы позволяет осветить тусклые участки или затемнить слишком светлые.

Насыщенность изображения показывает, насколько цветной вариант пиксела отличается от своего аналога в оттенках серого. Монохромизация изображения необходима для его математического исследования.

Контрастность изображения показывает, насколько различаются самый сильный и самый слабый по интенсивности цвета по компонентам. Изменение контрастности позволяет улучшить восприятие объектов, которые сильно сливаются с относительным фоном.

### *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)

## **РАЗРАБОТКА ТЕПЛОПРОВОДЯЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**

Н.С. Килякова

Научный руководитель – Климаков В.В. , канд. техн. наук, доцент

Принцип работы тепловых труб и термосифона имеет общие черты. Однако они были разработаны в разное время, с разными целями и областями применения. Главным достоинством термосифона является простота конструкции, а недостатком – его работа при ориентации, когда испаритель находится ниже конденсатора. Тепловые трубы лишены данных недостатков, но более сложны при изготовлении.

В эпоху миниатюризации транзисторы и микросхемы, а также другие электронные компоненты требуют интенсивного отвода тепла. Благодаря различным геометрическим формам и размерам тепловые трубы способны отводить тепло в различных положениях и на большие расстояния. Главной проблемой при проектировании тепловых труб является выбор рабочей жидкости, материала корпуса, геометрии и размеров капиллярной структуры, а также условий химической совместимости всех ее компонентов. В случае интенсификации теплообмена электронного устройства труднодоступность некоторых узлов и элементов требует особой конструкции тепловых труб.

Современная классификация тепловых труб для различных промышленных применений базируется на параметре максимальной отводимой мощности. Весь диапазон отводимых мощностей можно условно разделить на два интервала: мощность свыше 1 кВт и мощность ниже 1 кВт.

К тепловым трубам с мощностью из первого интервала можно отнести круглые термосифоны и тепловые трубы с Na или Li в качестве рабочей жидкости. Они используются в узлах рентгеновских трубок, в ядерных реакторах и турбинах гидроэлектростанций. К тепловым трубам с мощностью ниже 1 кВт относятся контурные, плоские и артериальные тепловые трубы. Они позволяют обеспечить отвод тепла от микросхем, электронных компонентов, лазеров и блоков электропитания.

Контурные тепловые трубы являются наиболее перспективными высокоэффективными тепломагистралями для отвода тепла из трудно доступных мест электронных приборов. Однако в некоторых случаях их применение ограничено конструкцией электронного узла. Так, в блоке лазерных гироскопов их применение возможно для интенсификации "ванны" гироскопа, но ограничено для отвода тепла от ситаллового моноблока самого кольцевого лазера.

В данном докладе предложена конструкция тепловой трубы для выравнивания теплового поля лазерного гироскопа, выполненная из стеклокерамики СО-115М с легкоиспаряемой рабочей жидкостью и капиллярной структурой, сформированной на стенках каналов шероховатостью поверхности. Она позволяет выравнивать по температуре пассивную и активную область кольцевого лазера при колебаниях мощности и окружающей температуры.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕДАЧИ ТЕПЛА ИЗЛУЧЕНИЕМ С ПОСТАНОВКОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО КУРСУ «ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРОНИКЕ»

В.М. Крутых

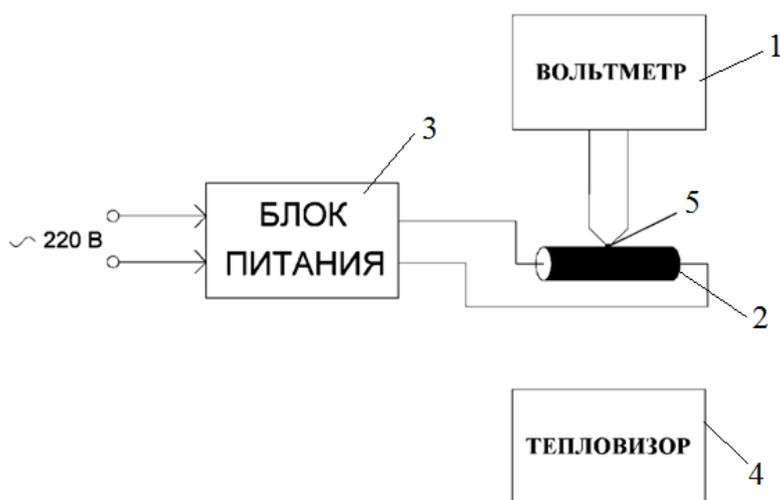
Научный руководитель — Улитенко А.И., д-р техн. наук, профессор

Целью работы является исследование передачи тепла излучением с постановкой лабораторной работы по курсу «Тепловые процессы в электронике».

В докладе было дано описание актуальности работы, кратко представлены основные теоретические сведения о передаче тепла излучением, а также физические законы, которые легли в основу постановки лабораторной работы.

Затем изложена методика проведения измерений на разрабатываемой установке для выполнения лабораторных работ по теме «Передача тепла излучением».

Функциональная схема этой установки представлена на рисунке.



Функциональная схема установки

К исследуемому образцу 2 подается напряжение с блока питания 3, т.е. через него протекает электрический ток. В результате этого выделяется мощность, которая передается исследуемому образцу, он начинает нагреваться и выделять тепловую мощность. Это регистрируется при помощи термопары 5, которая подключена к вольтметру 1. Параллельно с этим значение мощности, рассеиваемой на образце, регистрируется тепловизором 4, который также используется для замера температуры окружающей среды, необходимой для дальнейших расчетов, а также для проверки окончательных расчетов. Используя измеренные значения и закон баланса мощностей, получаем возможность расчета коэффициента излучения исследуемого образца.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРЫ ОБЪЕКТОВ МЕТОДОМ ЦИФРОВОЙ РЕНТГЕНОСКОПИИ

В.Г. Лабанов

Научный руководитель – Грачев Е.Ю., канд. техн. наук, доцент

Целью работы являются исследование внутренней структуры методом цифровой рентгенографии, постановка лабораторной работы и написание методических указаний.

Исследование внутренней структуры и постановка лабораторной работы проводятся на экспериментальном стенде изображенным (см. рисунок).



Внешний вид лабораторного стенда

Стенд в составе: источник, держатель плат, детектор, объектив (камера), ПК.

Были выявлены наиболее подходящие настройки рентгеновской установки: четкость получаемого изображения, максимальный ток накала, ток прогрева катода, ток эмиссии.

Проверка системы визуализации производилась с использованием мелкозернистого рентгенолюминофора при разных значениях напряжения на аноде трубки. Было выяснено, что для качественного анализа объектов и получения лучшего разрешения понадобилось напряжение в 80 кВ.

Обнаружение дефектов методом цифровой рентгенографии основано на том, что электромагнитные излучения могут проходить через непрозрачные материалы практически без ослабления. Само ослабление излучения веществом описывается законом Бугера - Ламберта:

$$I_x = I_0 e^{-\mu x}, \quad (1)$$

где  $I_0$  — интенсивность пучка излучения, падающего на поверхность;  $I_x$  — интенсивность излучений на глубине  $x$  от поверхности;  $\mu$  — коэффициент линейного ослабления излучений в материале объекта;  $x$  — толщина материала объекта в исследуемом сечении.

Дефекты, которые можно обнаружить методами рентгеновского контроля (слабое-сильное увеличение; низкая-высокая мощность): пустоты, перемычки, расслоение, открытые площадки, пропуск соединения или компонента, смещение, поднятый вывод.

Также методическое указание будет включать последовательность действий при работе с установкой.

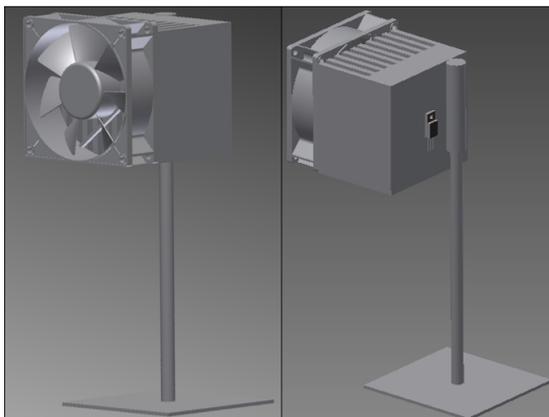
## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫНУЖДЕННОЙ КОНВЕКЦИИ, ПОСТАНОВКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО КУРСУ «ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРОНИКЕ»**

Е.М. Никишов

Научный руководитель – Улитенко А.И., д-р техн. наук, профессор

Для обеспечения эффективной работы большинства электронных приборов необходимо соблюдение теплового режима. Наиболее эффективным способом охлаждения является вынужденная конвекция [1].

В целях лучшего понимания курса «Тепловые процессы в электронике» разработана лабораторная работа по теме «Вынужденный конвективный теплообмен».



Графическое изображение лабораторного стенда

Лабораторный стенд (см. рисунок) для изучения процесса конвекции представляет собой установку, состоящую из транзистора КТ8238 мощностью 125 Вт, используемого в качестве охлаждаемого элемента, радиатора и расположенного на нем вентилятора.

В процессе исследования с помощью термопар определяется распределение температуры по поверхности радиатора при различной мощности на транзисторе и скорости вращения вентилятора.

К данному стенду разработаны методические указания, которые содержат теорию о вынужденной конвекции, последовательность выполнения лабораторной работы, методику обработки данных, а также вопросы для проверки усвоенного материала [2].

В качестве предварительной подготовки к лабораторной работе студентам необходимо произвести расчет радиатора для транзистора с заданной мощностью по методике, изложенной в методических указаниях.

Данный лабораторный стенд может использоваться для изучения естественной конвекции (не используется вентилятор). Также на базе данного стенда можно разработать лабораторную работу по изучению характеристик различных видов радиаторов.

### *Библиографический список*

1. Михеев М. А., Михеева И. М. Основы теплопередачи. Изд. 2-е, стереотип. М.: Энергия, 1997. 344 с.
2. Орлов М. Е. Теоретические основы теплотехники. Теплообмен: учеб. пособие / М. Е. Орлов; Ульяновск: УлГТУ, 2013. 204 с.

## **УСТРОЙСТВО МНОГОТОЧЕЧНОГО КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ**

Д.В. Оськин

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

Существует большое количество устройств для многоточечного контроля температуры, примером таких устройств может быть ТТА-08 от компании Terratel или УКТ-12 компании Контакт – 1.

Целью работы является разработка устройства многоточечного контроля температуры и влажности, которое будет выполнять измерение температуры и влажности в 10 точках с возможностью передачи данных на персональный компьютер (ПК). Для разработки устройства и подбора компонентов для его правильного функционирования необходимо выполнить следующие задачи:

1. Выбор микроконтроллера для управления датчиками и сбора информации.
2. Выбор датчиков температуры.
3. Выбор модуля передачи данных с помощью WiFi – интерфейса.
4. Написание и проверка работоспособности программ управления и обработки данных.

В качестве микроконтроллера выбран STM32F103C8T6. Количество выводов и технические характеристики данного микроконтроллера отвечают заданным требованиям и позволяют выполнить все поставленные задачи по разработке устройства многоточечного контроля температуры и влажности с заданными параметрами.

В результате анализа датчиков температуры и влажности с возможностью шинного подключения выбран датчик AM2320, кроме температуры в диапазоне от -40 °С до 80 °С с точностью  $\pm 0.5^\circ\text{C}$  он позволяет измерять и влажность в диапазоне от 0 до 100 % с точностью 3 %. Датчики подключаются по интерфейсу 1-wire, что существенно упрощает схему подключения датчиков к микроконтроллеру, так как позволяет соединить датчики с микроконтроллером по двум проводам. Измерения температуры и влажности осуществляются 10 датчиками, расположенными с интервалом 35 см.

Обработка информации и вывод её на ЖК-дисплей осуществляются микроконтроллером, а для связи устройства с ПК используется модуль ESP-01, позволяющий передавать данные с микроконтроллера посредством WiFi. ESP-01 имеет небольшие габаритные размеры, высокую скорость передачи, а также низкое энергопотребление при сравнительно небольшой стоимости.

Разработана и промоделирована принципиальная схема устройства измерения. Разработана и отлажена программа на языке С для считывания и отображения температуры и влажности на ЖК-индикаторе.

В дальнейшем планируется разработка программного обеспечения на ПК для обработки и представления результатов измерения.

# РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ГАЗОРАЗРЯДНОГО ПРЕРЫВАТЕЛЯ ТОКА С РАДИАЛЬНЫМ ОТВЕРСТИЕМ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ В СЕТОЧНОМ УЗЛЕ

С.А. Серезин

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

Для оценки влияния конструкции сеточного узла на процесс обрыва были проведены исследования серийного тиратрона модели ТГИ2-500/20 и экспериментального образца газоразрядного прибора, с измененной конструкцией сеточного узла, в генераторе высоковольтных импульсов с индуктивным накопителем энергии [1,2].

В ходе полученных результатов удалось определить основные характеристики, влияющие на работу газоразрядных прерывателей тока, и задать направление изменений конструкции прибора для повышения эффективности генерации импульсов, увеличения КПД системы в целом, а также повышения стабильности обрыва тока, уменьшения времени выключения самого прибора. В результате на основе полученных ранее данных был спроектирован и изготовлен новый газоразрядный прерыватель для устранения выше указанных недостатков. Для данного прибора были проведены схожие эксперименты с целью получить основные параметры работы прибора и сравнить их с имеющимися характеристиками предыдущих образцов. Были проведены исследования влияния температуры на работу прибора (приведена зависимость критического заряда от температуры фланца сетки – см. рисунок) .

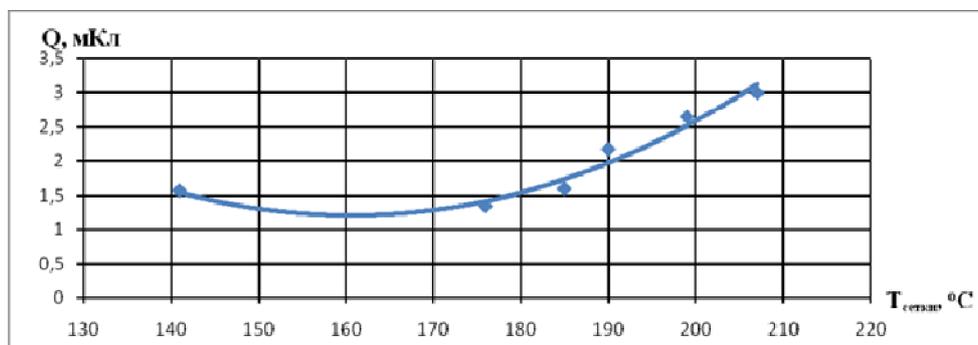


Рис. Зависимость критического заряда от температуры сеточного узла при параметрах прибора:  $p = 40$  Па,  $L = 23$  мкГн,  $R_n = 47$  Ом,  $U_0 = 685$  В,  $f = 100$  Гц

## Библиографический список

1. Верещагин Н.М., Круглов С.А., Серезин А.А., Шатилов С.Г. Определение рабочего режима газоразрядного прерывателя тока в генераторе с индуктивным накопителем энергии // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2015. №54. С. 121-126.
2. Верещагин Н.М., Круглов С.А., Серезин А.А., Шатилов С.Г., Агальцов К.Д., Павлов М.Б. Газоразрядные прерыватели тока низкого давления в генераторе высоковольтных наносекундных импульсов с индуктивным накопителем энергии // ПТЭ. 2017. №6.

# РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ГАЗОРАЗРЯДНОГО ПРЕРЫВАТЕЛЯ ТОКА С ДВУХЩЕЛЕВОЙ КОНСТРУКЦИЕЙ СЕТОЧНОГО УЗЛА

С.С. Серов

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

Результаты работ, полученные в ходе экспериментальных исследований генератора высоковольтных импульсов с индуктивным накопителем энергии, показали, что газоразрядные прерыватели тиратронного типа могут успешно применяться в качестве коммутаторов тока. За счет отсутствия дополнительных коммутирующих устройств на их основе возможно создавать компактные, но при этом достаточно мощные высоковольтные импульсные генераторы [1].

За счет низкого рабочего давления [2] газа в прерывателе уменьшаются потери на коммутацию, что снижает разогрев и увеличивает КПД генератора. При низких давлениях время выключения падает.

На рисунке 1,а показан результат моделирования распределения электрического поля в прерывателе с новым сеточным узлом. Разрабатываемый прибор имеет достаточную электропрочность для применения в генераторе.

Кривая зависимости критического заряда от температуры фланца сетки (рисунок 1,б) подтверждает полученные ранее данные: критический заряд растет с увеличением температуры.

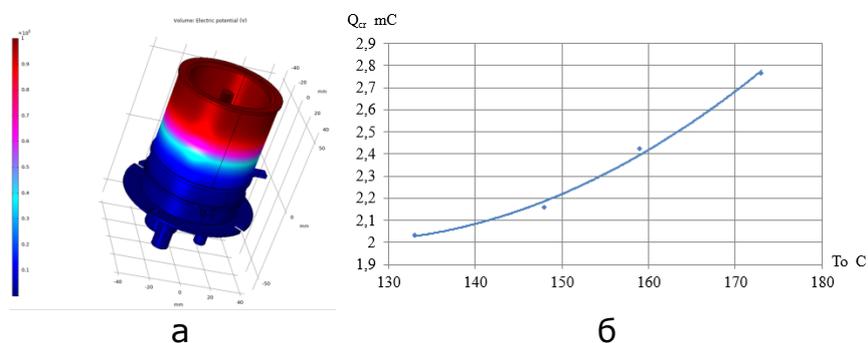


Рис. 1. а – Распределение электрического поля с потенциалом 1 В по поверхности газоразрядного прерывателя с новым сеточным узлом при напряжении на аноде 100 кВ и напряжении сетки 0 В;  
б – Зависимость критического заряда от температуры сеточного узла

## Библиографический список

1. Верещагин Н.М., Круглов С.А., Серезин А.А., Шатилов С.Г., Агальцов К.Д., Павлов М.Б. Газоразрядные прерыватели тока низкого давления в генераторе высоковольтных наносекундных импульсов с индуктивным накопителем энергии // ПТЭ. - 2017. - №6.
2. Верещагин Н.М., Круглов С.А., Серезин А.А., Шатилов С.Г. Определение рабочего режима газоразрядного прерывателя тока в генераторе с индуктивным накопителем энергии // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2015. – №54, С. 121-126.

## **РАЗРАБОТКА ВЫСОКОВОЛЬТНОГО СТАБИЛИЗИРОВАННОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРА ОЗОНА**

С.С. Сидорин

Научный руководитель – Верещагин Н. М., к-т техн. наук, доцент

Генератор озона (озонатор) используется для получения озона. Данный прибор применяется в медицине, садоводстве и других сферах жизнедеятельности человека.

Основными проблемами при разработке данного устройства являются высокое напряжение, а также массогабаритные показатели. Устройство должно быть компактным и соответствовать всем необходимым требованиям [1-6].

Наибольшее влияние на эти проблемы оказывает источник питания озонатора. Для решения указанных выше проблем был выбран ИИП.

При разработке источника питания потребуется решить ряд следующих задач:

- создать источник комбинированного напряжения;
- обеспечить стабилизацию входного напряжения;
- разработать принципиальную электрическую схему источника питания;
- произвести моделирование работы схемы в программе.

Генератор импульсов напряжения будет выполнен на основе ШИМ-контроллера TL494, стабилизатор напряжения – импульсный понижающего типа. Главным достоинством данного ШИМ-контроллера являются регулировка скважности, широкий диапазон регулировки частоты, а также доступность. Силовая часть будет выполнена по мостовой схеме, так как это позволит улучшить энергетические и массогабаритные показатели по сравнению с полумостовой схемой. Для управления ключами применяются драйверы, это позволит улучшить работу транзисторов. Для регулирования длительности импульса между ШИМ и драйверами я использовал дифференцирующую RC-цепь. Чтобы уменьшить воздействие импульсных помех, создаваемых источником питания, в схему включен помехоподавляющий фильтр.

После разработки схемы и расчета номинальных значений электрических элементов будет произведена проверка схемы на работоспособность в программе Proteus.

### *Библиографический список*

1. Санджай Маниктала. Импульсные источники питания от А до Z. Санкт – Петербург , 2014.
2. Верещагин Н. М., Круглов С. А., Сережин А. А. Преобразовательная техника. Часть 2. Рязань, 2016.
3. Верещагин Н. М., Круглов С. А., Сережин А. А. Расчет стабилизированных источников напряжения. Рязань, 2013.
4. Головков А. В., Любицкий В. Б. Блоки питания для системных модулей типа IBM PC-XT/AT. М., 1995.
5. Раймонд Мэк. Импульсные источники питания. Москва, 2008.
6. Китаев В. Е., Бокуняев А. А., Колканов М. Ф. Расчет источников электропитания устройств связи. М., 1993.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ОСТАТОЧНЫХ ГАЗОВ С ПОМОЩЬЮ КВАДРУПОЛЬНОГО МАСС-СПЕКТРОМЕТРА

А.А. Тарасов

Научный руководитель – Грачев Е.Ю., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается вопрос интерпретации полученных масс-спектров. Расшифровка масс-спектров заключается в проведении качественного и количественного анализов. Алгоритм проведения качественного анализа следующий:

1. Определяется основной пик.
2. Выдвигается предположение о том, какому веществу принадлежит данный пик.
3. Определяются фрагментные пики.
4. Наличие всех фрагментных пиков говорит о том, что предположение было сделано верно.

Количественный анализ заключается в расчете массовой, объемной и мольной долей для каждого компонента газовой смеси. Сначала необходимо рассчитать парциальное давление для каждого компонента газовой смеси:

$$P_i = \frac{i}{k \cdot i_e},$$

где  $i$  – ионный ток,  $k$  – коэффициент чувствительности  $i_e$  – электронный ток.

Общее давление газовой смеси является суммой парциальных давлений ее компонентов. Для определения массовой доли необходимо рассчитать массу каждого компонента газовой смеси:

$$m_i = \frac{P_i \cdot V_{\text{см}}}{R_i \cdot T_{\text{см}}}.$$

Затем рассчитывается масса газовой смеси:

$$m_{\text{см}} = \sum_{i=1}^n m_i.$$

После этого можно рассчитать массовую долю компонента газовой смеси:

$$g_i = \frac{m_i}{m_{\text{см}}}.$$

Принцип расчета объемной доли схож с расчетом массовой доли. Сначала необходимо рассчитать парциальный объем каждого компонента газовой смеси:

$$V_i = \frac{m_i \cdot R_i \cdot T_{\text{см}}}{P_{\text{см}}}.$$

Далее определяется объем газовой смеси:

$$V_{\text{см}} = \sum_{i=1}^n V_i.$$

Расчет объемной доли компонента газовой смеси осуществляется по следующей формуле:

$$r_i = \frac{V_i}{V_{\text{см}}}.$$

Практически всегда мольная доля приблизительно равна объемной.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОКЛАВОМ**

А.Е. Толченев

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

В докладе поэтапно рассматривается процесс создания системы управления автоклавом, который предназначен для стерилизации медицинских инструментов, повязочных материалов и других изделий медицинского назначения. Также объясняется актуальность работы и область применения.

Необходимость создания подобной аппаратуры обусловлена нехваткой современных паровых стерилизаторов отечественного производства. В то же время наличие данной аппаратуры является обязательным условием повышения качества оказания медицинских услуг и безопасности пациентов.

Весь процесс разработки системы управления можно разделить на несколько этапов. На первом необходимо определить объём задач, которые будет решать автоклав. Это позволяет уточнить алгоритм работы устройства при выполнении процесса обеззараживания. Зная задачи и алгоритм их выполнения, можно приступить к разработке функциональной схемы автоклава и подбору технических средств, необходимых для осуществления работы устройства. На следующем этапе можно приступить к разработке программного обеспечения и прикладных программ для системы управления. Главными задачами здесь являются согласование всех узлов устройства на программном уровне, выбор наиболее подходящего интерфейса передачи данных и соблюдение точного выполнения технического процесса. После написания и отладки программы производится моделирование работы системы управления в специальной программной среде. Далее, при условии работы модели, производится сборка макета системы управления, программирование микроконтроллера и тестирование полученного образца на работоспособность.

Разработка системы управления является трудоёмким процессом, который требует знания и в схемотехнике, и в программировании, и в принципе работы устройств, для которых выполняется данная работа. Однако создание собственных медицинских автоклавов в нашей стране является важной задачей с точки зрения медицины, а также с точки зрения экономики и необходимости импортозамещения.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК И РАБОТЫ ВИБРОПОДВЕСА И ПЬЕЗОКОРРЕКТОРОВ ЛАЗЕРНОГО ГИРОСКОПА

Д.С. Шурмин

Научный руководитель - Климаков В.В., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время широко распространено использование лазерных гироскопов. В середине 60-х ученые нашли уникальное применение лазерным гироскопам (ЛГ) - измерение нестабильности угловой скорости вращения Земли (для этих целей в Мюнхенском техническом университете построен самый большой в мире лазерный гироскоп). В настоящее время ЛГ используют как высокоточный навигационный датчик для движущихся объектов – ракет, самолетов, автомобилей и т.д.

Одним из способов уменьшения погрешности, вызванной связью встречных волн в лазерном гироскопе, является применение в его конструкции виброподвесной подставки. Конструктивно она представляет собой виброподвес, закрепленный одновременно и на моноблоке кольцевого лазера, и на корпусе лазерного гироскопа. Возбуждение колебаний кольцевого лазера осуществляется путем подачи управляющего напряжения на пьезопластины, приклеенные к лопастям виброподвеса.

Целью данной работы является исследование характеристик работы виброподвеса и пьезокорректоров лазерного гироскопа.

В работе моделируется колебательная система лазерного гироскопа (рис. 1,а), возбуждаемая с помощью пьезокерамики на лопастях виброподвеса (рис. 1,б). Создана модель пьезокорректора сферического зеркала ЛГ (рис. 1,в).

Предложенные математические модели реализованы в программном модуле «Semiconductor» пакета COMSOL Multiphysics.

Полученные результаты планируется использовать для расчета геометрии виброподвеса, выбора качественной пьезокерамики для прогнозирования работы пьезокорректора и виброподвеса при изменении условий окружающей среды.

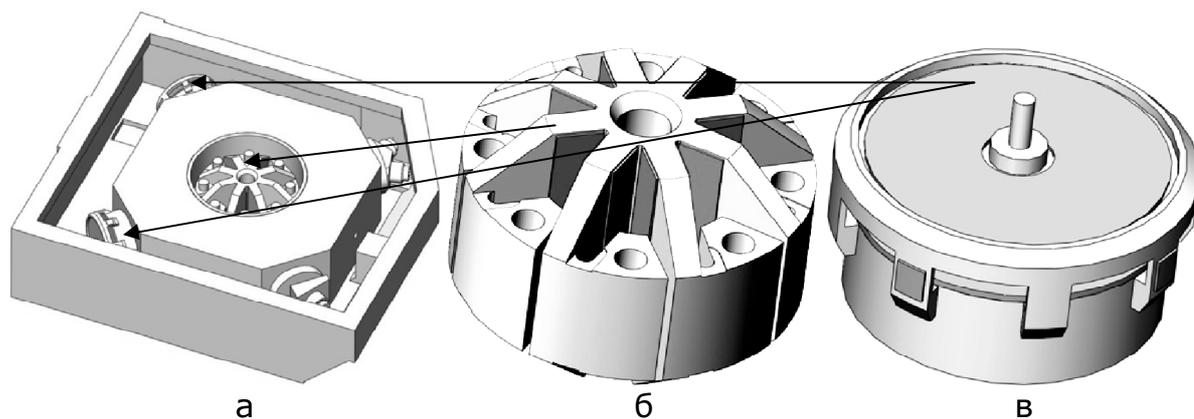


Рис. 1. Трехмерные модели частей лазерного гироскопа:  
а - лазерный гироскоп в корпусе; б - виброподвес с пьезокорректорами;  
в - сферическое зеркало с пьезокорректорами

# **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАСШИФРОВКИ КАРТИН ДИФРАКЦИИ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ НА МОНОКРИСТАЛЛЕ (ЛАУЭГРАММ)**

А.Е. Серегин

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

Немецкий физик Лауэ в начале XX предположил, что недавно открытое рентгеновское излучение – это форма электромагнитного излучения, и, чтобы эту гипотезу подтвердить, решил поставить опыт, в котором рентгеновское излучение рассеивалось бы на естественной дифракционной решетке – кристалле [1].

Так была открыта новая область исследований – рентгеновская кристаллография, которая позволяет изучить структуру и симметрию кристаллов, их элементный состав, наличие и расположение дефектов кристалла в его структуре и т.д.

Построение картин дифракции (лауэграмм) по методу Лауэ – самый быстрый метод сбора дифракционных данных [2]. Но расшифровка лауэграмм – процесс энергоемкий, который можно значительно упростить, применяя программное обеспечение.

Разрабатываемое программное обеспечение позволяет на основе полученной лауэграммы определить индексы интерференции интерференционного пятна, индексы Миллера отражающих плоскостей, графически отобразить отражающие плоскости и наличие дефектов в них.

Программное обеспечение для рентгеновской кристаллографии уже довольно развито, но существующие пакеты ПО имеют высокую сложность работы и высокую стоимость.

Поэтому была поставлена задача разработать простое, интуитивно понятное ПО, которое бы решало ряд поставленных перед ним задач, в частности нахождение индексов Миллера отражающих плоскостей.

## *Библиографический список*

1. Пинскер З.Г. Рентгеновская кристаллооптика. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. – 392 с.
2. Высокоскоростная рентгеновская лабораторная система распознавания ориентации монокристаллов и оценки структурного совершенства / С.Н. Поляков [и др.] // Новости материаловедения. Наука и техника. – 2016. – № 1 (19).

## **АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ТЕРМООБРАБОТКИ АВТОКЛАВА**

Н.В. Титов

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

В различных отраслях хозяйства находят применение автоклавы для обработки продуктов и изделий под высокой температурой и давлением.

При поддержании термодинамических параметров в автоклавах возникает проблема ручной регулировки тепла с заданной точностью, так как приходится равномерно нагревать в течение длительного времени (в зависимости от консервируемого продукта может достигать до 2 часов), а также выдержки температуры стерилизации.

Решением данной задачи является разработка автоматизированной системы автоклава, при помощи которой оператору придется всего лишь задать условия: конечную температуру, время нарастания и выдержки температуры. Охлаждение автоклава осуществляется естественным образом до заданной температуры [1].

В разрабатываемом устройстве осуществляется управление температурой и давлением по заданной характеристике. Температура стерилизации задается в пределах от 100 до 150 °С и будет контролироваться в зависимости от времени нарастания и времени выдержки стерилизации. Для этого измеряются температура от 0 до 150 °С и давление от 1 до 2 атм. внутри автоклава и обеспечивается регулирование подачи тепловой энергии в соответствии заданной характеристикой.

В разрабатываемом устройстве в качестве датчика температуры выбран LM35, а также датчик давления MPX 4250. В качестве устройства управления выбран микроконтроллер STM32F103C8T6, который имеет несколько интерфейсов связи. Отображение значений температуры и давления осуществляется на двухстрочном дисплее hd44780. Разработана и отлажена программа измерения значений температуры и давления. Запись программы в микроконтроллер осуществляется с использованием USART-интерфейса. В качестве источника тепла выбран элемент ТЭН.

В дальнейшем необходимо разработать программу управления подачей тепла, обеспечивающую заданную характеристику.

1. Связов А.А., Шишканов С.В. Система автоматизации процесса автоклавной обработки силикатного кирпича // Современные технологии автоматизации. 2013. №1. С.74-78.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ, МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

А.Д. Астанкович

Научный руководитель – Климаков В.В. канд. техн. наук, доцент

В настоящее время участились случаи обрушений зданий и сооружений различного назначения. Причинами этих катастроф являются различные факторы, такие как:

- ошибки в проектировании конструкций;
- старение строительных материалов несущих элементов;
- эрозия почвы под фундаментом объекта;
- перегрузка строительных перекрытий и несущих;
- климатические факторы;
- пожары и воздействие высоких температур.

Для обеспечения комплексной безопасности строительных сооружений требуется предпринимать меры по мониторингу их состояния [1]. Это позволит спрогнозировать обрушение и своевременно принять соответствующие меры по предотвращению будущей катастрофы. Такой подход обеспечит безопасность людей и строительных объектов, находящихся поблизости.

В качестве измерительных модулей системы применяются различные датчики, такие как акселерометры, гироскопы, тензорные и температурные датчики и другие устройства контроля состояния.

Разрабатываемый программно-аппаратный комплекс позволяет не только своевременно обеспечить получение информации по всем возможным каналам сбора данных, но и обработать полученные данные с помощью методов статистического анализа и обработки сигналов. Основными применяемыми методами обработки сигналов в программно-аппаратном комплексе являются:

- Фурье фильтрация;
- Вейвлет фильтрация.

В качестве статистического анализа планируется использовать регрессивный метод. Применяемые подходы к обработке данных позволяют выделить различные закономерности, по которым можно определить, есть ли тенденции к обрушению или нет.

1. Губанов В. М. Чрезвычайные ситуации социального характера и защита от них: учеб. пособие / В. М. Губанов Л. А. Михайлов, В. П. Соломин. - М.: Дрофа, 2007. - 285 с.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАСЧЕТА НАВЕДЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

А.А. Васин

Научный руководитель – Васильева Т.Н., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается проблема неудобства расчета наведенного напряжения по методике ПАО "ФСК ЕЭС". Предложено решение по автоматизации расчета.

В качестве примера проведем ручной расчет и проверим его правильность в программе.

Воздушная линия напряжением 220 кВ проходит параллельно отключенной линии 10 кВ на расстоянии  $a = 20$  м. Отключенная линия заземлена по краям на ТП 10/0,4 кВ, расстояние между заземлениями  $x = 4$  км. Протяженность участка влияющей ВЛ  $l = 4$  км. Ток влияющей линии  $I = 0,1$  кА. Рассчитаем значение наведенного напряжения.

Рассчитаем ЭДС, наводимую в отключенной линии [1]. Значение  $F(a)$  составит 23,9:

$$E_1 = 23,9 \cdot 0,1 \cdot 4 = 9,56 \text{ В} .$$

Величина сопротивления заземления на подстанции 10/0,4 кВ составляет 4 Ом. Тогда:

$$U_{\text{нав1}} = \frac{9,56 \cdot 4}{\sqrt{(4+4)^2 + 2,252^2}} = 4,6 \text{ В} .$$

Величина наведенного напряжения на отключенной линии составила 4,6 В.

Из-за неудобства поиска коэффициента  $F(a)$  было принято решение разработать программу для автоматического расчета наведенного напряжения по заданным параметрам. Выбор коэффициента  $F(a)$  осуществляется с помощью двух выпадающих списков. Для этого 6 таблиц с более чем 1800 значениями были аппроксимированы с доверительной вероятностью 0,99...1 и получены уравнения, описывающие эти таблицы.

В результате расчета наведенного напряжения по программе получен результат 4,607 В, а при ручном расчете 4,6 В, что говорит о том, что погрешность автоматического расчета минимальна и программа пригодна для использования.

1. ПАО "ФСК ЕЭС". Методические указания по определению наведенного напряжения на отключенных воздушных линиях, находящихся вблизи действующих ВЛ. СТО 56947007- 29.240.55.018-2009.

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ НАВЕДЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

О.А. Доронкин

Научный руководитель – Васильева Т.Н., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается ряд проблемных вопросов, связанных с предварительным расчетом наведенного напряжения в Рязанских городских распределительных электрических сетях. Научная и практическая ценность ожидаемых результатов состоит в получении расчетных значений наведенного напряжения, необходимых для оценки безопасной работы электротехнического персонала в месте проведения работ.

В работе использованы методы расчета, описанные в ОАО «ФСК ЕАС» СТО 56947007-29.240.55.018-2009 и методических материалах Бессонова В.А. «Электромагнитная совместимость» [1,2].

Согласно СТО ОАО «ФСК ЕАС» были рассмотрены «идеальные случаи», в которых возможно максимальное значение наведенного напряжения. Рассматриваемые отключенные ВЛ, находящиеся под влиянием, это линии напряжением 0,4, 6, 10 кВ. Влияющие ВЛ номинальным напряжением 6, 10, 35, 110 и 220 кВ (см. рисунок). Используемые формулы: ЭДС, наводимая на участке ВЛ, ограниченной сопротивлениями (1); формула расчета наведенного напряжения (2).

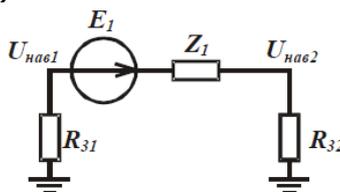


Схема замещения для расчета наведенных напряжений  
на участке ВЛ, заземленной в двух точках

$$E = F_{(a)} \cdot I_1 \cdot l_1, \quad (1)$$

$$U_{\text{НАВ1}} = \frac{E_1 \cdot R_{31}}{\sqrt{(R_{31} + R_{32})^2 + Z_1^2}}, \quad (2)$$

По тем же линиям был произведен расчет по методике Бессонова В.А. В основе расчета использовано уравнение электромагнитного влияния между однопроводными линиями:

$$\dot{U}_{\text{сх}} = (\dot{U}_{\text{с0}} - K_2 \cdot \dot{U}_{\text{к}}) \cdot \left( \frac{e^{\gamma x} + e^{-\gamma x}}{2} \right) - Z_{\text{св}} \cdot (\dot{I}_{\text{с0}} - K_1 \cdot \dot{I}_{\text{к}}) \cdot \left( \frac{e^{\gamma x} - e^{-\gamma x}}{2} \right) + K_2 \cdot \dot{U}_{\text{к}},$$

Проведенные расчеты подтвердили безопасность работы электротехнического персонала. Значения наведенного напряжения не превысили 25 В.

### Библиографический список

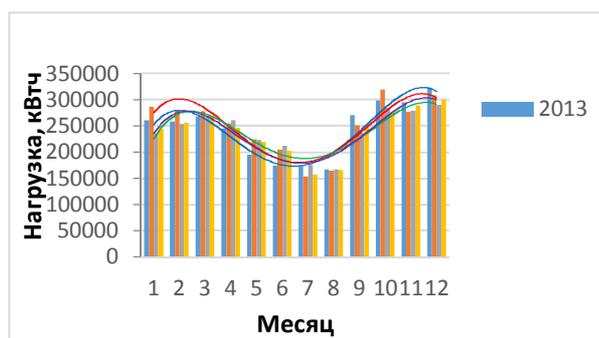
1. ОАО «ФСК ЕАС» СТО 56947007-29.240.55.018-2009, г. Москва 2009
2. Бессонов В.А. Электромагнитная совместимость: учеб. пособие. - Ульяновск: УлГТУ. - 2001. - 44 с.

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИЕЙ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И СООРУЖЕНИЙ РГРТУ

Д.А. Жижнов

Научный руководитель – Васильева Т.Н., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается ряд вопросов по изучению электрических нагрузок Рязанского государственного радиотехнического университета (РГРТУ) за последние 4 года для построения мероприятий по экономии электроэнергии. Наименьшие показатели нагрузки по сведениям МУП по энергоснабжению потребителей были в 2015 и 2016 годах, а наибольшие в 2013 и 2014 годах. График изменения нагрузки по месяцам года (см. рисунок) обладает чётким минимумом нагрузки, который попадает на июль и август,



**Зависимость электропотребления объектами РГРТУ от месяца**

когда студенты уходят на каникулы. Нагрузка по месяцам за 2013 и 2014 годы чаще всего являлась больше, по сравнению с 2015 и 2016 годами по тем же месяцам. Обратим внимание, что минимум, выпадающий на 7 и 8 месяцев, это июль и август, не учебные месяцы. А наибольшая нагрузка выпадает на 9, 10, 11, 12 месяцы, когда идет учебный процесс. А наименьшая нагрузка концентрировалась в ночные часы каждого месяца, например наибольшая нагрузка была зафиксирована в ноябре, декабре и январе в дневные часы с 11:00 до 15:00. Основываясь на установленных нагрузках и их диверсификации по годам, месяцам, дням недели и часам суток, для улучшения надежности и повышения показателей создали проект подстанции ТП-677. Модернизация будет проходить без качественного изменения энергопотребляющих устройств (1623,3 кВт). Смонтировать пару силовых трансформаторов мощностью 810 кВА каждый вместо 650 кВА, выполнить проектировку камер КСО с вакуумными коммутаторами вида ВВ/TEL. Релейную защиту разработать на микропроцессорном блоке вида БЭМП РУ-ОЛ, изготовленном на «ЧЭАЗ».

большая нагрузка была зафиксирована в ноябре, декабре и январе в дневные часы с 11:00 до 15:00. Основываясь на установленных нагрузках и их диверсификации по годам, месяцам, дням недели и часам суток, для улучшения надежности и повышения показателей создали проект подстанции ТП-677. Модернизация будет проходить без качественного изменения энергопотребляющих устройств (1623,3 кВт). Смонтировать пару силовых трансформаторов мощностью 810 кВА каждый вместо 650 кВА, выполнить проектировку камер КСО с вакуумными коммутаторами вида ВВ/TEL. Релейную защиту разработать на микропроцессорном блоке вида БЭМП РУ-ОЛ, изготовленном на «ЧЭАЗ».

### Выводы

1. На промежутке четырех последних лет общая нагрузка за год уменьшалась на 10 % год.
2. На графике наименьшие показатели нагрузок отмечаются летом, а наибольшие в зимний промежуток.
3. Максимальный пик нагрузки отмечается в 11:00, а к 15:20 начинает понижаться.
4. Модернизация направлена на повышение энергоэффективности и надежности.

# **РАЗРАБОТКА МАКЕТА УСТАНОВКИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫМИ ОПТИЧЕСКИМИ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯМИ НА ОСНОВЕ ТОНКИХ ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ ПЛЕНОК**

П.С. Провоторов

Научный руководитель – Вишняков Н.В., канд. техн. наук, доцент

Широкое применение находят материалы с изменяемым фазовым состоянием, в частности халькогенидные стеклообразные полупроводники (ХСП) на основе соединения  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  (GST) [1]. Большинство современных устройств, использующих материал GST, совмещают в себе быстродействие, стабильность, энергоэффективность, устойчивость к помехам и радиации. Их применение до настоящего времени ограничено областью электронных запоминающих устройств – твердотельной энергонезависимой памятью 3D XPoint (Intel, Micron, с 2015 г.) и оптических – дисковых CD, DVD, BD накопителей информации. Область применения материала GST для оптических переключателей в волоконно-оптических системах передач до сих пор недостаточно исследована и нуждается в совершенствовании физических моделей и разработке новых принципов управления оптическими сигналами.

В ранее опубликованной работе [2] была предложена физическая модель оптически управляемого переключателя, работающего на эффектах интерференции электромагнитных волн в тонкой пленке и изменении фазового состояния материала пленки. Для ее реализации были разработаны методика и экспериментальный стенд, которые позволили на базе комплекса зондовой нанолaborатории NTEGRA Spectra подавать на исследуемые образцы оптические импульсы управляющего (403 нм) и информационного (1550 нм) сигнала по одному оптическому каналу и исследовать оптические свойства пленочных структур при изменении их фазового состояния. Задача в настоящей работе состояла в получении оптимальной мощности излучения управляющего лазера для достижения многократного изменения фазового состояния пленки.

Исследование образцов показало, что наиболее подходящей для разработанной системы является энергетическая экспозиция падающего управляющего излучения  $420 \text{ мДж/см}^2$ , при которой получилось добиться оптимального режима многократных переключений.

## *Библиографический список*

1 Zou L., Cryan M., Klemm M. Phase change material based tunable reflectarray for free-space optical inter/intra chip interconnects // Opt Express. 2014. Vol. 20. No. 22. P. 24142-8.

2 Вишняков Н.В., Толкач Н.М., Провоторов П.С. Оптимизация параметров тонкопленочной структуры на основе  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$  для оптических переключателей // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2018. № 4-2 (66). С. 2-8.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ ПРИВОДА

Р.С. Протасова

Научный руководитель – Климаков В.В., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается основной принцип работы магнитной системы привода, разрабатываемого калибровочного поверочного стенда для МЭМС датчиков. Электромагнитный привод поверочного стенда должен создавать колебательное или вращательное движение, необходимое для поворота измерительной платформы стенда. На платформе крепятся лазерный гироскоп (ЛГ), который является эталонным измерителем угловой скорости и углового положения (так как ЛГ точнее любого прецизионного МЭМС датчика), и сам МЭМС датчик, измерительные характеристики которого необходимо измерить путем сравнения с эталонным измерителем.

Для работы привода на магнитную систему накладываются следующие требования: колебательное движение должно задаваться в диапазоне частот от 10 Гц до 100 Гц; обеспечение угловых перемещений калибруемого объекта с поворотной платформой порядка не менее 0,01 угловой секунды; возможность движения с заданной частотой измерительной платформы массой до 5 кг.

Проанализировав возможные варианты построения магнитной системы, приняли решение использовать следующую конструкцию, представленную на рисунке 1. Имеется две группы катушек, которыми управляют с помощью переменного тока номиналом 10 А. Имеется ось, выполняющая роль ротора, и воздушное пространство, границы которого условно приняты за стенки защитного корпуса. При подаче переменного тока катушки создают магнитное поле (рисунок 2). С изменением времени магнитное поле меняется, создавая тем самым вынужденное движение группы катушек 2.

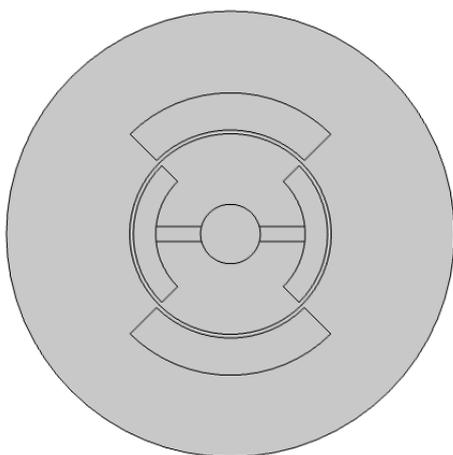


Рис. 1

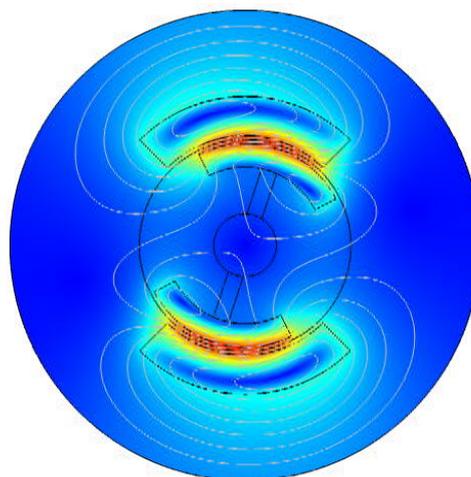


Рис. 2

## ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

А.О. Гречихин

Научный руководитель - Связов А.А., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются инновационные технологии, применяемые в цифровых подстанциях. Они необходимы для обеспечения нового уровня функционирования электроэнергетических систем.

Цифровые подстанции – архитектура подстанции, функциональность которой достигается специальным программным обеспечением. Оно позволяет уменьшить зависимость от аппаратных реализаций, таких как установленные проводные связи.

В перспективе на будущее, развитие цифровых подстанций будет являться основой для создания интеллектуальной сети (SmartGrid).

Цифровые подстанции обладают следующими основными характеристиками:

- встроенные в первичное оборудование интеллектуальные микропроцессорные устройства;
- применение локальных вычислительных сетей для коммуникаций;
- обеспечение цифрового доступа к информации, её передаче и обработке;
- автоматизация работы подстанции и процессов управления ею.

В настоящее время, как за рубежом, так и в России, современная подстанция представляет собой комплекс, состоящий из современной аппаратуры и обеспечивающий управление в следующих направлениях:

- технологическими процессами;
- структурой релейной защиты и противоаварийной автоматики;
- системой обнаружения мест повреждения;
- автоматизированными информационно-измерительными системами коммерческого учёта электроэнергии;
- автоматизированными системами наблюдения за технологическими параметрами подстанции.

Для сбора, передачи и обработки информации на цифровой подстанции используются только цифровые сигналы.

Цифровая подстанция является базой для интеллектуальной сети. Это признанный на международном уровне метод автоматизации, позволяющий решать задачи эффективного управления энергетическими объектами, полностью переводящий его в цифровой формат. Однако, чтобы реализовать концепцию SmartGrid, потребуется разработка новых технологий по самым разным направлениям, к которым специалисты относят:

- создание интеллектуальных измерительных приборов (SmartMetering);
- развитие составных компонентов электрической сети и устройств управления потоками мощности, развитие систем накопления энергии;
- развитие распределённой электроэнергетики и создание интеллектуального регулирования спроса.

## **ИНДИКАТОРЫ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ДЛЯ ВЛ 6-10 КВ**

С.М. Чернов

Научный руководитель – Н.М. Верещагин, канд. техн. наук, доцент

Индикаторы короткого замыкания (ИКЗ) для ВЛ 6-10 кВ обеспечивают оперативное определение участков ВЛ, на котором произошло межфазное короткое замыкание либо однофазное замыкание на землю.

Устройства установленные на стойках опоры или проводах ВЛ, обеспечивают:

- проведение измерений текущих мгновенных показателей токов и напряжений;

- вычисление показателей амплитуд токов и напряжений;
- сравнение полученных значений со значениями уставок.

Емкостные датчики выполняют измерение напряжения. Индукционные датчики, выполненные в виде ферромагнитных сердечников, измеряют значения тока. Все датчики размещены в герметичном корпусе[1].

Измеренные показатели подвергаются обработке контроллером, который из общего массива выделяет данные, сигнализирующие о аварийных ситуациях. Если заданные уставки превышены, то ИКЗ индицируют соответственно типам аварийной ситуации (однофазное замыкание на землю или межфазное короткое замыкание). Индикация производится или бликерами со специальным светоотражающим покрытием или сверхъяркими светодиодами. Параметры аварии записываются в память устройства.

Данные с ИКЗ можно считывать:

- визуально;
- с использованием переносного пульта (радиоканал ближней связи);
- дистанционно с помощью GSM модуля [2].

Информация об аварийной ситуации может выводиться на экраны диспетчерского пульта. Диспетчер определяет аварийный участок и направляет к нему оперативно выездную бригаду.

Настройка ИКЗ проводится с использованием дистанционного пульта, без снятия индикаторов с опоры.

Индикация аварийной ситуации может быть прекращена при вводе ВЛ в работу (подачи напряжения), через определенный интервал или вручную с использованием дистанционного пульта, в зависимости от выполненной настройки.

Комплекты ИКЗ необходимо устанавливать по магистрали ВЛ с соответствующим интервалом и на первых опорах отпаек.

При поиске места повреждения производится последовательный осмотр состояния ИКЗ. Устройства, размещенные до места повреждения, будут сигнализировать об аварии, а размещенные после места повреждения, будут «молчать». Аварийный участок отключается, и проводится его обследование. Остальная часть линии находится в работе.

В результате использования ИКЗ значительно снижается время локализации поврежденного участка линии, снижаются потери энергокомпаний, связанные с недоотпуском электроэнергии [3] и жалобами потребителей на качество электроснабжения.

### *Библиографический список*

1. Индикаторы неисправности на ВЛ. Общее описание [Электронный ресурс] — Режим доступа - URL: <http://streamermsk.ru/produktsiya/indikatory-neispravnostey/obschee-opisanie/> (дата обращения 31.03.2019).
2. Комплект индикаторов короткого замыкания ИКЗ-ВЗЗ-МРЗ. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <http://antraks.ru/biblioteka/normativnaya-dokumentatsiya> (дата обращения 31.03.2019).
3. Средства диагностики ЛЭП [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: [https://aes.by/upload/katalogi/IKZ\\_buklet.pdf](https://aes.by/upload/katalogi/IKZ_buklet.pdf) (дата обращения 31.03.2019).

## **РАЗРАБОТКА ЗАЩИТЫ ОТ ВНУТРЕННИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ БАТАРЕЙ КОНДЕНСАТОРОВ КОМПЕНСАТОРОВ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ**

А.К. Афонин

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

Одним из средств снижения эксплуатационных затрат в электроэнергетических системах является компенсация реактивной мощности в распределительных электрических сетях. Передача реактивной мощности от генераторов по электрической сети к потребителям (индукционным приемникам энергии) вызывает в сети затраты активной мощности в виде потерь и дополнительно загружает элементы электрической сети, снижая их общую пропускную способность [1].

Широко применяемые в энергосистемах установки компенсации реактивной мощности (УКРМ) служат для стабилизации уровня напряжения в нормальных и вынужденных режимах, снижения потерь электроэнергии и оптимизации перетоков мощности. Одним из видов УКРМ являются батареи статических конденсаторов (БСК), представляющие собой (для напряжения 110 кВ и выше) установки поперечной компенсации реактивной мощности. Внедрение БСК в сетях высокого напряжения предполагает значительный объем дополнительных капитальных вложений как в проектируемые, так и в существующие подстанции. Как и все остальные элементы энергосистемы, БСК должны быть надежно защищены от всех возможных видов повреждений:

- коротких замыканий;
- перегрузок током основной гармоники и токами гармонических составляющих;
- превышения допустимых для данных конденсаторов значений напряжения;
- других аварийных и предаварийных режимов, в частности, шунтирования и обрыва одиночных конденсаторов [3].

Новые перспективы для совершенствования защиты БСК открываются в связи с появлением возможности построения таких устройств на основе специализированных микропроцессорных терминалов релейной защиты и противоаварийной автоматики. Это позволяет внедрить новые алгоритмы РЗ и ПА, усовершенствовать существующие решения, повысить точность

работы и чувствительность защит и в конечном итоге увеличить надежность электроснабжения потребителей и устойчивость функционирования энергосистем [2].

В данной научно-исследовательской работе рассматриваются существующие методы построения защиты и автоматики БСК 110кВ, анализируются возникающие при различных видах повреждений токи коротких замыканий, а также принципы выявления шунтирования и обрыва одиночных конденсаторов.

Следует особо отметить, что в учебниках, статьях и руководящих указаниях по релейной защите уделено очень мало внимания описанию методов релейной защиты БСК в сетях высокого напряжения отсутствуют методики расчета уставок защит, обеспечивающие надежное срабатывание при различных видах повреждений БСК.

Целью работы является разработка методики построения чувствительной релейной защиты многоэлементных высоковольтных электроустановок БСК, разработка методических указаний по выбору уставок защит БСК.

Достижение указанной цели потребовало решения следующих задач:

- анализ требований руководящих и нормативных документов;
- анализ существующих технических решений по защите БСК, исследование режимов работы батареи конденсаторов 110 кВ;
- систематизация и математический анализ установившихся и переходных процессов в БСК;
- имитационное математическое моделирование и анализ процессов, происходящих в БСК, анализ работы алгоритмов защит;
- анализ возможных технических решений и выбор вариантов построения защит;
- сравнительный анализ вариантов построения защит.

Решение поставленных задач позволило усовершенствовать существующие и разработать новые методы защиты и методики расчета их уставок.

Результаты НИР планируется использовать при разработке, изготовлении, монтаже и вводе в эксплуатацию опытного образца устройства защиты. Внедрение нового устройства микропроцессорной защиты БСК позволит уменьшить ущерб от повреждения этих установок и их элементов, сократить время ликвидации аварий, увеличить надежность функционирования энергосистемы и снизить эксплуатационные расходы.

#### *Библиографический список*

1. Единая энергетическая система России [Электронный ресурс] // АО «СО ЕЭС». – <http://www.so-ups.ru/index.php?id=ees>
2. Овчаренко Н.И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем. Издательский дом МЭИ, 2016.-37с.
3. Аржанников Е.А., Лукоянов В.Ю., Мисриханов М.Ш. Определение места короткого замыкания на высоковольтных линиях электропередачи/ под ред. В.А.Шуина. – М.: Энергоатомиздат, 2003.-272 с.

# **БАЛАНС ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СПАССКОГО РАЙОНА ПАО «МРСК ЦЕНТРА И ПРИВОЛЖЬЯ» ФИЛИАЛА «РЯЗАНЬЭНЕРГО»**

А.В. Слёзкин

Научный руководитель – Тарабрин Д.Ю., канд. техн. наук, доцент

Электрические сети ПАО «МРСК Центра и Приволжья» являются неидеальными, поэтому при транспортировке электрической энергии возникают потери в каждом из элементов электрической сети. В работе будет рассмотрена система Спасского района.

Для всестороннего исследования объекта в ходе научно-исследовательской работы были поставлены следующие задачи:

- 1) построение схем системы электроснабжения объекта;
- 2) расчёт системы электроснабжения объекта;
- 3) расчёт потерь и отклонения напряжения объекта;
- 4) разработка мероприятий по снижению технологических и коммерческих потерь, а также собственных нужд объекта;
- 5) экономический расчёт целесообразности проведения предложенных мероприятий.

Для постановки проблемы в выбранном районе и решения их, были проанализированы следующие данные:

- 1) поопорные схемы района;
- 2) нормальные схемы района;
- 3) характеристики оборудования подстанций и линий;
- 4) данные о юридических и физических лицах РЭСа.

Данные в работе были изменены для соблюдения коммерческой тайны предприятия.

В ходе работы использовались следующие программные комплексы:

- 1) Abonent32;
- 2) SborAskue;
- 3) MS Visio;
- 4) РТП 3.

По итогам данной работы будет предложен ряд мероприятий по сокращению потерь электрической энергии в Спасском районе, улучшению качества электрической энергии в сетях Спасского РЭСа, а также выявлению проблемных зон (изношенное оборудование, безучетное потребление).

## **ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ**

В.В. Шевлякова

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

Выбор оборудования для цифровой подстанции способствует рассмотрению таких задач, как:

- замена электромагнитных измерительных трансформаторов на оптические;
- замена электромеханической релейной защиты на микропроцессорную;
- замена или установка контроллеров телемеханики, организация каналов связи.

Необходимость перехода с оборудования традиционной подстанции на оборудование цифровой подстанции актуальна в современном обществе и обусловлена:

- повышенными требованиями бесперебойности электроснабжения у всех потребителей;
- ростом спроса на электроэнергию;
- максимальной электровооруженностью потребителей;
- требованиями к сдерживанию роста цен и тарифов.

Цифровая подстанция основана на цифровом первичном и вторичном оборудовании, которое соединяется с помощью протокола связи IEC61850 [1].

На цифровой ПС используются волоконно-оптические кабели для передачи информации и ее обработки [2].

По способу использования оперативного тока трансформаторы делятся на активные трансформаторы и на сухие, пассивные электронные трансформаторы.

По способу применения делятся на трансформаторы (GIS), независимые трансформаторы по структуре (AIS), трансформаторы постоянного тока.

### *Библиографический список*

1. Ковцова И.О. Обработка и передача учетных данных для классических и цифровых электроподстанций. - М.: Прометей, 2016. - 142 с.
2. Тесленок А.И. Современные проблемы в сфере цифровых подстанций. - Н.: РИНЦ, 2018. - 84 с.

## **ГЛОБАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ «УМНОЙ» ЭНЕРГЕТИКИ**

Е.В. Давыдкина

Научный руководитель – Иванов В.С., кандидат технических наук

В докладе рассматриваются различные аспекты реализации подготовленной ПАО «Россети» и представленной в рамках Российского инвестиционного форума в Сочи (РИФ-2019) концепции цифровой трансформации электросетевого комплекса страны.

21.12.2018, генеральным директором ПАО «Россети» П.А. Ливинским была представлена утвержденная в рамках исполнения майских указов Президента РФ Советом директоров ПАО «Россети» концепция, определяющая основные векторы и параметры развития российского электросетевого комплекса. Принятая концепция предполагает значительные изменения путем внедрения цифровых технологий и решений в технологический и корпоративный сектор отрасли.

Для электросетевого комплекса цифровая трансформация означает реализацию следующих основных проектов.

1. Достоверные сквозные данные о потреблении, режимах работы сети и ее элементах в режиме реального времени.
2. Активно-адаптивная сеть.
3. Единая цифровая модель сети (СІМ).
4. Раскрытие потенциала цифровой сети.
5. Перестройка логики процессов управления сетями.
6. Возможность создания новых сервисов.

Среди основных ожидаемых итогов внедрения и реализации утвержденной «Россетями» концепции можно выделить: повышение более чем в полтора раза доступности технологического присоединения к электрическим сетям энергопринимающих устройств заявителей, снижение потерь электроэнергии на 50 % за счет коммерческих потерь, сокращение численности персонала и объемов технического обслуживания и ремонта до 10 %, увеличение продолжительности срока работы электрооборудования на 11 %, что влечет за собой кратное увеличение надежности электроснабжения потребителей.

Лучшие мировые практики цифровой трансформации в электроэнергетике.

1. Технологии цифровой подстанции (МЭК 61850).
2. Интеллектуальные системы учета.
3. «Цифровой электромонтер».
4. Риск-ориентированная модель управления.
5. Интеллектуальные системы управления (ADMS).
6. Автоматизированные системы предиктивного анализа.
7. Кибербезопасность.
8. Цифровые системы автоматизированного проектирования (САПР).

Плановый срок реализации основных этапов концепции цифровой трансформации в России – с 2019 по 2030г.г. с перспективой до 2050г.

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

А.В. Буданцов

Научный руководитель – Сливкин Е.В., ст. преподаватель

Система электроснабжения подразумевает под собой сложную технологическую структуру, которая может обеспечить безопасность и точность в работе информационного оборудования и инженерных систем того или иного построения. Вся структура электроснабжения должна работать при помощи автоматизированной системой безопасности, т.к. вся эта система представляет собой источник особой угрозы.

Для того, чтобы повысить надежность системы электроснабжения, необходимо модернизировать данную систему методом преобразования и переустройства схем электроснабжения при помощи внедрения передовых устройств микропроцессорной техники и проведения процедур обеспечения безопасности электроснабжения [1].

Технические мероприятия по проектированию системы электроснабжения и выполнения таких работ определяются следующим:

- разделение на разные секции главного распределительно щита основного и резервного освещения и пожарных систем;

- использование аккумуляторных источников электричества в цепях блоков питания систем пожарной и охранной сигнализации, использование локальных ИБП для вспомогательного резерва питания всей структуры безопасности;

- установка резервной дизельной электростанции для питания устройств систем безопасности.

Информационная безопасность определяется порядком выполнения существующих технических средств защиты.

- сохранность информации в системах связи, в информационных сетях, на серверах, рабочих станциях и электронно-вычислительных машинах, создающая условия за счет безопасности и надежности электроснабжения.

- предотвращение несанкционированного доступа по цепям питания.

- защита от преднамеренного воздействия по цепям питания [2].

### *Библиографический список*

1. Сибикин Ю. Д., Сибикин М. Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: учеб. пособие. М.: Томск, 2005. 36 с.
2. <http://www.glavsetstroy.ru/articles.php?id=386>.

## МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА РЗАИПА

Ю.Е. Ерохина

Научный руководитель - Верещагин Н.М., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются модернизированные средства защиты и противоаварийной автоматики, которые все активнее внедряются в общую систему автоматизации энергетики.

Появление реле на основе микропроцессорной элементной базы позволило создать малогабаритные и многофункциональные устройства защиты и автоматики с высокой степенью надежности. Разработанные программы, алгоритмы работы и регулирования происходящих процессов закладываются в память микропроцессорного устройства.

При работе в реальном времени блоки МП устройств используют заложенные в память или предварительно обработанные данные временных зависимостей и характеристик в защищаемом элементе.

Отказ от конструкций реле на основе электромеханической и статической элементных баз, которые обладают внушительными размерами, позволил наиболее компактно и удобно размещать оборудование на панелях РЗА. При этом управление этими устройствами посредством сенсорных кнопок и дисплея стало более удобным и наглядным в эксплуатации и обслуживании.

Одно из главных преимуществ устройств защиты и ПА на базе микропроцессорных элементов — их многофункциональность.

Кроме того МП устройства производят измерения основных электрических величин, могут служить более усовершенствованной альтернативой аналоговых измерительных приборов.

Цифровые системы РЗАиПА применяются для генерирующих станций и распределительных подстанций всех уровней напряжения и представляют собой совокупность МП устройств защиты и интеллектуальной системы управления процессами, которые обеспечивают:

- наглядность процесса для обслуживающего персонала, что обеспечивает принятие своевременных мер для предотвращения аварии;
- дистанционное управление, как терминалами релейной защиты, так и первичным оборудованием подстанции;
- постоянную диагностику состояния электрооборудования, позволяющую проводить профилактические противоаварийные работы;
- гибкую логику как в формировании работы с устройствами релейной защиты, так и в эксплуатации системы автоматики;
- регистрацию и сохранение в память величин, участвующих в процессе в предаварийных и аварийных ситуациях для точного послеаварийного анализа причин аварии.

В настоящее время разработка элементной базы микропроцессорных устройств является основным вектором развития релейной защиты. Помимо основной функции — аварийного отключения энергетических систем, МП РЗА имеют дополнительные функции, которые в скором времени могут заменить и другие аналоговые приборы.

## СЕКЦИЯ «МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА»

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИНКА

М.В. Голованова

Научный руководитель – Холомина Т.А., д-р физ.-мат. наук, профессор

Оксид цинка ZnO является широкозонным полупроводниковым соединением типа  $A^{II}B^{VI}$ . Благодаря своим уникальным электрофизическим и пьезоэлектрическим свойствам тонкие пленки оксида цинка ZnO являются перспективным материалом для создания таких устройств микроэлектроники, как тонкопленочные солнечные модули; тонкопленочные полевые транзисторы; газовые сенсоры как резистивного типа, так и сенсоры, работа которых основана на использовании ПАВ (поверхностных акустических волн).

В работе проведен анализ влияния режимов отжига на электрофизические характеристики гетероструктур Me/ZnO/n-Si/Me на основании экспериментальных данных, исследованы механизмы токопереноса в тонких пленках ZnO и построены зонные диаграммы гетероструктур In/ZnO/n-Si и Au/ZnO/n-Si. Высокотемпературный отжиг четырех групп образцов проведен в атмосфере кислорода и инертного газа аргона.

Режимы отжига образцов влияют на электрофизические характеристики тонких пленок ZnO следующим образом: образец группы «1», подвергавшийся отжигу в атмосфере кислорода, загрязненного большим количеством примесных донорных атомов остаточных газов и водорода, обладал наименьшим сопротивлением (0,4 МОм), уровень Ферми в ZnO для образцов этой группы располагался на 0,57 эВ ниже дна зоны проводимости. Образцы группы «2», отжиг которых проводился в атмосфере кислорода, не содержащего примеси, обладали наибольшим сопротивлением (1,43 МОм), уровень Ферми в ZnO для образцов этой группы располагался глубже, чем для образцов других групп. Значения сопротивления образцов групп «3» и «4» близки по величине (1,19 и 0,97 МОм соответственно), однако образцы группы «3» обладали меньшей глубиной локализации уровня Ферми в ZnO, так как были подвергнуты отжигу во влажной кислородной среде.

Основными физическими механизмами переноса носителей заряда в твердых телах являются: токи, ограниченные пространственным зарядом (ТОПЗ); токи, определяемые надбарьерной эмиссией (эффект Ричардсона-Шоттки); объемный механизм, обусловленный эффектом Пула-Френкеля; туннельный эффект (в очень тонких диэлектриках); прыжковая проводимость по примесям в полупроводниках.

Характер прямой и обратной ветвей ВАХ образцов, полученных на контактах In-подложка и построенных в координатах  $\ln J - F^{1/2}/kT$  и  $\ln I - \ln U$ , свидетельствует о том, что возможными механизмами токопереноса в гетероструктуре In/ZnO/n-Si являются объемный механизм, обусловленный эффектом Пула-Френкеля и ТОПЗ.

## **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

К.В. Лариков

Научный руководитель – Мишустин В.Г., канд. физ.-мат. наук, доцент

В работе рассмотрены некоторые актуальные вопросы использования солнечной энергетики, связанные с экологией, экономикой и эффективностью данного направления.

Проблема перехода от традиционных углеводородных источников энергии – дерева, угля, нефти и газа к возобновляемым с каждым годом становится все актуальнее. Кроме традиционной проблемы истощения невозобновляемых источников энергии, существует еще и проблема экологическая, поскольку сжигание углеводородного топлива приводит к большому количеству вредных выбросов в атмосферу, которые обуславливают климатические изменения на планете и ухудшают условия жизни человека. С этой точки зрения использование солнечной энергии несомненно является перспективным путем развития энергетики.

Другой важный вопрос — это экономическая целесообразность использования солнечной энергетики, то есть стоимость вырабатываемой энергии. Цена на электроэнергию, вырабатываемую традиционными источниками энергии, составляет в настоящее время 0.02 – 0.06 € за кВт·ч в зависимости от взаимного расположения генерирующих мощностей и потребителей, используемого топлива и оборудования, законодательной базы и экономической политики государств. Для сравнения: цена электроэнергии, полученной с помощью солнечных электростанций, составляет 0.2 – 0.65 € за кВт·ч. При этом надо учитывать такие ограничения, как зависимость производительности солнечных электростанций от погоды, времени года и времени суток, а также несовпадение максимумов потребления электроэнергии и эффективности солнечных батарей по времени. Таким образом, экономически невыгодно использовать солнечную энергию в традиционных условиях, за исключением удаленных потребителей, не нуждающихся в больших объемах электроэнергии.

Следует указать еще на один аспект использования солнечной энергии, на который нечасто обращают внимание. Традиционно солнечная энергетика является символом «чистой» или «зеленой» энергии, при этом не учитывается огромное количество электроэнергии, необходимой для добычи, очистки и выплавки моно-, поли- и мультикристаллических полупроводников. Кроме того, в процессе производства используются очень токсичные химические соединения, которые требуют тщательной переработки и утилизации. Еще одна проблема – это ограниченный срок службы солнечных элементов из-за быстрой деградации их выходных характеристик. Это в очередной раз поднимает вопрос об эффективности солнечной энергетики с точки зрения как экономики, так и экологии.

## **ВНЕСЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В КОНСТРУКЦИЮ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ**

С.В. Липатова

Научный руководитель – Мишустин В.Г., канд. физ.-мат. наук, доцент

Разрабатываемое устройство предназначено для управления технологическим оборудованием в области нефте- и газодобычи. Его основной функцией является управление количеством и продолжительностью открытий дозирующего клапана для поддержания необходимого расхода ингибитора при его закачке в скважину. Целью работы является внесение изменений и дополнений в конструкцию электронного блока управления (ЭБУ) с учетом результатов испытаний и опытной эксплуатации прототипа устройства.

Печатная плата является основной частью ЭБУ, где размещены программируемый микроконтроллер, электронные компоненты, разъемы и пр. Печатная плата ЭБУ конструктивно размещается во взрывозащищенном корпусе. Основные требования технического задания к ЭБУ: температура окружающей среды в диапазоне  $-60...+50$  °С; напряжение питания ЭБУ  $24 \text{ В} \pm 5 \%$ , максимальный ток не более  $0.9 \text{ А}$ .

При опытной эксплуатации устройства на производстве возникла проблема, связанная с возможностью неправильного подключения нагрузки и системы подогрева к разъемам печатной платы ЭБУ. Это оказалось возможным из-за применения одинаковых разъемов для подключения различных цепей ЭБУ. При возникновении короткого замыкания выходные транзисторы переходят из ключевого режима в активный, в выходной цепи протекают большие токи, транзисторы перегреваются и выходят из строя. Кроме того, возникла потребность в подключении второго датчика давления к ЭБУ для оптимизации работы технологического оборудования.

В результате проведенных работ по перепроектированию ЭБУ были внесены изменения в топологию печатной платы, позволяющие подключение двух независимых датчиков давления к блоку измерения аналоговых сигналов ЭБУ, а также учитывающие использование других электронных компонентов в схеме.

Выходные транзисторы в цепях системы подогрева ЭБУ и нагрузки были заменены на более мощные. Для обеспечения дополнительной защиты они были размещены на алюминиевых радиаторах. Использование радиаторов обеспечивает безопасный режим работы силовых транзисторов в случае короткого замыкания в течение времени, необходимого для срабатывания автоматики и отключения питания устройства.

Для исключения вероятности неправильного подключения ЭБУ к внешним цепям все разъемы выполнены разными по размерам и форме входных отверстий. Это облегчает работу с устройством в реальных условиях с учетом «человеческого фактора».

Работа отдельных узлов схемы ЭБУ была промоделирована в среде MicroCAP. Работоспособность всей схемы с учетом внесенных изменений в конструкцию была проверена с помощью специальной тестовой программы, написанной в среде LabView. Результаты испытаний подтвердили корректность работы разработанной печатной платы электронного блока управления.

# РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ГЛУБОКИХ ЦЕНТРОВ ПО СПЕКТРАМ ТОКОВОЙ РЕЛАКСАЦИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ГЛУБОКИХ УРОВНЕЙ

О.А. Максимов

Научный руководитель – Зубков М.В., канд. техн. наук, доцент

Проблема корректного определения концентрации ГЦ является одной из основных в теории и практике DLTS. Достаточно сказать, что в ряде случаев только на основе изменения концентрации ГЦ при соответствующем изменении режимов технологического процесса судят о влиянии этих центров на параметры полупроводниковых приборов. Однако принятая методика определения концентрации ГЦ нуждается в серьезных коррективах, так как в качестве одного из основных допущений при выводе формул принимают независимость времени релаксации  $\tau$  от электрического поля.

В действительности зависимости  $\tau=f(\varepsilon)$  наблюдаются для дискретных уровней в диодах Шоттки,  $n^+$ -р переходах, МДП структурах на кремнии, а также в гетеропереходах Si-ХСП в виде характерного сдвига максимума DLTS сигнала в сторону повышения температуры с увеличением  $\varepsilon$ . Причем интерпретация полученных кривых возможна лишь с позиций теоретических представлений о резонансной релаксации заряда в физических барьерных слоях. Принимая это во внимание, при работе не в резонансном режиме ( $V < V_{рез}$ ) можно получить заниженные данные по концентрации ГЦ (особенно для высокоомных полупроводников). Кроме того, предложенная методика основана на более точном определении активной части ОПЗ, что позволяет повысить точность определения концентрации ГЦ.

Было произведено моделирование спектров DLTS реальных полупроводниковых структур с целью определения концентрации глубоких центров. Использовалась структура с диффузионным профилем распределения примеси. Полученные значения концентрации ГЦ соответствуют данным, которые были определены при проведении реальных экспериментов.

Метод отличается повышенной скоростью измерений и точностью на уровне современных аналогов. Применение данного способа определения концентрации глубоких центров сокращает время исследования в несколько раз. Погрешность при измерении концентрации ГЦ составляет не более 10 %.

## *Библиографический список*

1. Гудзев В.В., Зубков М.В., Литвинов В.Г. Особенности определения ионизации равномерно распределенных дефектов в полупроводниковых барьерных структурах. ISSN 1995–4565 // Вестник РГРТУ. № 2 (вып. 40). – Рязань, 2012. –С. 75–79.

2. Гудзев В.В., Зубков М.В., Кусакин Д.С., Литвинов В.Г. Способ определения ионизации равномерно распределенных дефектов с глубокими уровнями в полупроводниковых барьерных структурах с неоднородным легированием базы. ISSN 1995–4565 // Вестник РГРТУ. № 2 (вып. 52). – Рязань, 2015. –С. 163–168.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКИХ СЛОЁВ $Al_2O_3$ , ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МЕМРИСТОРНЫХ СТРУКТУР**

Д.В. Степанов

Научный руководитель – Рыбин Н.Б., канд. физ.-мат.наук, доцент

Развитие микро- и наноэлектроники обуславливает развитие информационных технологий, которые требуют создания быстродействующих устройств чтения, обработки и записи информации. Разработка устройств на основе нейроморфной архитектуры представляет большой интерес в связи с оптимизацией обработки информации по сравнению с классическими на данный момент цифровыми принципами, применяемыми в машине фон Неймана. Элементарной ячейкой такой нейроморфной структуры является мемристор - (англ. memristor, от memory - память, и resistor - электрическое сопротивление) - пассивный элемент, способный изменять своё сопротивление в зависимости от протекающего через него заряда.

В настоящее время мемристорный эффект был получен на большом количестве структур. Наибольший интерес представляют структуры на основе широко распространённых элементов с низкой стоимостью, которые в перспективе позволят создать дешёвый и технологичный мемристор со стабильными характеристиками.

Эксперимент проводился на структуре Au-Ta- $Al_2O_3$ -Cr, полученной на кремниевой подложке методом атомно-слоевого осаждения (ALD).

Экспериментальное исследование структуры проводилось несколькими методами. Первый метод заключался в анализе поверхности структуры с помощью растрового электронного микроскопа JEOL JSM-6610 и анализа химического состава поверхности с помощью энергодисперсионного анализатора X-MAX (Oxford Instruments). Второй заключался в исследовании структуры электрофизическими методами путем снятия вольт-амперных характеристик. Исследования проводились с помощью пикоамперметра/источника питания Keithley 6487 в измерительной ячейке КИ-2.

В результате исследований первым методом была получена информация о качестве поверхности исследуемой структуры и её элементном составе. Были выявлены повреждения ряда структур как механического, так и химического характера.

В результате исследований электрофизическими методами были получены вольтамперные характеристики структур. При определённых условиях ( $U_{max} = 5,2$  В) наблюдался эффект переключения структуры из высокоомного (HRS) в низкоомное (LRS) состояние и при  $U_{min} = -3,5$  В из низкоомного в высокоомное.

Таким образом, было показано, что структура Au-Ta- $Al_2O_3$ -Cr обладает выраженным мемристивным эффектом, однако вопрос о механизмах переключения остаётся открытым.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ НАНОСТРУКТУРЫ ZnSe/CdSe С КВАНТОВЫМИ ТОЧКАМИ

Е.П. Трусков

Научный руководитель – Литвинов В.Г., к.ф.-м.н., доцент

Работа посвящена вопросам, связанным с исследованием спектров фотолюминесценции полупроводниковых квантово-размерных гетероструктур. В работе проводились исследования фотолюминесценции гетероструктуры с самоорганизованными квантовыми точками ZnSe/CdSe, выращенной методом молекулярно-лучевой эпитаксии, с целью изучения особенностей формирования квантовых точек CdSe. В качестве подложки использовалась полупроводниковая гетероструктура GaAs с кристаллографической ориентацией (100). Вначале на подложке выращивался буферный слой ZnSe толщиной 500 нм. Затем происходило формирование смачивающего слоя  $Zn_xCd_{1-x}Se$  и зарождение квантовых точек CdSe по механизму Странского – Крастанова. При этом происходит формирование квантовых точек двух видов, отличающихся размерами и содержанием Cd, что влияет на их люминесценцию.

Для исследования фотолюминесценции использовался измерительно-аналитический комплекс, содержащий:

- монохроматор МДР-2 Ломо;
- персональный компьютер (ПК) с программным обеспечением на языке графического программирования LabVIEW;
- плата сбора данных NI PCI-6251 (АЦП и ЦАП);
- терминальный блок BNC-2120;
- фотоэлектронный умножитель в качестве детектора оптического излучения;
- измерительная ячейка (интегрирована в гелиевый криостат замкнутого цикла Janis CCS400/204N);
- оптический конденсор;
- фиолетовый полупроводниковый лазер в качестве источника первичного излучения.

Измерения производились при различных температурах в диапазоне 10 – 300 К.

В ходе исследования были получены спектры фотолюминесценции исследуемой структуры. Так как чувствительность фотодетектора не линейна, то выполнялась калибровка по интенсивности излучения. После калибровки получались спектры фотолюминесценции. На данных спектрах имелось два ярко выраженных пика. Первый пик имел максимум вблизи длины волны 630 нм с шириной на полувысоте 20 нм. Второй пик расположен вблизи длины волны 575 нм с шириной на полувысоте 30 нм.

В ходе исследования было подтверждено, что в процессе выращивания гетероструктуры ZnSe/CdSe происходит формирование квантовых точек различного размера, о чем свидетельствуют несколько пиков фотолюминесценции. Различные размеры квантовых точек связаны с разным содержанием Cd в квантовых точках.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ SCALE-SPACE К ИССЛЕДОВАНИЮ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

Д.Ю. Трынов

Научный руководитель – Рыбина Н.В., к.ф.-м.н., доц. каф. МНЭЛ

В данной работе описывается метод Scale-Space DFA для исследования корреляционных свойств поверхностей. Метод Scale-Space DFA применяется для получения информации о материалах по изображениям поверхностей.

В результате развития метода Scale-Space была продемонстрирована его работоспособность для двумерного случая.

Методика исследования поверхностей материалов с помощью Scale-Space заключается в следующем:

- 1) получение изображения рельефа поверхности с помощью методов зондовой микроскопии;
- 2) обработка изображения поверхности методом Scale-Space;
- 3) построение флуктуационных функций.

Обработка изображения поверхности заключается в его разложении по масштабам в базисе функции Лапласиана, т.е. при различной степени сглаживания. Это позволяет рассматривать особенности поверхности (корреляционные векторы) в низкочастотных и высокочастотных областях.

Построение флуктуационных функций при различных масштабах позволяет определить значения скейлингового показателя и корреляционного вектора, на основании которых можно получить необходимую информацию о структуре поверхности.

Работоспособность метода проверялась на модельных поверхностях «Квадраты» с периодом 115 нм и «Конусы» с периодом 250 нм. Также на данные модельные поверхности накладывался белый гауссовский шум. Обрабатывались изображения поверхностей без и с белым гауссовским шумом.

После обработки методом Scale-Space были построены зависимости флуктуационной функции от масштаба для данных исследуемых поверхностей. На каждом графике флуктуационной функции наблюдается один перегиб на кривой. Этот перегиб соответствует корреляционному вектору поверхности. Корреляционный вектор является периодом поверхности.

Значение корреляционного вектора по зависимости флуктуационной функции от масштаба для поверхности «Квадраты» без белого гауссовского шума составило 117 нм, с белым гауссовским шумом - 120 нм. Это близко к истинному значению периода поверхности (115 нм).

Для поверхности «Конусы» без шума корреляционный вектор составил 257 нм, с шумом – 260 нм. Истинное значение периода – 250 нм.

Это показывает, что метод Scale-Space с высокой точностью определяет корреляционный вектор поверхностей, на который наложен белый гауссовский шум.

Представлены результаты исследования модельных поверхностей «Квадраты» и «Конусы» с белым гауссовским шумом методом Scale-Space. Показано, что данная методика позволяет оценивать структурную сложность поверхностей и с высокой точностью определять корреляционный вектор поверхности.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЛУБОКИХ УРОВНЕЙ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРЕМНИЕВЫХ БАРЬЕРНЫХ СТРУКТУР

А.С.Тюшин

Научный руководитель – Гудзев В.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

Представлены результаты анализа влияния глубоких уровней (ГУ) на электрофизические свойства кремниевых барьерных структур. Рассматриваемыми структурами являлись диоды Шоттки типа Al/n-Si и PtSi/n-Si, а также биполярные транзисторы.

Для диодов Шоттки типа Al/n-Si на основе теории Шокли-Холла-Рида [1] получена зависимость генерационной составляющей обратного тока барьерного перехода от присутствия ГУ в структуре и их основных параметров, таких как энергии ионизации и концентрации глубоких центров (ГЦ). Показано, что с увеличением концентрации ГЦ генерационная составляющая обратного тока растет. Сделан вывод о связи между различными операциями травления и отжига и наличием ГУ в структуре.

Для образцов типа PtSi/n-Si проведены аналогичные расчеты. Показано, что величина потенциального барьера не зависит от присутствия ГУ в структуре. Также показано, что с ростом концентрации ГЦ в структуре наблюдался рост генерационной составляющей обратного тока [2].

Для биполярных транзисторов (БТ) проведен расчет основных параметров БТ в зависимости от различной концентрации ГЦ в структуре. Различное содержание ГЦ объясняется различной степенью травливания слоя окисла. Представлены результаты расчета таких параметров, как время жизни носителей заряда  $\tau$  в базе БТ, коэффициент передачи тока эмиттера  $\alpha$  и коэффициент передачи тока базы  $\beta$ . Установлена связь между параметрами ГУ, содержащихся в структуре, и перечисленными параметрами БТ. С ростом концентрации ГУ наблюдается уменьшение значения коэффициентов  $\alpha$  и  $\beta$ , что связано с рекомбинационной ролью ГУ в структуре. В соответствии с результатами работы подготовлен ряд выводов.

## *Библиографический список*

1. Маллер Р., Кейминс Т. Элементы интегральных схем: пер. с англ. М.: Мир, 1989. 630 с.
2. Гудзев В. В. Исследование глубоких энергетических уровней в барьерных структурах на основе кристаллического и аморфного гидрогенизированного кремния: дис. на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, Рязань, 2015. 168 с.

## СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМЕШАННОГО ЭКСТРАГЕНТА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

А.А.Жорниченко

Научный руководитель – Ларькин А.В., канд. техн. наук, ст. преподаватель

В целях экстрагирования низкомолекулярной ароматической группы (а именно бензола, толуола и сольвента) из каталитического риформата в нефтеперерабатывающей промышленности применяется процесс экстракции при помощи разнообразных экстрагентов [1].

Как следствие, выбранный экстрагент должен удовлетворять ряду экологических, экономических, а главное промышленно-технологических требований, которые полностью будут оправдывать целесообразность и рациональность его применения на производстве. Идеального экстрагента, к сожалению, на данный момент просто не существует.

На отечественном производстве наиболее распространенными экстрагентами для технологических процессов в промышленных масштабах являются ТЭГ и ДЭГ [2–5].

При проведении процесса экстракции, при высоких коэффициентах растворитель/сырьё и высоких температурах, выявляется проблема увеличения затрат на производство индивидуальных ароматических углеводородов. Решением этой проблемы может стать использование смешанных растворителей, к тому же отпадает необходимость реконструкции промышленных комплексов под смешанный тип экстрагента, что является большим экономическим преимуществом [6].

Основной целью проделанного исследования стало нахождение оптимального соотношения смешанного экстрагента для последующего его использования в извлечении наибольшего количества ароматических углеводородов из стабильного катализата, с получением высоких показателей содержания ароматики в экстракте и отсутствием ее в бензине-отгоне (рафинате). В исследовании использовалась фракция астраханского газового катализата с н.к – 62 °С и к.к. – 180 °С, при этом общее содержание ароматических углеводородов в сырье составляло 35% мас. Растворителем в исследовании выступил триэтиленгликоль(ТЭГ) в смеси с N-метилпирролидоном(НМП). При выборе растворителя решающим фактором стало свойство последнего увеличивать растворяющие и селективные способности ТЭГа извлекать ароматику из сырья [7].

#### *Библиографический список*

1. Ахназарова С. Л., Кафаров В. В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. — М.: Высшая школа, 1985. — 327 с.
2. Гайле А. А., Сомов В. Е., Залищевский Г. Д. и др. Разработка и совершенствование экстракционных и комбинированных процессов разделения и очистки нефтепродуктов // Нефтехимия. — 2007. — Т. 47. — № — С. 314–317.

3. Козин В. Г., Мухамадиев А. А. Экстракция ароматических углеводов смешанным растворителем // Химия и технология топлив и масел. — 2002. — № 2. — С. 28–31.

4. Гайле А. А., Сомов В. Е., Варшавский О. М. Ароматические углеводороды: Выделение, применение, рынок: справочник. — СПб.: Химиздат, 2000. — 544 с.

5. Гайле А. А., Залищевский Г. Д., Гафур Н. Н. и др. Выделение ароматических углеводородов из риформата // Химия и технология топлив и масел. — 2004. — № 3. — С. 10–13.

6. Соколов В. З., Харлампович Г. Д. Производство и использование ароматических углеводородов. — М.: Химия, 1980. — 336 с.

7. Гайле А. А., Сомов В. Е., Залищевский Г. Д. Селективные растворители. Разделение и очистка углеводородсодержащего сырья. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2008. — 736 с.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ ЩЕЛОЧНОЙ ОЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ И ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ**

Я.Э. Лебедев, А.В. Пыриков, А.А. Гришина

Научный руководитель – Шуварилова Т.П., ст. преподаватель

В связи с ужесточением общеевропейских стандартов к технологическим выбросам при сжигании моторных топлив важнейшей задачей НПЗ России является переход на производство экологически чистых моторных и котельных топлив.

Сжигание топлива приводит к загрязнению окружающей среды, что ухудшает экологическую обстановку.

В нефтяных остатках сосредоточены следующие соединения серы: сероводород, меркаптаны, сульфиды, тиофены и еще ряд структур с более сложным строением.

Очистке щелочными реагентами от сероводорода в настоящее время подвергают только бензины и керосины.

Поэтому нами предлагается вариант щелочной очистки тяжелых нефтяных остатков и котельных топлив.

В лаборатории был выполнен ряд испытаний, результаты которых приведены в таблице.

Результаты лабораторных испытаний

Вид топлива	Концентрация NaOH, %	Температура, °С	Время перемешивания, мин	Содержание серы, %	
				до очистки	после очистки
Мазут топочный	10	60	5	2,5059	2,3978
Мазут топочный	15	60	5	2,5059	2,2463
Мазут топочный	20	80	20	2,5059	1,7154

Результаты испытаний в лабораторных условиях показывают возможность снизить содержание серы в тяжелых нефтяных остатках и топочном мазуте с 2,5 % до 1,72 %, т.е. почти в 1,5 раза.

При сгорании мазута с содержанием серы 2,51% в атмосферу выделяется 21 кг/ (т мазута) диоксида серы  $SO_2$ . При сгорании же мазута после щелочной очистки с содержанием серы 1,72% будет выделено 14,22 кг/ (т мазута).

После обработки щёлочью необходимо осуществить промывку водой для удаления щелочи до нейтральной среды. Нижний водный слой отстаивают и удаляют в условиях лабораторий из делительной воронки.

В промышленных условиях это может быть отстой и дренирование в резервуарах. Дренажная вода, содержащая тиолы, меркаптиды натрия и другие серосодержащие соединения, поступает на установку гидроочистки промышленной воды для гидроочистки от сульфидов. При поступлении в центр биологической очистки происходит удаление сульфатных серосодержащих соединений микроорганизмами.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РЕГЕНЕРАЦИИ ЦЕОЛИТОВ**

А.С. Самойлов, П.А. Фокин

Научный руководитель - Коваленко В.В., зав. каф., канд. техн. наук

Установка изомеризации предназначена для переработки пентангексановой фракции в высокооктановый компонент товарного автобензина по лицензированной технологии низкотемпературной изомеризации «ИЗОМАЛК-2». Процесс осуществляется в среде водородсодержащего газа на сильнокислотном платиновом катализаторе СИ-2. Кислотность катализатора обеспечивается сульфат-группой, привитой на матрице из оксидов циркония и алюминия. Данный катализатор позволяет вести процесс при температурах 130-180 °С, что в соответствии с принятой в современном мире классификацией относит его к низкотемпературным.

Важное значение для сохранения активности и селективности катализатора изомеризации СИ-2 имеет поддержание низкой влажности в системе.

Адсорберы 02-К-5 А, Б (В, Г) предназначены для осушки циркулирующего водородсодержащего газа в процессе изомеризации и сушки циркулирующей азотно-кислородной смеси при регенерации и активации катализатора изомеризации СИ-2 до содержания влаги не более 5 ppm об. Осушка проводится на адсорбенте NaX.

По мере насыщения цеолитов влагой осушители поочередно переключаются на регенерацию с включением в работу резервного осушителя.

Процесс регенерации адсорбента в колоннах 02-К-5А-Г заключается в отпарке поглощенной влаги и углеводородов при помощи нагрева адсорбента до температуры испарения компонентов, поглощенных ранее адсорбентом.

Во время работы установки регенерацию цеолитов проводят водородсодержащим газом «на проток».

При условии соблюдения требований к содержанию влаги в сырье и свежем ВСГ регенерация адсорбента производится 1 раз в 2 месяца.

Свежий водородсодержащий газ из сепаратора 03-С-9 нагревается в межтрубном пространстве теплообменника 02-Т-9, электронагревателе 02-ЭН-1, затем поступает в адсорбер-осушитель 02-К-5А÷Г.

В адсорбере 02-К-5А÷Г водородсодержащий газ проходит слой адсорбента сверху вниз, десорбируя влагу.

При проведении регенерации цеолитов на водородсодержащем газе происходят безвозвратные потери большого количества ВСГ – около 1500000 нм<sup>3</sup>/год. С целью оптимизации данного процесса были рассмотрены несколько схем:

- сброс водородсодержащего газа на факел;
- проведение регенерации цеолитов при циркуляции ВСГ (для реализации необходимо лишь обеспечить схему подпиткой свежего водорода, со сбросом минимального количества ВСГ на факел, для поддержания давления в системе);
- циркуляция ВСГ со сбросом избытка на факел.

Данные схемы исключают безвозвратные потери водорода, что сэкономит около 6,5 млн. руб./год. Для реализации проекта нет необходимости внедрения нового оборудования.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ БЛОКА ОЧИСТКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО ГАЗА НА УСТАНОВКЕ Л-24-600 АО «РНПК»**

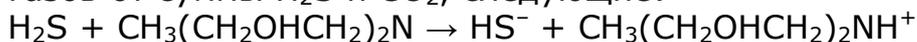
Е.Ю. Ларькина

Научный руководитель – Шуварилова Т.П., старший преподаватель

Сероводород и углекислый газ – одни из наиболее распространенных «загрязнителей» как углеводородного сырья, так и продуктов нефтепереработки. Ввиду их большого коррозионного влияния на стальные трубопроводы и оборудование установок их необходимо удалять из нефтепродуктов с целью дальнейшего использования. В частности, речь пойдет об углеводородном газе как топливе для собственных нужд нефтеперерабатывающих предприятий.

Удаление кислых газов водными растворами аминов – часто встречающийся метод. Процесс представляет собой химическую абсорбцию кислых газов водным раствором метилдиэтаноламина (МДЭА).

Основные реакции, протекающие при аминовой очистке углеводородных газов от суммы H<sub>2</sub>S и CO<sub>2</sub>, следующие:



Повышение качества углеводородного газа, а именно снижение количества сероводорода в нём до 0,01% масс. и менее, даст возможность применять его в топливной системе.

В настоящее время на АО «РНПК» применяется технология аминовой очистки углеводородного газа на установке гидроочистки дизельного топлива Л-24-600. Требование техрегламента установки – содержание H<sub>2</sub>S не более 0,05% масс. в очищенном газе.

В связи с изменением характеристик регенерированного раствора метилдиэтаноламина, подаваемого на очистку, и увеличением суммарного

расхода углеводородного газа необходим поверочный расчет колонны-абсорбера К-201 на существующие условия.

На начальном этапе был произведен расчет минимального расхода абсорбента исходя из материального баланса абсорбера, заданной степени очистки газа и принимаемой степени насыщения раствора МДЭА сероводородом (коррозионным фактором) – он равен 3,9 м<sup>3</sup>/ч. Исходя из полученного значения был произведен технологический расчет материального баланса абсорбера и технологического режима колонны. Как показал расчет, для достижения очистки углеводородного газа от сероводорода до уровня 0,08% об. требуется не менее 7,8 м<sup>3</sup>/ч регенерированного раствора МДЭА.

Далее необходимо выполнить гидравлический расчет клапанных тарелок с переливами для проверки работы абсорбера при расходе регенерированного МДЭА 7,8 м<sup>3</sup>/ч. Она необходима для того, чтобы убедиться, что внутренние устройства колонны работают в гидродинамически устойчивой зоне нагрузок по пару и жидкости, т.е. в области оптимального к.п.д. тарелки.

## СЕКЦИЯ «АВТОМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ»

### ЦИФРОВОЙ ЗСУР-РЕГУЛЯТОР ДЛЯ НЕЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ В ВИДЕ КОНИЧЕСКОГО РЕЗЕРВУАРА

О.Н. Буркина

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

Благодаря большим достоинствам в настоящее время актуальной задачей является синтез нелинейного цифрового управления. Для дискретизации непрерывных систем применение находит простая эмуляция, которая дает положительные результаты лишь при малых периодах дискретизации  $T$ . Однако в этом случае с увеличением  $T$  исчезают многие свойства непрерывного ЗСУР регулятора. В [1] рассмотрено решение этой проблемы, связанное с использованием методики согласования управления/функции Ляпунова для нелинейного объекта первого порядка, так как она восстанавливает утраченные свойства непрерывного регулятора, позволяет увеличить период дискретизации  $T$ , и в результате дискретная реализация становится более близкой к непрерывной реализации.

В докладе предлагается цифровая реализация ЗСУР регулятора для нелинейного объекта в виде конического резервуара в контексте согласования управления/функции Ляпунова. В результате использования расширенной параметризации находим дискретный эквивалент уравнения нелинейного объекта, который представляется в виде разностного уравнения разложения, описываемого с помощью оператора Ли. После чего приравниваем разность функций Ляпунова для дискретного эквивалента и интеграл от производной функции Ляпунова для непрерывного закона управления и находим уравнение, которое определяет цифровой закон управления до  $m$  приближений в  $T$ .

В качестве примера рассмотрен нелинейный объект в виде конического резервуара, описываемый уравнением

$$\dot{x} = \frac{-c_p \sqrt{2gx(t)}}{\frac{\pi R^2 x^2(t)}{H^2}} + \frac{1}{\frac{\pi R^2 x^2(t)}{H^2}} u(t),$$

где для реальной модели управления параметры принимают значения  $c_p = 0.05 \text{ м}^2$ ,  $g = 9.81 \text{ м/с}^2$ ,  $R = 1 \text{ м}$ ,  $H = 2 \text{ м}$ . Для анализа качества используемого метода вычислена интегральная абсолютная ошибка между выходом непрерывной и цифровой системы для трех порядков приближения  $m$  при различных периодах дискретизации  $T$  (см. таблицу).

## Вычисление интегральной абсолютной ошибки

Порядок приближения $m$	Период дискретизации $T$		
	$T=0.01c$	$T=0.1c$	$T=0.3c$
$m=0$	$J=0.004092$	$J=0.0478$	$J=0.1599$
$m=1$	$J=0.001032$	$J=0.02078$	$J=0.0876$
$m=2$	$J=0.000867$ 9	$J=0.01084$	$J=0.07307$

1. Бобиков А.И., Галкина Е.А. Цифровой ЗСУР-регулятор для нелинейного объекта управления // Материалы МНПК. Сочи, 2016.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ PARALLEL COMPUTING TOOLBOX СИСТЕМЫ MATLAB

Н.А. Афонина

Научный руководитель – Шубин Н.Ю., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются возможности распределенных вычислений в системе Matlab. Многие задачи в современном мире требуют вычислений с большим количеством операций, которые занимают значительное время. Существует способ увеличить скорость вычислений, применяя несколько вычислительных устройств, работающих совместно. Такой подход носит название распределенных вычислений.

Компания MathWorks разработала приложения Parallel Computing Toolbox (PCT) и MATLAB Distributed Computing Engine (MDCE) [1] для создания параллельных и распределенных программ. Пакет расширения PCT позволяет запускать параллельные программы на многопроцессорных или многоядерных компьютерах, используя локальный планировщик. При запуске параллельных программ на кластере нужно установить оба пакета расширения на каждом узле кластера и настроить MDCE.

Разработанный модуль рассчитан на работу с алгоритмами обработки изображений, которые имеют в своей структуре инициализатор алгоритма `init`, задающий начальные значения всех параметров, и функцию `next`, реализующую выполнение обработки отдельного кадра. В качестве примера эксперимента используется модуль для выделения движущихся объектов на основе метода сопоставления с эталоном. Результатом работы данного модуля является массив данных, содержащий координаты положения объекта для каждого кадра видеопоследовательности и нормированную ошибку измерения координат.

Для анализа качества параллельного алгоритма применяют такие показатели, как ускорение и эффективность [2]. Ускорение параллельного алгоритма определяется как отношение времени выполнения задачи на одном ядре ко времени выполнения на  $p$  ядрах. Эффективность параллельного алгоритма – это отношение ускорения к числу ядер, на которых это ускорение было получено. Эффективность идеального параллельного алгоритма равна 1. Однако на практике таких результатов достичь не удастся.

В докладе рассматривается настройка кластера, а также производится анализ разработанного алгоритма. Полученные результаты позволяют сделать вывод: с увеличением количества вычислителей эффективность параллельного алгоритма падает. Несмотря на это использование параллельных вычислений обеспечивает значительный прирост скорости выполнения параллельных программ.

#### *Библиографический список*

1. Оленев Н.Н., Печенкин Р.В., Чернецов А.М.. Параллельное программирование в MatLab и его приложения. – М.: ВЦ РАН, 2007. – 120 с.
2. Антонов А. Под законом Амдала // Компьютерра. — 11.02.2002. — № 430.

### **ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ АЛГОРИТМА ИЗМЕРЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТОВ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

А.Д. Коньков

Научный руководитель – Смирнов С.А., канд. техн. наук

На данный момент существует множество алгоритмов измерения координат объектов, используемых в бортовых системах технического зрения. Применение каждого алгоритма целесообразно только в определенных фоноцелевых условиях. Изменение условий наблюдения приводит к неудовлетворительной работе алгоритмов. Для повышения точности и надежности систем видеослежения необходимо анализировать работоспособность алгоритмов непосредственно во время процесса слежения за объектом. Такой анализ позволяет проинформировать человека о неработоспособности выбранного алгоритма, или автоматически заменять его на другой алгоритм, не дожидаясь срыва слежения. В качестве индикаторов эффективности алгоритма измерения координат можно рассматривать признаки работоспособности (ПР) [1].

Первый ПР, позволяющий оценить работоспособность алгоритма измерения координат на основе разностной критериальной функции, основан на вычислении меры статистического различия объекта и фона. Если  $\hat{P}(X|O)$  – гистограмма яркости изображения в области  $H$ , ограничивающей объект,  $\hat{P}(X|\Phi)$  – гистограмма яркости изображения в окрестности множества  $H$ , то меру статистического различия объекта и фона можно вычислить при помощи критерия Крамера-фон Мизеса [2]:

$$KF_1 = \sum_X \left\{ \hat{P}(X|\Phi) - \hat{P}(X|O) \right\}^2. \quad (1)$$

В качестве еще одного ПР может использоваться энтропия:

$$\hat{H} = - \sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^M \hat{P}(x,y) \log_2 \hat{P}(x,y), \quad (2)$$

где  $\hat{P}(x,y)$  – совместная яркостно-градиентная гистограмма;

$N, M$  – число разрядов гистограммы по яркости и по градиенту соответственно.

Исследования разработанных ПР проводились на десяти видеосюжетах. В ходе экспериментов сюжеты зашумлялись гауссовским шумом. Исследования показали, что можно подобрать ПР, позволяющий оценить работоспособность алгоритма на основе разностной критериальной функции в текущих условиях наблюдения.

#### *Библиографический список*

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Смирнов С.А. Автоматическое слежение за объектами при отсутствии априорных сведений о фоноцелевой обстановке // Цифровая обработка сигналов. – 2009. – №3. – С. 52 -56.

2. Кобзарь А.И., Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.:ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРИМАЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТА В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

А.А. Федичкин

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

Одной из важных и в тоже время сложных задач, решаемых в современных системах технического зрения, является задача сопровождения движущегося объекта в последовательности изображений [1, 2]. Правильность ее решения во многом определяется точностью работы алгоритма определения координат объекта на изображении. Выбор конкретного алгоритма ограничен необходимостью учета следующих основных особенностей указанной задачи:

1) наличие на изображениях сложного, неоднородного фона сильно затрудняет обнаружение и оценку параметров объекта, особенно при слабых контрастах и малых отношениях сигнал-шум;

2) малый объем или полное отсутствие априорных сведений об объекте (из-за огромного разнообразия всевозможных объектов) сильно затрудняет разработку алгоритма отделения потенциального объекта от фона;

3) жесткие ограничения на время обработки текущего кадра.

Выбранный алгоритм должен быть, с одной стороны, достаточно совершенным, чтобы учесть как можно больше возможных ситуаций, с другой стороны, достаточно простым, чтобы допускать возможность его реализации в реальном масштабе времени.

Наибольшее распространение в качестве функции сходства получила нормированная взаимная корреляционная функция:

$$F_1(\gamma, \mu) = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M \left| g \left[ i + \gamma - \frac{M}{2}, j + \mu - \frac{M}{2} \right] \cdot h[i, j] \right|}{\sqrt{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M g^2 \left[ i + \gamma - \frac{M}{2}, j + \mu - \frac{M}{2} \right]} \sqrt{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M h^2[i, j]}}$$

Важным вопросом при использовании корреляционно-экстремального алгоритма является обновление эталонного изображения объекта. Для этого использовался алгоритм межкадрового сглаживания.

$$h_n[i, j] = \beta \cdot h_{n-1}[i, j] + (1 - \beta) \cdot g_n[i + \gamma^*, j + \mu^*]$$

#### *Библиографический список*

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.

3. Алпатов Б.А., Селяев А.А. Методы адаптации эталонного изображения объекта в корреляционных следящих устройствах // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2004. № 14. С. 37-40.

## **СЕКЦИЯ «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ»**

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ЧЕРЕЗ ВОЗДУШНЫЙ ЗАЗОР С ПОМОЩЬЮ БИПОЛЯРНЫХ ИМПУЛЬСОВ**

Т.А. Абдыев

Научный руководитель – Карасев В.В., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматриваются способы передачи данных через воздушный зазор с помощью биполярных сигналов и некоторые устройства передачи данных на основе воздушного трансформатора. Целью исследования является поиск способа улучшения одной из качественных характеристик устройств бесконтактной передачи данных – помехозащищенности.

В бесконтактных устройствах существует два наиболее распространенных способа передачи: с использованием радиоканала и передача через ИСК [1].

Измерительные системы, использующие радиоканалы, называются радиотелеметрическими. Важными достоинствами таких систем являются многоканальность и возможность использовать как временное, так и частотное разделение каналов. Серьезным недостатком таких систем является структурная избыточность, связанная, в частности, с использованием радиоканала, содержащего радиопередатчик, радиоприемник и антенны.

Передача через индуктивно связанные контуры (ИСК) реализуется с помощью воздушного трансформатора. Такие устройства связи обладают достаточной широкополосностью, более просты по сравнению с радиотелеметрическими системами благодаря отсутствию радиопередаточной и радиоприемной аппаратуры. Воздушные вращающиеся трансформаторы не содержат магнитных сердечников, что существенно упрощает и облегчает конструкцию и расширяет область их применения. К достоинствам воздушного трансформатора необходимо отнести слабую зависимость качества передачи от состояния окружающей среды, а при соответствующей конструкции - от механических нагрузок.

Первое рассматриваемое устройство – на основе воздушного трансформатора, осуществляющее передачу сигналов в импульсной форме. В этом случае выходным сигналом является переходная характеристика ИСК. При передаче сигналов в импульсной форме решение о том, что было передано – 0 или 1, принимается на приёмной стороне по первой полуволне реакции ИСК чаще всего пороговым методом с порогом 0.5 от амплитуды полуволны. Также есть возможность передачи данных с помощью ИСК, возбуждаемых прямоугольными импульсами большой длительности, когда на каждый фронт (скачок) формируется реакция соответствующей полярности [2]. Одним из существенных недостатков этого устройства является относительно небольшая помехозащищенность.

Другой вариант устройства, работающего по схожему принципу, использует сложный сигнал (состоящий из прямоугольного импульса и продифференцированной второй полуволны реакции ИСК на этот сигнал). Для формирования биполярного сигнала, обеспечивающего достижение технического результата, заключающегося в повышении помехозащищенности, необходимо возбуждать первичный контур ИСК-сигналами от двух форми-

рователей: формирователя возбуждения короткими импульсами и формирователя возбуждения масштабированными импульсами. Наличие биполярного сигнала на выходе связанных контуров будет соответствовать логической единице в этом разряде кода данных, а его отсутствие - логическому нулю [3]. Недостатки устройства – сложная структура и относительно высокая длительность сложных сигналов.

Предлагаемое в данном исследовании устройство использует сложные биполярные сигналы, длительность которых меньше сигналов, используемых во втором рассмотренном устройстве. Это решение позволяет добиться более высокой помехозащищенности сигналов, чем в приведенных выше устройствах. Схема устройства представлена на рисунке.

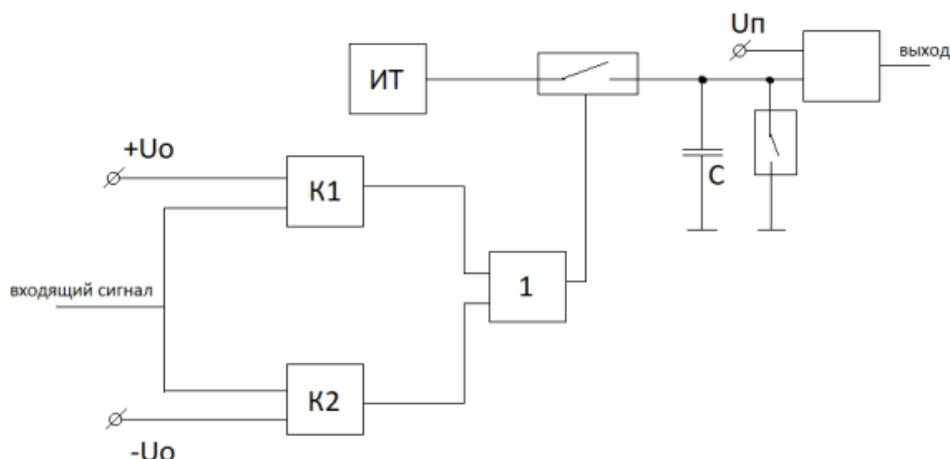


Схема предлагаемого устройства

#### 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. Авторское свидетельство СССР № 1180949, кл. G 08 C 19/16, 1985, БИ № 35.
3. Зилотова М.А., Карасев В.В., Николаева А.В. Способ формирования биполярных сигналов для передачи данных через воздушный зазор и устройство для его осуществления. Патент РФ № 2566949. Бюл. № 30, 2015.

## РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧАСТОТНЫХ ДАТЧИКОВ

А.А. Антонов

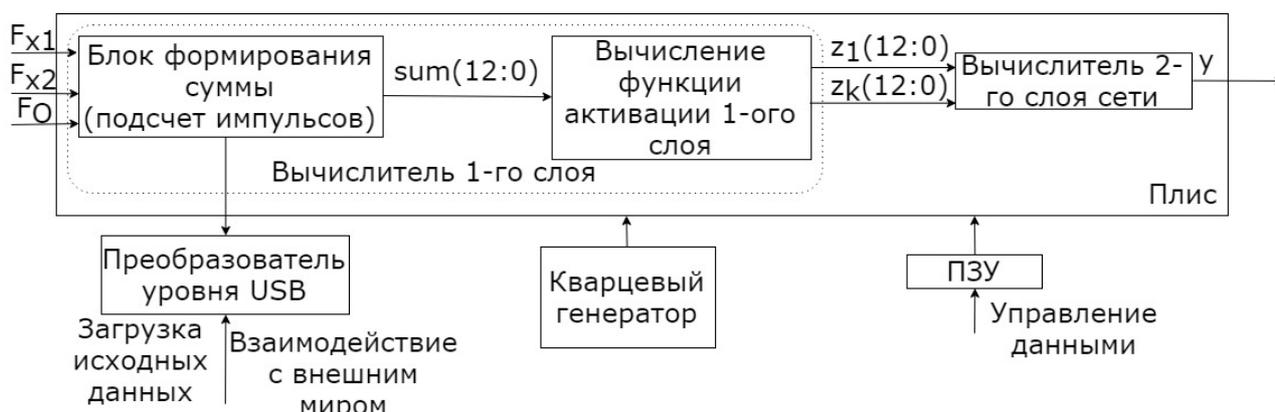
Научный руководитель – Челебаев С.В., канд. техн. наук, доцент

Актуальность данной работы заключается в необходимости воспроизведения функций двух и большего числа переменных. Обычно такая задача возникает при решении баллистических и навигационных задач, задач управления и контроля движущимися объектами, различными технологическими процессами, а также задач, связанных с исследованием и моделированием сложных систем авторегулирования.

Целью работы является разработка подсистемы функционального преобразования формы представления информации для информационной системы с использованием частотных датчиков.

Для достижения поставленной цели исследования были решены следующие задачи.

1. Произведен анализ методов преобразования частоты в код.
2. Произведен анализ погрешности преобразования с использованием классических и нейросетевых методов аппроксимации.
3. Разработана математическая модель нейросетевого преобразователя.
4. Разработан алгоритм обучения сети преобразователя.
5. Разработана структурная схема информационно-измерительной системы (см. рисунок).



Структурная схема информационно-измерительной системы

6. Произведен анализ аппаратных затрат на реализацию преобразователя.

7. Реализован нейросетевой преобразователь на языке описания аппаратуры VHDL для ПЛИС Altera.

8. Выполнено моделирование работы нейросетевого преобразователя на ПЛИС в среде Altera Quartus II [1].

1. Локтюхин В.Н., Челебаев С.В. Нейросетевые преобразователи импульсно-аналоговой информации: организация, синтез, реализация / под общ. ред. А.И. Галушкина. М.: Горячая линия-Телеком, 2008. 144 с.

# ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРЯМОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ НА БОЛЬШИХ РАССТОЯНИЯХ

В.С. Бушуев

Научный руководитель – Александров В.В., канд. социол. наук, доцент

В докладе рассматривается вопрос решения прямой геодезической задачи. Конечной целью выступает создание программного обеспечения для реализации прямой геодезической задачи и внедрение получаемых результатов измерений в более масштабный проект.

Перед любым полетом объекта, исходя из вопросов безопасности проведения летных испытаний, выбирается и прокладывается маршрут, измеряются длины этапов полета, путевые углы, снимаются точные координаты поворотных пунктов маршрута, строится зона полета объектов.

При рассмотрении вопроса безопасности проведения летных испытаний решается вопрос о нанесении маршрута полета объекта на карту местности. Эта задача должна решаться как можно точнее, ведь чем точнее будет построен маршрут полета объекта, тем более точно выполнится расчет в части безопасности проведения летных испытаний.

Для построения маршрута летательного аппарата по ортодромии решается прямая геодезическая задача.

Прямая геодезическая задача решается при вычислении кратчайшего расстояния  $S$  (длина геодезической линии) между заданными точками  $Q_1$  и  $Q_2$  с известными геодезическими координатами  $B_1, L_1$  и  $B_2, L_2$  соответственно, а также прямого  $A_1$  и обратного  $A_2$  азимутов этой линии в точках  $Q_1$  и  $Q_2$  [1].

Основой программы является визуальная оболочка в виде кнопок, полей ввода и таблиц. Программа состоит из головного модуля и двух функциональных модулей. Все данные в программе разделены на исходные и результирующие.

Программа полностью решает поставленную задачу, позволяет производить расчет длин с ошибкой порядка нескольких метров. Полученные результирующие данные, как и требовалось, могут быть экспортированы для дальнейшего использования. Сама программа может быть успешно адаптирована для использования в составе более масштабного комплекса программного обеспечения.

1. Морозов В.П. Курс сфероидической геодезии. – М.: Недра, 2008. — 296 с.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ РАНЖИРОВАНИЯ И КЛАСТЕРИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

В.Д. Градов

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

В докладе проводится сравнительный анализ поисковых систем и систем ранжирования и кластеризации информации.

Актуальность рассмотренной темы объясняется спросом на рынке таких систем, с помощью которых веб-мастера автоматизируют процесс оптимизации сайтов с целью получения лучшей оценки поисковых алгоритмов.

С помощью статистических данных посещаемости, предоставленных сервисом интернет-статистики «LiveIntertnet», были выбраны 5 лидирующих поисковых систем: «Яндекс», «Google», «Rambler», «Mail.ru» и «Bing». Анализ работы поисковых алгоритмов и расчет их рейтинга (1) выявили наилучшую оценку у поисковой системы от «Яндекс».

$$R = \sum_{i=1}^m w_i (N - q_i + 1), \quad (1)$$

где  $i$  - номер критерия оценки;

$m$  - это количество критериев оценки;

$w_i$  - весовой коэффициент для критерия оценки  $i$ ;

$q_i$  - это место по критерию оценки  $i$ ;

$N$  - общее количество исследуемых систем.

Основываясь на полученной оценке, было принято решение рассматривать системы ранжирования и кластеризации информации, которые бы взаимодействовали с «Яндекс», среди них оказались «Key Collector», «A.P.KEYGRABBER», «WSP», «Key Collector Free» и «Магадан».

Был произведен сравнительный анализ этих систем и рассчитан рейтинг по критериям: «Распространение», «Фильтры», «Ранжирование», «Кластеризация», «Анализ конкурентов», «Добавление формул», «Подключение модулей», «Сопровождение (актуальность)». Полученная результативная оценка демонстрирует, что «Key Collector» является лучшим из рассмотренных аналогов.

Далее предлагался ряд недостатков «Key Collector», которые не должны присутствовать в разрабатываемой информационной системе.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗРЕЖЕННЫХ МАТРИЦ В ЗАДАЧАХ РАСЧЕТА ОБЪЕМА И СТОИМОСТИ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫХ УСЛУГ**

А.А. Дягилев

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

Разреженные матрицы (РМ) представляют собой матрицы с малым количеством ненулевых элементов. Поэтому, если хранить их в неизменном виде, большой объем памяти будет занят не несущими никакой информации элементами, возникнет избыточность занимаемой памяти. Для того чтобы избежать избыточности, можно использовать один из 3-х сжатых форматов хранения РМ: координатный, разреженный строчный и разреженный столбцовый [1].

Для расчета стоимости объема и услуг в сфере жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) требуется обработка больших объемов информации. Эта процедура требует большого количества времени и ресурсов. В связи с этим необходима оптимизация вычислительного процесса. Одним из способов оптимизации является использование особенностей разреженных матриц при проведении вычислений.

При использовании координатного формата исходная матрица преобразуется в 3 одномерных массива, в которых хранятся вес, строчная и столбцовая координаты соответственно. Подобный формат наиболее прост в исполнении, однако не является самым эффективным в плане экономии памяти хранилища данных, также по сравнению со следующими двумя усложняет доступ к координатам.

Разреженный строчный и столбцовый форматы не обладают недостатками координатного формата, исходная матрица также преобразуется в 3 одномерных массива, которые хранят вес, столбцовую и строчную координаты соответственно, последний массив хранит порядковый номер первого ненулевого элемента в каждой строке и столбце соответственно. Если ненулевых элементов нет, тогда последний порядковый номер увеличивается на единицу и записывается в массив, последний элемент массива равен количеству всех ненулевых элементов, увеличенному на один.

В докладе рассматривается разработанный алгоритм для расчета объемов и стоимостей услуг ЖКХ с применением матриц в разреженном строчном формате. Приведены алгоритмы преобразования матриц, транспонирования, проведения вычислительных операций над ними.

На основании теоретического анализа приведенного алгоритма и его практической реализации произведено сравнение полученных результатов со значениями объемов и стоимостей из БД. Тем самым подтверждена корректность разработанного алгоритма расчета.

1. Писсанецки С. Технология разреженных матриц: пер. с англ. – М: Мир, 1988. - 410 с.

## ОБЗОР МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ПО ЦИФРОВОМУ ИЗОБРАЖЕНИЮ

Д.А. Игнатов

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

В докладе проводится обзор технологий распознавания лиц, а также некоторых существующих систем.

Обычно система распознавания лиц состоит из камеры видеонаблюдения и программного обеспечения, с помощью которого происходит анализ цифровых изображений. Вследствие того, что программное обеспечение основано на вычислении сложных алгоритмов распознавания лиц, сервер должен быть мощнее, чем у обычных систем видеонаблюдения.

Технология 2D (двумерного) распознавания лиц заключается в анализе плоских двумерных изображений. Алгоритмы используют эластичные 2D-модели лиц, графы-модели лиц, антропометрические параметры, а также некоторые наборы математических или физических признаков.

3D-технология распознавания лиц является более дорогой и сложной в плане вычислений по сравнению с 2D-технологией. Тем не менее, она предоставляет более точное и подробное описание лица. Эта технология даёт параметр глубины лица, который важен для распознавания лица и выражения лица, так как структура лица имеет мышцы, которые не могут быть четко видны на 2D-изображении [1].

В силу того, что основные базы данных идентифицированных лиц являются двумерными, технология 2D распознавания лиц является наиболее востребованной на данный момент.

**«Luna platform» by VisionLabs** – это система верификации и идентификации лиц, обладающая достаточно большой гибкостью при создании сценариев комплексного распознавания лиц разной степени сложности. В основе «Luna platform» лежит «Luna SDK» - движок для распознавания лиц, разработанный VisionLabs.

Система распознавания лиц **Vocord** имеет лучшие в мире алгоритмы по результатам конкурсов MegaFace и NIST. Она распознает лица с достоверностью 93 % даже при большом градусе поворота головы относительно камеры, свободном движении людей в условиях улицы, общественного транспорта и других общественных мест.

**SecurOS Face** – это система распознавания лиц, которая автоматически в режиме реального времени выделяет оптимальное изображение лица, которое необходимо для распознавания, распознаёт и сохраняет его, сравнивая с эталонными изображениями имеющейся базы данных. Алгоритмы этой системы позволяют успешно сопоставлять эталонные изображения даже при внешних изменениях лица, вызванных старением, изменением причёски и т.д.

1. Asim Jan, Dr.Hongying Meng. Deep learning based facial expression recognition and its applications – Brunel University London, August 2017. – 202 с.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕСТИРОВАНИЯ ВЕБ-КОМПОНЕНТА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА РАСЧЕТОВ С НАСЕЛЕНИЕМ ЗА ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫЕ УСЛУГИ

Н.А. Комарова

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

Ставится вопрос оценки эффективности автоматизации тестирования проекта в целом. Для расчета используются следующие типы работ тестировщиков: однократное ручное тестирование ( $T_{ManRun}$ ), разработка тест-кейсов и чек-листов ( $T_{Man}$ ), разработка тестового набора ( $T_{Auto}$ ), изменение тестового набора ( $T_{AutoRun}$ ), анализ результатов выполнения автотестов ( $T_{AutoMull}$ ). Кроме того, требуется приблизительно подсчитать количество итераций в ЖЦ тестируемого ПО ( $N$ ) и число его сборок, требующих повторного тестирования ( $R$ ). Эффективность автоматизированного тестирования по сравнению с ручным можно приблизительно оценить, исходя из неравенства [1]:

$$T_{AutoTotal} \leq T_{ManTotal},$$

где

$$T_{AutoTotal} = T_{Auto} + N \cdot T_{AutoRun} + N \cdot R \cdot T_{AutoMull};$$

$$T_{ManTotal} = N \cdot T_{Man} + N \cdot R \cdot T_{ManRun}.$$

Для получения сведений об эффективности работ по ручному тестированию может быть оценена также эффективность работы тестировщика и своевременность тестирования дефектов. Эффективность работы тестировщика в общем случае зависит от количества найденных дефектов, их критичности, сложности логики системы, фазы разработки проекта и рассматриваемого периода времени. В источнике [2] приводится упрощенная формула для подсчета эффективности:

$$E = k \cdot \left(1 - \frac{D_{\text{заказчик}}}{D_{\text{тестировщик}}}\right)^3 - d,$$

где

$D_{\text{заказчик}}$  – число дефектов, найденных заказчиком, но которые должен был найти оцениваемый тестировщик;

$D_{\text{тестировщик}}$  – число дефектов, найденных тестировщиком;

$k, d$  – поправочные коэффициенты на общее количество дефектов.

Значения коэффициентов  $k, d$  на практике подбираются в зависимости от общего количества найденных дефектов. При оценке по этой формуле необходимо брать в расчет только те дефекты, которые находятся в рамках ответственности оцениваемого тестировщика, а в случае если несколько тестировщиков делят одну зону ответственности, дефект должен быть учтен при расчете коэффициента для каждого из них.

Своевременность тестирования дефектов может быть оценена по соотношению суммарного рейтинга дефектов к сумме весов дефектов [3]:

$$S = \frac{\sum R}{\sum W} \cdot 100 \%,$$

где

$$R = \begin{cases} x \leq h, \rightarrow 1 \\ x \geq y, \rightarrow \frac{y}{z \cdot x} \\ x > y, \rightarrow 0 \end{cases} \quad \text{и} \quad W = \begin{cases} x \leq y, \rightarrow 1 \\ x > y, \rightarrow 0 \end{cases}$$

#### *Библиографический список*

1. Хрущев А. Эффективность использования автоматических тестов в ИТ-проектах [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.instream.ru/publication/publication4.html>.
2. Оценка эффективности тестировщика. Количество найденных дефектов [Электронный ресурс]. – URL: <https://inrecolan.ru/blog/viewpost/348>.
3. Мешков А. Практическое руководство по измерению эффективности процесса тестирования [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.performance-lab.ru/blog/prakticheskoe-rukovodstvo-po-izmereniyu-effektivnosti-protsess-a-testirovaniya>.

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ ТРУБОПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

С.В. Мжельский

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

Рассматривается разработка подхода к анализу качества системы визуального контроля сварных соединений трубопроводов на примере дефектов сварных соединений. Представлена процедура детектирования дефектов сварных швов: получение изображения шва, предварительная обработка изображений, постобработка изображений, сегментация методом водораздела, обнаружение дефекта. Оговорены виды обнаруживаемых и локализуемых наружных дефектов – подрез, прожог, наплыв, непровар, бугристость швов [1, 2].

На этапе получения изображения шва с датчика изображение попадает в систему в виде массива дискретных элементов – пикселей, образующих матрицу яркостей [3, 4, 5]. Этап предварительной обработки изображения обусловлен выбором порога яркости и является основной процедурой, поскольку конечный результат существенно зависит от освещения рабочей сцены [3, 5]. Для улучшения изображения применяется покадровая регулировка яркости и контрастности вводимого изображения – каждому кадру строят гистограмму распределения яркости [3, 4, 6] и вычисляют параметры, являющиеся математическим ожиданием, определяющим общую яркость, и дисперсией, определяющей контрастность.

Фильтрация изображения решает следующие задачи [7]: сглаживание (подавление высокочастотных помех), повышение контрастности, выделение контуров объектов. В некоторых случаях фильтрация позволяет снизить аппаратные помехи, вносимые оптической системой (абберации объектива, дискретизацию по полю ячеек светочувствительной поверхности, неоднородность их фотоэлектрических характеристик). В связи с использованием полутонового изображения в работе используется медианная фильтрация [3, 6, 7, 8]. Бинаризация выполняется после улучшения изо-

бражения путем преобразования полутонового изображения в бинарное и содержит две градации яркости (0 или 1) [3, 6]. В процессе бинаризации выбирают пороговое значение яркости, которое разделяет область объекта и область фона. Если значение яркости в произвольной точке превышает пороговое, то точка принадлежит объекту, в противном случае – фону.

В качестве постобработки используется математическая морфология – теория и техника анализа и обработки геометрических структур, основанная на теории множеств, топологий и случайных функциях [3, 6]. В работе применяются операции эрозии и размыкания.

В качестве сегментации используется метод водораздела: метод математической морфологии, основанной на областях [3].

Результатом работы являются структура и принципы функционирования системы локализации дефектов сварных швов по изображениям. Проведено моделирование системы обработки изображений сварных соединений для решения задачи локализации дефектов сварки. Результаты моделирования подтверждают возможность применения предложенных алгоритмов в системах мониторинга сварочных процессов.

#### *Библиографический список*

1. Гладков Э.А., Гаврилов А.И. Имитационное моделирование лазерной сварки с глубоким проплавлением с использованием нейросетевых моделей. 2009. №1. С.9-11.

2. Гладков Э.А., Гаврилов А.И., Малолетков А.В. Динамическая нелинейная модель технического процесса лазерной сварки с глубоким проплавлением. 2001. № 12. С.17-24.

3. Гонзалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2006. 1072 с.

4. Шапиро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2006. 752 с.

5. Яне Б. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2007. 584 с.

6. Фисенко В.Т., Фисенко Т.Ю. Компьютерная обработка и распознавание изображений. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008. 198 с.

7. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектр А.А. Цифровая обработка изображений в информационных системах. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. 352 с.

8. Перковский Р.А., Гаврилов А.И., Широнков А.Ф., Рогов А.Б., Надымов Н.П. Установка для считывания клейма с труб НКТ// Дефектоскопия. 2003. № 9. С. 81-83.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКЦИИ ИНДУКТИВНО СВЯЗАННЫХ КОНТУРОВ НА КОРОТКИЕ ИМПУЛЬСЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ**

М.С. Кузнецова

Научный руководитель — Карасёв В.В., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается специфическая область измерения — измерение параметров вращающихся объектов: валов различного назначения, лопаток турбин, винтов самолётов и вертолётов, морских судов, колёсных пар на ж/д транспорте, редукторов, двигателей и др. Проблемным местом измерительных систем был и остаётся канал передачи данных через воздушный зазор [1, 2].

Целью моделирования (исследования) является поиск способа улучшения одной из качественных характеристик устройств бесконтактной передачи данных – помехозащищённости.

На сегодняшний день наиболее распространены 2 способа бесконтактной передачи данных: с использованием радиоканала и передача импульсов через индуктивно связанные контуры (ИСК).

Радиоканал имеет ряд существенных недостатков. Во-первых, структурная избыточность, связанная с использованием канала, содержащего радиопередатчик, радиоприёмник и антенны. Во-вторых, в условиях вращения передача сигналов осуществляется на сравнительно небольшое расстояние, обычно не превышающее несколько сантиметров или даже миллиметров.

Передавать скачками разряды кода неэффективно по времени и по мощности. Поэтому используют передачу с использованием коротких возбуждающих импульсов.

В ходе моделирования была выявлена особенность реакций — равенство площадей полуволн. Это веское основание для повышения помехозащищённости приёма на основе интегральной оценки, а не пороговой.

Была разработана схема восстановления посылок в общем виде. В отличие от схемы оптимального приёмника сигналов с пассивной паузой, принятой за эталон, схема не нуждается в генераторе сигнала и перемножителе. Зато нужны два интегратора и компаратор, который направляет через соответствующие ключи каждую из полуволн на свой интегратор.

### *Библиографический список*

1. Карасев В.В., Михеев А.А, Нечаев Г.И. Измерительные системы для вращающихся узлов и механизмов. - М.: Энергоатомиздат, 1996. — 176 с.
2. Пенин П.И. Системы передачи цифровой информации. - М.: Сов радио, 1976. — 368 с.

# **АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ СОЗДАНИЯ ГРАФОВЫХ БАЗ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Н.В. Куликов

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

В информационных системах применяются базы данных (БД), которые сохраняют всю необходимую информацию, используемую ИС: списки клиентов, заказов, прайс-листы, телефонные справочники и т.д. Традиционно используются реляционные БД. В таких базах информация хранится в виде таблиц и связей между ними. Для работы с информацией используется язык структурированных запросов SQL. Поэтому реляционные БД часто называют SQL базами [1].

Развитие IT-технологий привело к появлению новых особенностей систем и к появлению новых требований. Зачастую эти требования нельзя удовлетворить, используя реляционные системы управления БД (СУБД). Например, для отслеживания большого количества связей в БД можно использовать реляционные СУБД. Но на выполнение запроса, которому требуется обойти несколько сотен тысяч взаимосвязей между таблицами, у такой СУБД уйдет довольно много времени.

В последнее время стали использоваться так называемые базы NoSQL. Стали появляться новые виды БД, не связанные с SQL. Одним из таких видов являются графовые базы данных. СУБД, построенные на основе использования графовых БД, довольно уверенно и быстро справляются с задачей обхождения множества взаимосвязей и узлов.

В графовых СУБД применяются графовые алгоритмы, которые используются для вычисления различных показателей для графов, узлов или отношений. Они могут предоставлять информацию о соответствующих объектах в графе или исходные структуры, такие как сообщества.

С увеличением размера графа возникает экспоненциальный рост возможных путей. Но, к счастью, существуют оптимизированные алгоритмы, которые используют определенные структуры графа, хранят данные об уже изученных частях и распараллеливают операции.

Существует несколько основных типов графовых алгоритмов.

1. Алгоритмы центральности и ранжирования.
2. Алгоритмы кластеризации.
3. Алгоритмы нахождения кратчайшего пути.
4. Математические алгоритмы.

Для реализации графовых алгоритмов в Neo4j используется дополнительная библиотека. Эта библиотека содержит реализованные версии графовых алгоритмов, доступных в виде процедур Cypher.

1. Маркин А.В. «Программирование на SQL». В 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. – М.:Издательство Юрайт, 2017. – 362 с.

# ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОТЕРЬ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ ВХОДНЫХ ДАННЫХ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

И.А. Маркин

Научный руководитель – А.А. Михеев, д.т.н., профессор

Современные информационные системы широко применяются для обработки результатов различного рода натуральных испытаний. В процессе сбора и передачи информации возникают ее искажения. Для исключения сбойных, то есть ошибочных результатов, применяют *фильтрацию*. Фильтрация используется для первичной обработки данных, с целью снижения влияния мешающих факторов на передаваемые сообщения [1]. Однако в процессе фильтрации наряду с устранением мешающих факторов из-за не идеальности амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) фильтров и ограниченности их полосы пропускания возможна потеря информации.

В связи с этим целесообразно оценить потери информации, обусловленные фильтрацией входного сигнала. Воспользуемся для этого понятиями теории информации.

Во время обработки был использован сигнал, образованный суммой гармоник.

Количество информации  $I$ , содержащейся в одном отсчете непрерывного сигнала при равномерном законе распределения амплитуд, оценивается выражением [2]

$$I = \log_2 \left( \frac{L}{\Delta} \right) \text{ дв.ед,} \quad (1)$$

где  $L$  – диапазон возможных значений отсчета,  $\Delta$  – абсолютная погрешность измерения.

В целях исследования было решено разработать программное средство оценки потерь информации. В качестве средства разработки было решено выбрать платформу .Net и язык программирования C#. Программное средство реализует работу фильтров для получения результатов, пригодных к дальнейшей обработке.

Тестовый сигнал в программе представлен в виде массива данных. Данный массив подается на вход фильтра, обрабатывается им и на выходе программное средство выдает фильтрованный массив для последующей обработки и оценки потерь.

Сравнительный анализ полученных результатов можно использовать в качестве информационного критерия оценки качества фильтрации.

Подобное программное средство может быть использовано в системах анализа и прогноза, где имеют дело в основном с информацией другого рода.

## *Библиографический список*

1. Гутников В. С. Фильтрация измерительных сигналов. — Л.д, Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1990.
2. Дмитриев В.И. Прикладная теория информации: учебник для студентов вузов по специальности «Автоматизированные системы обработки информации и управления»/ В.И. Дмитриев. – М.: Высш школа, 1989. – 332 с.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ОБЪЕМОВ И СТОИМОСТИ ЖИЛИЩНО- КОММУНАЛЬНЫХ УСЛУГ

А.И. Тиханович

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

В информационных системах при расчете объемов и стоимостей жилищно-коммунальных услуг (ЖКУ) обрабатываются большие объемы данных, что ведет к необходимости повышения быстродействия вычислений. Одним из вариантов достижения этой цели является использование распределенной модели вычислений MapReduce [1].

Работа задания MapReduce состоит из основных этапов: Map, Reduce. На Map-шаге производится предварительная обработка входных данных, выделяются ассоциативные массивы. На Reduce-шаге происходит свёртка предварительно обработанных данных и формируется результат — решение задачи, которая изначально формулировалась.

Преимущество MapReduce заключается в том, что модель позволяет распределенно производить операции предварительной обработки и свертки независимо друг от друга [2].

В докладе рассматривается разработанный алгоритм для расчета объемов и стоимостей ЖКУ с применением модели MapReduce. Приведены типы обрабатываемых входных данных и описаны механизмы их формирования на основе реальной информации из существующей базы данных (БД), хранящей сведения об абонентах, их характеристиках, режимах и тарифах ЖКУ.

Определены 3 основные задачи MapReduce, которые последовательно связаны друг с другом:

- определение совокупности качественных характеристик абонентов;
- определение активных режимов абонентов;
- расчет объемов и стоимостей ЖКУ абонентов.

На основании теоретического анализа приведенного алгоритма и его практической реализации произведено сравнение полученных результатов со значениями объемов и стоимостей из БД. Тем самым подтверждена корректность разработанной модели расчета.

Произведены замеры времени выполнения алгоритма с использованием MapReduce и известного алгоритма расчета. Сделан вывод, подтверждающий увеличение скорости обработки данных распределенной моделью.

## *Библиографический список*

1. Уайт Т. Hadoop: подробное руководство. — СПб: Питер, 2013. — 672 с.
2. Dean J., Ghemawat S. Mapreduce: Simplified data processing on large clusters. — OSDI, 2004. — 150 p.

## **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПЕРСОНАЛА НА ОСНОВЕ INTERNET-РЕСУРСА**

О.Л. Ляхова

Научный руководитель – Маркин А.В., канд. техн. наук, доцент кафедры АСУ

В настоящее время российские компании пересматривают подходы к оценке персонала. Наиболее востребованным становится применение комплекса различных методов, которые направлены на оценку компетенций соискателя.

С введением профессиональных стандартов [1] многие предприятия столкнулись с вопросом: «Как правильно оценить компетенции сотрудника?». На помощь пришли центры оценки квалификаций. Однако они имеют ряд значительных недостатков, а именно:

- оценка, как правило, проводится платно;
- оценка носит исключительно очный характер, т.е. проводится с отрывом от производства, что влечет дополнительные затраты для предприятия.

Для того чтобы сделать оценку персонала менее затратной и более удобной, предлагается создать электронную систему оценки персонала. С его помощью руководитель сможет оценить компетенции соискателя непосредственно на своем рабочем месте.

Система направлена непосредственно на оценку компетенций сотрудника, а именно оценке подлежат знания, умения и навыки сотрудника, умение применять их на практике.

Система имеет вид Internet-сайта, который содержит:

- основную информацию о компании;
- информацию о вакансии;
- нормативные документы, регламентирующие требования к компетенциям кандидата (профстандарты);
- критерии оценки кандидата;
- ссылки на тест, определяющий компетенции кандидата.

В связи с тем, что оценка проходит посредством Internet-сайта, предлагается использование тестирования. При оценке кандидатов используют как профессиональные, так и психологические тесты. Психологические тесты позволяют выявить личностные особенности сотрудника, а профессиональные — его умения и знания, необходимые для успешного выполнения должностных обязанностей.

Способом оценки компетенций является повышение качества набора новых сотрудников в компанию.

Разнообразные тестовые задания направлены на выявление профессиональных компетенций и навыков, изложенных в профессиональном стандарте. По результатам теста руководитель может с уверенностью отобрать в компанию качественного сотрудника.

1. Трудовой кодекс Российской Федерации ст. 195 п.1.

## **АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ СОЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ**

Д.А. Наборщикова

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

В статье рассматриваются следующие инструменты для создания информационно-справочной системы в сети Интернет: написание программного кода, создание сайта посредством использования онлайн-конструктора, CMS.

Написание программного кода для создания сайта дает неограниченные возможности для редактирования сайта, создания собственного уникального макета, внедрения и настройки функции поиска информации по ключевым словам. Однако необходимы определенные навыки, освоение которых требует дополнительного времени.

Использование онлайн-конструктора сайтов облегчает работу, особенно для неопытных пользователей, но, в свою очередь, готовый продукт получается менее подстроенным под желания разработчика и потребности конечных пользователей.

Также разнообразие конструкторов может запутать неопытного пользователя, ведь каждый из них имеет свои плюсы и минусы. Идеального варианта не существует, стоит проанализировать все предложения, чтобы выбрать приемлемые недостатки и достойные преимущества. Большинство конструкторов имеют бесплатный доступ и достаточное количество готовых шаблонов.

Можно выделить еще один способ создания веб-сайтов – CMS (content management software/программное обеспечение для управления содержанием). CMS представляет собой специальное веб-приложение, устанавливаемое на хостинг-площадке.

Главной функцией CMS является показ страниц пользователям и управление содержанием сайта. Страницы в таком случае формируются из заранее определенных шаблонов с дизайном и контентом, хранимого в базе данных. Из этого следует вторая функция – возможность владельца сайта управлять им, т.е. публиковать новые страницы.

Использование данного способа создания сайтов также имеет свои недостатки и преимущества – для неопытных пользователей набор функций может показаться слишком обширным и непонятным, а профессионалам – слишком простым.

Таким образом, было рассмотрено три способа создания сайтов: от самого простого (онлайн-конструктор) до сложного (самостоятельное написание программного кода). Каждый способ имеет право на существование, выбор зависит от навыков и предпочтений создателя и целей создания сайта.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МАРКЕТИНГОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА РЕГИОНАЛЬНЫХ РЫНКАХ**

Т.Ю. Нечаев

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

Использование маркетинговых информационных систем как регионального уровня, так и в рамках предприятия при постоянно растущем уровне конкуренции становится одним из наиболее значимых элементов эффективного управления и маркетинга. Предприятия и целые отрасли все чаще прибегают к помощи современных маркетинговых информационных систем, чтобы построить модели предпочтения клиентов, определить сценарии взаимодействия с клиентом [2], тем самым увеличить объем продаж и контроль за внешними и внутренними потоками информации.

Для определения круга уже решенных и еще не решенных проблем в этой области стоит рассмотреть примеры маркетинговых информационных систем.

На сегодняшний день на рынке в основном представлены CRM-решение, термином CRM (Customer relationship management – Управление взаимоотношениями с клиентами [1]) характеризуют, как правило, не только информационные системы, содержащие функции управления взаимоотношениями с клиентами, но и саму маркетинговую стратегию, ориентированную на клиента. Примерами данных систем служат: CRM-система «Маркетинг и менеджмент» (компания «КОМПАС»), CRM-система «ПАРУСа» («Корпорация ПАРУС»), CRM ПРОФ (совместное решение фирмы «1С» и компании «1С-Рарус»).

Также в последнее время набирают популярность облачные решения, основные преимущества которых заключаются в: простоте установки, бесперебойном доступе из любой точки мира, доступности за счет низкой цены, легкости в использовании благодаря удобному интерфейсу. Наиболее популярны в использовании такие системы, как: AmoCRM, Битрикс24, Vm'online, FreshOffic и Мегаплан.

Стоит отметить, что несмотря на все многообразие систем, ни одна из них не решает проблему поиска новых потенциально возможных клиентов. Поэтому можно предположить, что создание общей отраслевой информационной системы, в которой хранились бы базы потенциально возможных клиентов, научно справочный материал, система по анализу и планированию, могло бы привести к положительному эффекту в развитии малого и среднего бизнеса. Данная система может создаваться при поддержке государства и быть внедрена не только в частный бизнес, но и в различные государственные сферы, например в агропромышленный комплекс, для поддержки сельхозпроизводителей.

### *Библиографический список*

1 .Морозов Е.М CRM-система как средство автоматизации взаимодействия с клиентами// Современные научные исследования и инновации: 2015.№3-3(47). С. 132-137.

2. Научная электронная библиотека/ Кадров [электронный ресурс]/Антропов Сергей / «Что такое CRM и как она помогает в работе»// Режим доступа: <http://www.kadrof.ru/st-crm.shtml>.

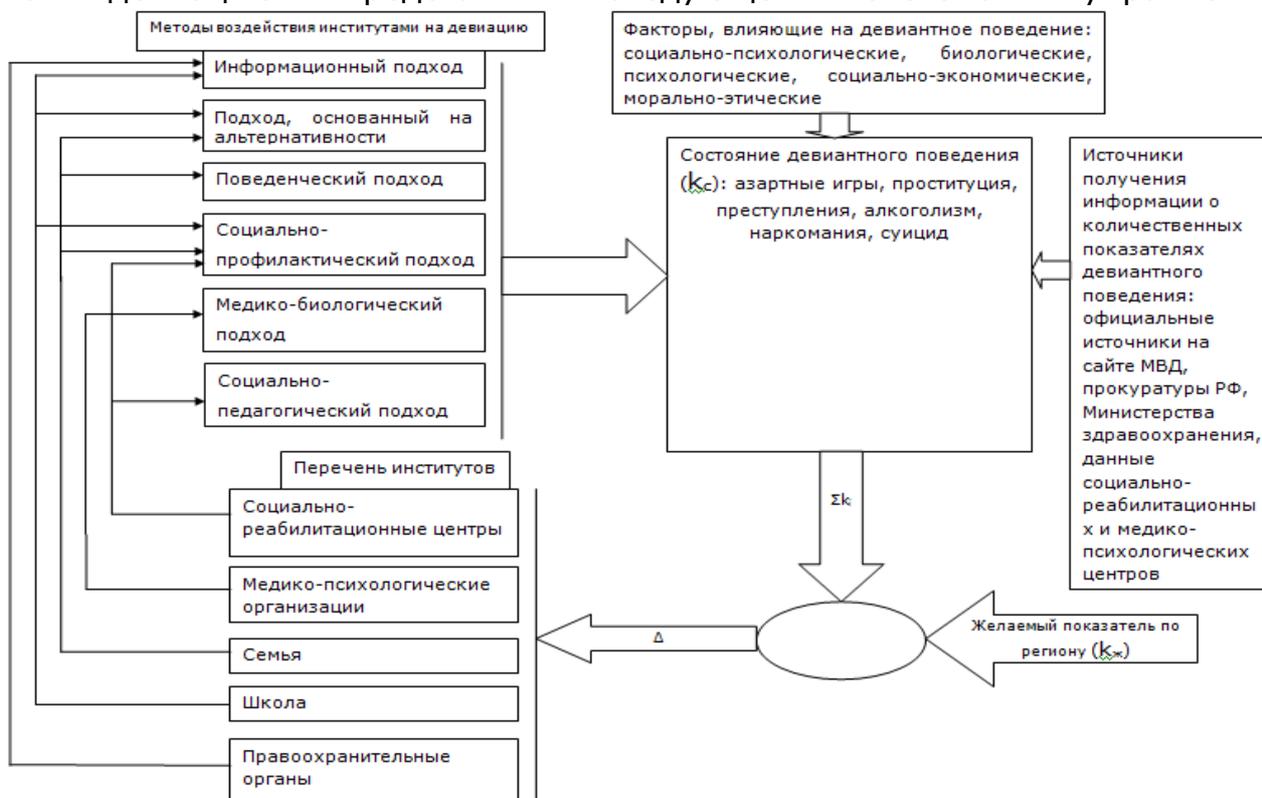
# ОЦЕНКА СОСТОЯНИЕ ДЕВИАНТНОГО ПОВЕДЕНИЯ ПОДРОСТКОВ СРЕДСТВАМИ ИТ-ТЕХНОЛОГИИ

М.А. Артамонова

Научный руководитель – Александров В.В., канд. социол. наук, доцент

В данной работе сделана попытка определить обобщенный показатель состояния девиантного поведения подростков в том или ином регионе с целью использования его для оценки работы институтов по борьбе с девиацией. Для этого взаимосвязь институтов и их методов влияния на девиантное поведение подростков предлагается рассмотреть как некую систему социального управления (при обзоре литературы не было найдено подобного представления взаимодействий).

Тогда перечень рассматриваемых институтов и их методов влияния на девиацию представим следующей системой управления:



Здесь  $k_c = \sum k_i$ , где  $k_1$  – уголовная преступность,  $k_2$  – наркомания,  $k_3$  – алкоголизм,  $k_4$  – азартные игры,  $k_5$  – суицид,  $k_6$  – проституция,  $k_7$  – психическое расстройство.

$$\Delta = k_c - k_{\text{ж}}$$

В качестве обобщенного показателя принимается  $k_c = \sum k_i$ . По изменениям этого показателя за счет изменения его составляющих можно судить об эффективности работы институтов по борьбе с девиантным поведением подростков.

Данная блок-схема позволяет представить влияние институтов, выделить сферы совместного воздействия институтов на девиацию и за счет этого повысить эффективность своей работы. Кроме того, для координации усилий становится возможным использовать средства ИТ-технологий (программное обеспечение для реализации представленной блок-схемы, средства информационных коммуникаций, интернет, электронная почта).

## **АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМУЛИРОВАНИЯ РЕШЕНИЙ ПО СОЦИАЛЬНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ДЕТЕЙ-СИРОТ**

Ю.С. Попкова

Научный руководитель – Холопов С.И., заведующий кафедрой АСУ РГРТУ,  
канд. техн. наук, доцент

Задачи анализа особенностей формулирования решений по социальному обеспечению детей-сирот возникают каждый раз, когда необходимо учитывать индивидуальные характеристики ситуаций при определении мер социальной поддержки.

Меры поддержки можно подразделить на несколько категорий: меры, касающиеся образования, трудоустройства, медицинского обслуживания, обеспечения жильем, социализации детей-сирот после выхода из учебно-воспитательного учреждения. Жилищный вопрос является острым для всех граждан, однако выпускники детских приютов, выйдя из данных учреждений по достижении определенного возраста, как никто другой испытывают большие проблемы с получением (приобретением) жилплощади.

Следует отметить, что нет единого механизма предоставления комплексных мер социальной поддержки. Поэтому при принятии решения каждый из работников социальных служб руководствуется опытом, накопленным за определенный промежуток времени работы в данной сфере. Начинающие работники социальных служб такого опыта не имеют. В качестве помощников в подготовке принятия решений по социальному обеспечению можно рассматривать как специалиста, долго время проработавшего в данной сфере, так и программные средства, такие, например, как экспертные системы.

Использование экспертной системы подготовки принятия решений при обеспечении социальной защиты детей-сирот позволяет сформулировать требования к использованию нормативно-правовой базы с учетом кадровой политики государства по работе с детьми-сиротами, обеспечить учет полного комплекса мер социальной поддержки.

При создании такого рода экспертной системы реализованы следующие задачи:

- выделены и проанализированы особенности и проблемы социального обеспечения детей-сирот;
- рассмотрены подходы к оценке эффективности механизма деятельности государственных и региональных учреждений социальной защиты;
- разработана методика оценки обеспечения социальной защиты детей-сирот;
- определены функциональные и не функциональные требования к информационной системе.

Разработанная экспертная система обладает понятным эргономичным интерфейсом, удобна в освоении и может быть полезна в обучении начинающих социальных работников.

## **ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕНСИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОТРУДНИКОВ ОВД РФ**

Т.С. Дойникова

Научный руководитель – Александров В.В., канд. социол. наук, доцент

В докладе рассматривается решение проблемы, связанной с информированием сотрудников ОВД предпенсионного возраста о будущем денежном содержании своей пенсии, размер которой зависит от следующих компонентов: районного коэффициента, отработанной выслуги лет, льготной выслуги лет, пребывания в «горячих» точках, наличия наград.

Определение пенсии для конкретного сотрудника ОВД и ее расчет даны в большом количестве НПА [1 и др.]. В настоящее время для получения более точной информации о размере предстоящей пенсии сотруднику приходится обращаться в различные подразделения аппарата ОВД.

Предлагается упростить процедуру информирования сотрудников ОВД путем создания на основе IT-технологий справочной информационной системы определения пенсионного обеспечения сотрудников ОВД.

Система заменит обращение к различным подразделениям внутри структуры МВД, которые занимаются информированием сотрудников о размере предстоящей пенсии, о возможных его вариантах, а также обеспечит возможность сотруднику ОВД оперативно ознакомиться с НПА в последней редакции.

При разработке справочной информационной системы пенсионного обеспечения сотрудников ОВД был определен необходимый перечень НПА, выявлены составляющие стажа сотрудника ОВД, зависимости размера пенсионного обеспечения сотрудника от его текущего денежного довольствия, занимаемой им должности и стажа. Вся эта информация хранится в базе данных системы и используется для подготовки ответа на запрос пользователя.

Выходными данными разрабатываемой системы будут показатели о размере денежного обеспечения предстоящей пенсии сотрудника ОВД.

Внедрение разработанной справочной системы обеспечит следующие результаты:

- упростит и улучшит информирование сотрудников предпенсионного возраста;
- позволит сотрудникам своевременно принять меры для корректировки денежного обеспечения предстоящей пенсии;
- использование системы в ряде подразделений аппарата МВД (по работе с личным составом, правовом отделе и др.) позволит повысить производительность работы сотрудников этих подразделений.

1. Федеральный закон «О полиции» от 7 февраля 2011 года № 3-ФЗ (в ред. от 29.07.2017 г. – база КонсультантПлюс. Режим доступа: [www.Consultant.ru](http://www.Consultant.ru) (дата обращения 20.03.2019)).

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА РАСЧЕТА КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬХОЗПРОИЗВОДИТЕЛЯ**

Н.С. Афанасьева

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

Актуальность задачи по совершенствованию существующих методик кредитоспособности сельхозпроизводителей подтвердил последний экономический кризис, который выявил неэффективность многих методик, применяемых коммерческими банками. Это выразилось в том, что многие из существующих методик не учитывают отраслевые особенности данной категории заемщиков.

До появления автоматизированных информационных систем оценка заемщиков производилась вручную, с помощью различных статистических и математических методов, а решение о выдаче определялось кредитным комитетом. Использование автоматизированных информационных систем при оценке кредитоспособности сельхозпроизводителей позволяет учесть отраслевые особенности данной категории заемщиков и избежать личных предубеждений в отношении оценки их кредитоспособности.

Целью работы является разработка программного средства расчета кредитоспособности сельхозпроизводителей.

Для достижения поставленной цели нужно решить задачи:

- 1) выделить и проанализировать особенности и проблемы кредитования малого предпринимательства в агропромышленном комплексе;
- 2) рассмотреть подходы к оценке кредитоспособности субъектов малого предпринимательства в сельском хозяйстве;
- 3) разработать методику оценки кредитоспособности сельхозпроизводителей на основе анализа основных методик, применяемых в российских банках;
- 4) определить функциональные и нефункциональные требования, предъявляемые к разрабатываемой информационной системе;
- 5) спроектировать функциональную модель системы;
- 6) разработать базу данных и прикладное приложение для работы с ней;
- 7) осуществить тестирование разработанного программного приложения.

Создание автоматизированной системы расчета кредитоспособности сельхозпроизводителей позволит решить следующие проблемы:

- 1) минимизировать кредитные риски за счет повышения качества их оценки;
- 2) обеспечить объективность решений и организовать работу в едином методологическом поле всех отделений и филиалов банка;
- 3) сократить сроки принятия решения по конкретному заемщику;
- 4) сократить количество проблемных кредитов при увеличении объемов кредитования;
- 5) предоставить возможность текущего мониторинга, анализа рисков заемщика и оценки качества управления его бизнесом.

В ходе исследования были получены следующие результаты:

- 1) разработана методика оценки кредитоспособности, учитывающая особенности кредитования субъектов малого предпринимательства в сельском хозяйстве;
- 2) спроектирована функциональная модель информационной системы расчета кредитоспособности сельхозпроизводителей;
- 3) разработана база данных.

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ ТИПОВЫХ СЦЕНАРИЕВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОММЕРЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ В СФЕРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК**

А.А. Стенищева

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

Рассматривается ряд проблемных вопросов по управлению закупочной деятельностью как одной из важнейших функций организации. Совершенствование процессов управления закупками приводит к тому, что автоматизация деятельности специалиста по закупкам необходима для повышения эффективности работы отдельного специалиста и качественного взаимодействия работников между собой во внутренней среде отдела закупок.

Выявлены проблемы в организации рабочего процесса специалиста отдела закупок:

- 1) рабочее место специалиста отдела закупок не автоматизировано;
- 2) большой набор электронных торговых площадок и, как следствие, сложность ориентации и быстрого доступа;
- 3) отсутствие системы напоминаний;
- 4) отсутствие единого реестра контактов.

Решить выявленный спектр проблем можно путем создания «web-помощника по закупкам» – специализированного сайта для автоматизации рабочего места специалиста по закупкам.

«Web-помощник по закупкам» состоит из четырех функциональных модулей.

Первый модуль реализует систему заметок и напоминаний. С его помощью работник сможет делать заметки в календаре и получать напоминание о запланированном аукционе или подаче заявки.

Второй функциональный модуль реализует быстрый доступ к ссылкам для входа на все электронные площадки и сервисы, включая систему электронного документооборота, витрину прямых закупок и единую информационную систему в сфере закупок. Данный модуль web-помощника поможет решить проблему сложности ориентации и быстрого доступа к используемым ЭТП и сервисам.

Третий функциональный модуль представляет собой активную таблицу, которая формируется путем выполнения SQL-команд. Внесение данных производится через изменение ячеек листа. Таким образом, работник получит развернутый календарь событий, который позволит хранить данные о проводимых закупочных процедурах и оперативно составлять отчеты.

Четвертый функциональный модуль реализует функцию внесения нового контракта в базу данных. Специалист указывает номер контракта, статус контракта (действующий / заключенный / проигранный), дату заключения и добавляет файл, содержащий текст контракта.

Дальнейшая разработка программных компонентов сайта «web-помощник по закупкам» будет осуществляться через программные средства (редактор Notepad++, СУБД MySQL) и с использованием языков программирования (HTML5, CSS, JavaScript, PHP, SQL).

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АТТЕСТАЦИИ ПЕРСОНАЛА ДЕТСКИХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ**

А.В. Шампанова

Научный руководитель - Брянцев А.А., доцент кафедры АСУ

В современных условиях оценка персонала является одним из важных инструментов, который позволяет эффективно управлять человеческими ресурсами на всех этапах движения. Сотрудники играли и продолжают играть ключевую роль в работе предприятия, что ставит перед руководителями сложную задачу по подбору высококвалифицированного персонала.

Аттестация персонала - процесс определения эффективности деятельности сотрудников в реализации задач организации с целью последовательного накопления информации для рациональной расстановки кадров и их эффективного использования.

Современные детские государственные учреждения используют различные методы аттестации персонала. Рассмотрев существующие информационные системы по функционалу, можно сделать вывод, что одни предназначены для автоматизации работы сотрудников кадровых служб, занимающихся тестированием кандидатов, а другие генерируют отчеты на основе заполнения нескольких опросных листов. Но ни одна из систем не может полностью удовлетворять всем нуждам организации, которой необходимо оценивание персонала.

Основной причиной этого является отсутствие единого алгоритма проведения аттестации.

Следует отметить, что каждое детское государственное учреждение осознает вероятность использования не самых лучших методов и систем оценивания сотрудников. Неправильно организованный процесс аттестации может привести к возникновению такой серьезной проблемы, как использование неквалифицированного персонала.

Разработка и внедрение единой информационной системы аттестации персонала для детских государственных учреждений бесспорно можно назвать большим плюсом, так как система является не сильно затратной для любой организации.

Установка единых критериев оценивания деятельности для всех детских государственных учреждениях обеспечит следующие результаты:

- высококачественный подбор и расстановка персонала;
- рациональное использование потенциала работника;
- сократит время проведения аттестации (сбора, преобразования и передачи информации);
- сократит бумажный документооборот;
- осуществит оперативный контроль проведения;
- упростит хранение данных.

В ходе исследования были получены следующие результаты:

- разработана методика оценки аттестации персонала в детских государственных учреждениях;
- разработан единый алгоритм проведения аттестации персонала в детских государственных учреждениях.

## **ОБЗОР ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ФИНАНСИРОВАНИИ СПОРТИВНЫХ ФЕДЕРАЦИЙ ГОРОДА**

П.В. Петрухин

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

Процесс распределения ресурсов, выделяемых государством на поддержание надлежащего функционирования данных сфер деятельности, должен быть объективным и прозрачным для всех его участников. Не исключением является и такая сфера деятельности, как физическая культура и спорт, важность которой, в том числе и по идеологическим соображениям, в последние годы быстро возрастает.

Внедрение современных информационных технологий позволит интегрировать результаты всех видов обеспечения спортивной отрасли в единую информационную базу, создаст информационную основу для принятия решений финансирования и обеспечения спортивных организаций на всех уровнях власти [1].

В докладе рассматриваются информационные системы, наиболее подходящие для исследуемой сферы:

- 1) «ИНЭК-Аналитик»;
- 2) «Audit Expert»;
- 3) «Prime Expert»;
- 4) «Financial Analysis»;
- 5) «1С:Предприятие 8».

На основе проведенного всестороннего анализа был сделан вывод о том, что наиболее подходящими информационными системами для создания единой информационной базы являются программы «ИНЭК-Аналитик» и «1С:Предприятие 8». Данные системы обладают наиболее широким спектром возможностей, такими как возможность анализа финансовой деятельности за ряд периодов на основе ключевых критериев и определение рейтинга по отношению к другим исследуемым объектам.

1. Инновационные компьютерные и информационные технологии в спортивной отрасли: информационно-методическое пособие. - М.: Центр инновационных спортивных технологий Москомспорта.

## **РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНКАССАЦИОННЫХ ДАННЫХ ПО ПРОТОКОЛУ SOAP**

Д.А. Фирсов

Научный руководитель – Аникеев Д.В., ассистент

Инкассация – это сбор денежных средств с предприятий и их подразделений, а также их доставка в отделения банковских организаций. Помимо этого, может быть осуществлена перевозка особо важных документов, драгоценностей и т.д. Должностным лицом, проводящим инкассацию, является инкассатор [1].

В рамках выполненной работы в клиенте платежной системы «Абонент» был разработан пользовательский интерфейс для отправки сообщения об инкассации. Сообщение об инкассации расширено двумя полями: остаток в кассе с прошлой инкассации и текущий остаток в кассе.

Инкассационные данные учитываются посредством отправки сообщений с соответствующими параметрами об инкассации и их значениями на сервер платежной системы по протоколу SOAP. Сообщения имеют определенную XML-структуру.

Также был сформирован SQL-запрос с учетом переданных на сервер инкассационных данных для отображения сводной ведомости, включающей в себя такие поля, как сумма на начало, сумма прихода, сумма расхода и сумма на конец. Суммой на начало является та сумма денежных средств, которая имеется в кассе до проведения очередной инкассации. Суммой прихода является сумма платежей, принятых клиентом платежной системы, в рамках инкассации. Суммой расхода является сумма денежных средств, полученная из кассы при проведении инкассации. Суммой на конец является остаток денежных средств в кассе после проведения инкассации. Запрос составлен с использованием известных из расчета оборотно-сальдовой ведомости формул, которые были модифицированы с учетом инкассационных данных.

Таким образом, поставленная задача была успешно выполнена. Подсистема сбора и передачи инкассационных данных реализована на языке C# в среде разработки Microsoft Visual Studio 2017 Community Edition. Описание предметной области и проектирование решения поставленной задачи проведены с использованием унифицированного языка моделирования UML. SQL-запрос для отображения сводной ведомости составлен с использованием СУБД MS SQL Server 2014.

Составленный SQL-запрос будет в дальнейшем использован для разработки отчета об инкассации за определенный период времени.

### *Библиографический список*

1. Большая российская энциклопедия : [в 35 т.] // гл. ред. Ю. С. Осипов. — М. : Большая российская энциклопедия, 2004—2017.

# РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭНЕРГО-ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА НА ОСНОВЕ МАШИНЫ БАЗ ДАННЫХ

А.Э. Морозова

Научный руководитель – Челебаев С.В., к-т техн. наук, доцент

Повышение быстродействия выполнения операций при работе с базами данных является актуальной задачей, в том числе для информационной системы энерго-диагностического центра. Одним из направлений повышения быстродействия систем управления базами данных (СУБД) является применение машин баз данных.

Под машиной баз данных (МБД) понимается специализированный процессор, предназначенный для скоростного выполнения операций над реляционными базами данных [1]. Особенностью МБД является использование ассоциативных принципов обработки информации. Это наиболее эффективно при выполнении операций поиска записей, удовлетворяющих заданным условиям.

Для этой цели в МБД вводится ассоциативное запоминающее устройство (АЗУ) с возможностью чтения или записи по срезам.

Под однобитовым срезом понимается совокупность одноименных битов всех записей или строк таблицы БД. Срез считывается или записывается за одно обращение к АЗУ. Обработка информации происходит параллельно по всем записям и последовательно по срезам. "Толщина" среза может быть увеличена до 8 битов.

Пример алгоритма выполнения команды поиска Mark.G приведен ниже.

```
M: =0;  
H = 1;  
For i:=0 to I do  
  Begin  
    S:=S[i];  
    A:=E(Arg[i]);  
    If (A > S)  
      Then M:= M || H;  
    H:=0;
```

На языке C++ реализованы алгоритмы формирования байтовых срезов, а также алгоритмы поисковых операций (проверка на равенство, неравенство, больше, меньше и др.) с числовыми и текстовыми операндами для МБД.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о возможности сокращения времени выполнения операций в информационной системе энерго-диагностического центра при ее программной реализации.

Полученные процедуры могут быть использованы для последующей реализации информационной системы на основе МБД, например, программным способом, используя постреляционную NoSql документоориентированную базу данных MongoDB.

## Библиографический список

1. Озкарахан Э. Машины баз данных и управление базами данных. – М.: Мир, 1989. – 696с.

## **СЕКЦИЯ «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ»**

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВКЛЮЧЕНИЯ ВИБРАЦИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ ПРИ ЛИТЬЕ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ**

В.А. Пшеничников

Научный руководитель – Мусолин А.К., д-р техн. наук, профессор

Литье по газифицируемым моделям, как правило, состоит из двух этапов: первый этап включает в себя производство детали из полистирола, на втором этапе происходит отливка детали.

Рассмотрены вопросы автоматизации процессов при производстве модели из полистирола и её отливки.

Процесс отливки начинается с загрузки детали из полистирола в опоку, которая представляет собой контейнер, и засыпки её формовочным песком. Для уплотнения используется вибрационный механизм в виде «вибрационной подушки» с помощью которой песок занимает все пространство вокруг детали и не даёт расплаву прорвать антипригарное покрытие модели из полистирола.

Вибро подушки имеют особую конструкцию, которая обеспечивает движение песка в контейнере как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях. Служит это для лучшего обеспечения процесса уплотнения [1].

После отливки и остывании детали настает этап удаления формовочного песка из опоки. Сперва оператор на программируемом логическом контроллере (PLK) включает специальный двигатель, который приводит в движение конвейер под опоками для доставки песка в зону хранения. Далее открываются задвижки на дне опоке и включается вибрационный механизм, с помощью которого весь формовочный песок удаляется из контейнера и попадает на конвейер.

В конце конвейера установлен вибро рассеиватель, в котором происходит отделение песка от литейного мусора. Далее формовочный песок поступает в бункер – охладитель, где с помощью вентилятора очищается от пыли и мелких фракций песка. После прохождения циклов очистки он транспортируется в камеру регенерации, откуда попадает вновь на участок формовки. Таки образом получается безотходное производство.

Разработаны алгоритм и схема включения вибрационных механизмов, графически показана работа автоматизированных систем.

1. Журнал «Всё в печь» № 11 (77), 2010.

### **ТИПЫ ДАТЧИКОВ ИЗМЕРЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА НА ФРЕЗЕРНОМ ОБРАБАТЫВАЮЩЕМ ЦЕНТРЕ**

Н.Ю. Дронов

Научный руководитель – Н.В. Грибов, канд. техн. наук, доцент

На сегодняшний день, сложно представить промышленное предприятие без станков с числовым программным управлением. Данные станки

поддерживают уровень конкурентоспособности компании, за счет своей стабильности и производительности. Но для того, чтобы оставаться на рынке, предприятиям необходимо увеличивать требования к точности деталей при этом сокращая затраты на их производство. Точность деталей напрямую зависит от точного замера режущего инструмента. На современных фрезерных обрабатывающих центрах, на смену ручному замеру инструмента пришли специализированные датчики измерения. Рассмотрим их типы и принцип их действия.

Существуют лазерные и контактные датчики.

Лазерные датчики состоят из источника и приемника лазерного излучения. Данные датчики имеют систему обдува рабочей площади от стружки и СОЖ. Подключается к станку с помощью одного кабеля. Принцип действия таков: при нажатии кнопки измерения инструмента, подается сигнал датчику о выполнении операции, датчик, после получения сигнала сообщает системе о его готовности, после чего включается внутренний цикл измерения, прописанный разработчиком. Инструмент позиционируется по запрограммированным координатам и начинает опускаться до тех пор, пока не наступит пересечения лазерного луча кромкой инструмента. В момент пересечения луча напряжение на приемнике падает, и цикл измерения останавливается. Система отслеживает, на каких координатах остановился шпиндель и, исходя из этого, вычисляется длина инструмента. Та же самая операция производится при измерении радиуса инструмента, отличие лишь в том, что инструмент наезжает на луч не сверху, а сбоку.

Данные датчики имеют защиту от ложных срабатываний, таких как прерывание луча каплей СОЖ или стружкой.

Контактные датчики рассчитаны на механическое воздействие инструмента на датчик. При измерении необходимо ориентировочно замерить инструмент для исключения врезания его в датчик. Принцип работы таков: при нажатии кнопки замера инструмента, система запрашивает о готовности датчика, после разрешающего сигнала, пришедшего на СЧПУ, начинается цикл измерения. Инструмент опускается на датчик и начинает оказывать на него давление. После того, как встроенный в измерительное оборудование датчик давления покажет определенное значение, цикл останавливается. Система в этот момент определяет координату шпинделя. После этого система вычисляет длину инструмента. Измерение радиуса производится до малейшего касания инструмента измерительного грибка, чтобы исключить его поломку, так как замер производится с вращающимся шпинделем. Измерения заносятся в строку коррекции инструмента.

Все рассмотренные датчики нуждаются в периодической калибровке. Для этого на станке существуют специальные циклы. При этом в ячейку значений вносятся данные калибра, которые станок принимает как эталон.

## **МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ**

К.Ю. Цветков

Научный руководитель – Куличенко Т.А., канд. техн. наук, доцент

Применение микропроцессорных систем в настоящее время возможно в различных сферах деятельности, что объясняется их незначительными габаритами и достаточными показателями работоспособности для решения поставленных задач. Выделяют несколько уровней создания вычислительных систем, на которых возникает проблема повышения показателей быстродействия элементов. На нижнем уровне рассматривается процесс конструирования и изготовления готовых изделий с высокой плотностью компоновки устройств на плате. Из этого следует ряд проблем, требующих решения: значительные расходы на научные разработки, необходимость обеспечения меньшей плотности монтажа для высоко-быстродействующих элементов, необходимость отвода тепла от элементов с высоким быстродействием.

Следующим направлением деятельности по достижению высоких показателей быстродействия станет разработка более совершенных алгоритмов выполнения базовых арифметических операций (сложение, умножение, деление). Успешные научные работы приведут к созданию быстродействующих комбинационных схем, которые смогут давать достоверный результат вычислений, но за меньшее время и с минимальным числом итераций.

Решением проблемы повышения быстродействия вычислительных систем может стать особая организация памяти. Речь идет о сокращении затрат времени при работе с оперативной памятью путем структурирования данных за счет их разбиения на модули, работа с которыми может вестись одновременно. Также можно повысить скорость работы памяти за счет добавления дополнительного числа внутренних регистров. В данном случае могут возникнуть ситуации, в которых между процессором и памятью возникнут конфликты, связанные с различными частотами работы шин данных, что потребует добавления других элементов для согласования рабочих показателей.

Завершающим способом повышения быстродействия систем является увеличение числа параллельно выполняемых операций [1], что требует значительного усложнения алгоритмов работы внутренних элементов микропроцессоров.

Рассмотренные выше подходы относятся как к аппаратной, так и логической организации структуры микропроцессорных систем. В настоящий момент затрачиваются значительные усилия для решения этих задач. Прежде всего, речь идет о работах на программном уровне, который содержит в основе грамотно построенные алгоритмы работы устройств.

### *Библиографический список*

1. Б. З. Шмейлин, Е. Я. Попкова, "Повышение производительности микропроцессорных систем путём эффективного использования кэш", Системы и средства информ., 2006, № 16, 496–510.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА В ЗАДАЧАХ МАРШРУТИЗАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

А.И. Гончаров, А.Я. Кучеренко

Научный руководитель – Дятлов Р.Н., канд. техн. наук, доцент

В данной статье мы рассмотрим возможность применения генетического алгоритма при решении задач выбора оптимального маршрута беспилотного летательного аппарата (БПЛА) при выполнении автономного полета.

Актуальность выбранного направления для исследования заключается в нарастающей тенденции применения беспилотных авиационных систем. В частности интересует использование БПЛА в качестве устройства, следящего за возникновением пожара. Использование автоматизированного планирования маршрутов облета – залог эффективной работы всей системы.

Беспилотный летательный аппарат - это искусственный объект для многократного использования не имеющий на борту человека-пилота, который самостоятельно перемещаться в пространстве и выполняет различные задачи при помощи управляющей программы или дистанционного управления.

Использование малогабаритных беспилотных летающих пожарных роботов благодаря высокой маневренности на низких скоростях и меньшей ограниченности в передвижении позволяет повысить эффективность контроля над возникновением пожара внутри помещений сложной конфигурации

Тенденция к созданию автономных беспилотных авиационных систем приводит к поиску методов и разработке алгоритмов по оптимизации выбора маршрута полета БПЛА, разработке алгоритмов обработки информации, поступающей с систем машинного зрения. Целью исследования является разработка методов, систем и алгоритмов обработки информации для автономного управления летательным аппаратом.

Для определения оптимального маршрута движения беспилотного летательного аппарата возможно использование генетического алгоритма (ГА). Основной структурой, которой манипулирует генетический алгоритм, является хромосома. В общем виде это вектор, в котором каждый компонент является символом из алфавита  $A$ . Предварительно сгенерированное множество таких строк называются популяцией. Популяция, при помощи мутации и скрещивания, подвергается процессу репродукции, во время которого она постепенно преобразуется.

В качестве входных величин необходимо задать массив опорных точек, через которые должен пролететь БПЛА, а также указать точку, из которой он будет запущен. Для каждой точки в пространстве определим три координаты:  $x$ ,  $y$  и  $z$ .

К исходным величинам можно отнести те параметры алгоритма, которые характеризуют размер популяции и процент новых особей. Под особью понимается любой маршрут коммивояжера. Он является из себя массив последовательности опорных точек, причём самая первая и самая последняя точка будут являться точками вылета БПЛА. Получается, что каждая особь

имеет размер, равный количеству опорных точек + 1. Закодированные решения хранятся в множестве называемом популяцией.

Работа алгоритма заключается в том, что задаётся матрица расстояний, определенной размерностью  $n$  на  $n$ , где  $n$  – это маршрутные точки. Расстояния между  $i$ -й и  $j$ -й точками, рассчитанные по координатам, записываются на пересечении  $i$ -й строки и  $j$ -го столбца данной матрицы.

Далее вычисляется путь для каждой особи. Для этого складываются расстояния между опорными точками, содержащимися в особи. Теперь, когда для каждой сгенерированной особи известна длина пути, массив сортируется от особи с самой меньшей длиной пути до особи с самой большей. Таким образом, самая первая особь в массиве популяции будет иметь самый короткий путь. Однако это будет не самый оптимальный маршрут, а всего лишь лучший из первых, случайно сгенерированных.

Сам маршрут определится через цикл, который будет работать до тех пор, пока пользователь не остановит его. Этот цикл будет создавать новые популяции основе предыдущих, затем опять будет проводиться сортировка и последующие этапы.

Для того, чтобы сгенерировать новую популяцию в цикле осуществляется скрещивание двух особей, взятых из ранее созданной популяции, сформированной на итерации, затем последующих двух, и так до тех пор, пока количество особей остаётся меньше заданного в начальных параметрах процента новых особей. При кроссинговере двух особей получаются две особи. Новый массив популяции пополняется за счёт новых особей, которые попадают в конец массива. Таким образом, происходит замещение особей с маршрутами большой длины на новые.

Преимуществами данного метода являются наглядность и относительная простота реализации, отсутствие высоких требований к производительности технического оборудования, а также то, что система может использоваться для вещественных входных переменных.

## **ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ ПЛАТ ARDUINO**

С.А. Беспелюхина

Научный руководитель – Мусолин А.К., д-р техн. наук, профессор

Современное развитие роботизированного оборудования происходит стремительно быстро, так как его внедряют и применяют во многих сферах человеческой деятельности. Создание подобных систем производится на различных современных контроллерах.

На сегодняшний день существуют такие технические продукты, позволяющие будущим специалистам изучать и применять свои знания на практике с помощью таких платформ как Arduino.

Arduino – одна из популярнейших микропроцессорных плат, основными преимуществами которой являются:

- стоимость (в сравнении с аналогичными платами);
- надежность (простое и отказоустойчивое устройство);
- энергопотребление (позволяет использовать бюджетные источники питания);

– программное сопровождение (все программы для работы с Arduino находятся в открытом доступе).

Процесс программирования Arduino производится на специальном разработанном языке Wiring, который является разновидностью языка C++. Он включает в себя:

- операторы;
- данные;
- функции;
- библиотеки.

В результате получается программа называемая скетч.

Разработка собственных скетчей, совместимых с архитектурой Arduino, осуществляется в официальной бесплатной среде программирования Arduino IDE. (рисунок 1).



Программа Arduino IDE

В представленной программе создается скетч. В момент сохранения и экспорта проекта в области сообщений появляются пояснения и информация об ошибках. Окно вывода текста показывает сообщения Arduino, включающие полные отчеты об ошибках и общую информацию. Кнопки панели инструментов позволяют проверить и записать программу, создать, открыть и сохранить скетч, открыть мониторинг последовательной шины [1].

1. Петин В. А., Проекты с использованием контроллера Arduino. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014. — 400 с.: ил. — (Электроника).

## АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ С МАГНИТНЫМИ УСИЛИТЕЛЯМИ

М.А. Бровкин

Научный руководитель – Синицын И.Е., канд. техн. наук, доцент

Электродвигатель, в статорную обмотку которого включены управляемые дроссели насыщения, в частности, магнитные усилители обладают рядом достоинств по сравнению с обычными асинхронными электродвигателями. Магнитные усилители отличаются высокой стабильностью и работают при колебаниях частоты и напряжения питания  $\pm 18..40\%$  от номинального значения. Такие усилители позволяют обеспечить значительное усиление мощности, обладают более высокой перегрузочной способностью и надежностью, менее чувствительны к изменениям температуры и к радиоактивным излучениям. К недостаткам магнитных усилителей можно отнести значительную инерционность по сравнению с электронными и полупроводниковыми усилителями, связанную с индуктивностью обмоток управления.

Асинхронные электродвигатели, в которых магнитные усилители включены совместно со статором (на спинке статора), называют двигателями усилителями [1]. Обмотки магнитных усилителей уложены в те же пазы, что и основная обмотка двигателя. Управление моментом, развиваемым асинхронным двигателем, осуществляется с помощью магнитных усилителей, от степени насыщения которых зависит напряжение, подаваемое на статорную обмотку асинхронного двигателя. Известно [2], что

$$M_{\text{дв}} = \frac{m_1 U_1^2 r_2' p}{2\pi f_1 s \left[ \left( r_1 + \frac{r_2'}{s} \right)^2 + (x_1 + x_2')^2 \right]},$$

где  $U_1$  – напряжение, подводимое к обмотке статора. Остальные параметры можно принять постоянными. В этом случае имеем

$$M_{\text{дв}} = k U_1^2,$$

$k = \text{const}$  - коэффициент пропорциональности.

Изменяя реактивное сопротивление рабочей обмотки магнитного усилителя, включённой последовательно со статорной обмоткой, изменяется  $U_1$  – напряжение, приложенное к статорной обмотке. Тем самым изменяется момент и скорость вращения асинхронного двигателя. Так как необходимая мощность для управления магнитным усилителем невысока, то управление ими можно осуществлять непосредственно с устройств системы управления асинхронного электродвигателя.

### Библиографический список

1. Кацман М.М. Электрические машины. 12-е изд. перераб. и доп. «Академия», 2013. 495 с.
2. Ильинский Н.Ф. Основы электропривода: учеб. пособие для вузов. М.: МЭИ, 2003. 224 с.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ВСПЕНИВАНИЯ ПОЛИСТИРОЛА**

В.В. Васюков

Научный руководитель – Синицын И.Е., канд. техн. наук, доцент

В технологии литья по газифицированным моделям стали применять полистирол. При данном способе отливки модели не удаляются из формы, газифицируются под действием тепловой энергии металла, заливаемого в форму. Технология позволила повысить точность литья при уменьшении затрат на оборудование и материалы. Для получения высокого качества материала производится автоматизация установки предварительного вспенивания полистирола.

Модернизация охватывает как конструктивные изменения установки, так и расширение возможностей системы управления.

В процессе разработки автоматизированной системы управления процессом предварительного вспенивания полистирола для изготовления газифицированной модели для литья было проанализировано руководство по эксплуатации и электросхема, подобрано оборудование, разработаны принципиальная и электрическая схемы, написана программа управления на языке релейно-контактных схем (LD) и разработан человеко-машинный интерфейс в виде проекта окон панели оператора.

В ходе работы выбран промышленный контроллер DVP-SX2 фирмы Delta Electronics с модулем расширения (DVP16SP11), обладающий дискретными и аналоговыми входами и выходами, который является основой системы управления рассматриваемой установки.

Процесс вспенивания проходит в три этапа при разных скоростях вращения активатора. Для регулировки частоты его вращения выбран преобразователь частоты VFD-C2000 марки Delta Electronics.

Для ввода-вывода параметров установки, а также для выдачи текстовых сообщений и индикации использована панель оператора DOP-B05S111 указанной фирмы.

Разработаны пульт управления установкой, который содержит органы управления, принципиальная схема, включающая в себя все элементы установки и связи между ними, а также электрическая схема установки.

Алгоритм программы условно можно разделить на две части. Первая, с неизменной структурой, отображающей работу контроллера в общем случае, представляет собой циклическое выполнение операций чтения входов, выполнения тела программы процессором и запись выходов пока на него подано напряжение питания. Вторая часть - непосредственно тело программы, состоящее из написанных функций, и цепочек на языке РКС.

Работа по программированию контроллера DVP SX-2 на языке LD – языке релейно-контактной логики – выполнялась с помощью программного обеспечения фирмы Delta Electronics для разработки систем автоматизации на основе программируемых логических контроллеров Delta.

Программа представляет логические операции как электрическую цепь с замкнутыми и разомкнутыми контактами.

В работе использовалось программное обеспечение фирмы Delta Electronics для разработки человеко-машинного интерфейса в виде окон панели оператора.

## АЛГОРИТМ ПРОВЕРКИ ЦЕПЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЛАТЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИФТОМ

А.А. Рябенко, А.Н. Паршков

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

Плата управления (ПУ-3) лифтом является главным контролирующим органом в работе подъемника. ПУ-3 обеспечивает безопасную эксплуатацию лифта, что достигается постоянным контролем всех цепей, управляющих узлов и агрегатов подъемника. Для корректной работы данной системы необходимо проводить плановые проверки самой платы ПУ-3. Для этого используются специализированные стенды проверки. Основной алгоритм работы стенда приведен ниже:

1. Инициализация микроконтроллера и вычисление контрольной суммы необходимы для проверки работы самого стенда и исправности заложённой в микроконтроллер программы;

2. Определение конфигурации платы позволяет убедиться в правильном подключении и совместимости ее со стендом;

3. Тест ОЗУ оценивает работоспособность этого элемента;

4. Проверка наличия и уровень питающих напряжений проверяет силовые узлы платы;

5. Анализ обработки аналоговых сигналов включает в себя проверку целостности электрических цепей платы (диоды, оптопары, транзисторы и т.д.), и осуществляется путем имитации стендом ШИМ сигналов, поступающих с датчиков (верхнего и нижнего этажей, точной остановки, охраны шахты и т.д.) и проверкой правильности их преобразования и обработки;

6. Проверка определения направления движения, тест узла контроля дверей кабины, анализ скорости движения кабины, анализ линейных пускателей осуществляется также с помощью имитации штатных сигналов и контроля их обработки;

7. Проверка исправности УКСЛ (устройство контроля скорости лифта) включает в себя проверку наличия питания  $\pm 24$  В на узле платы, отвечающем за контроль уровня сигнала от УКСЛ;

8. Тест Flash памяти оценивает работоспособность данной микросхемы. Однако в отличие от ранних версий плат ПУ-3, сейчас используется микроконтроллер с внутренней Flash памятью. Поэтому и для проверки платы мы будем использовать аналогичный микроконтроллер. Значит, этот пункт алгоритма можно объединить с первым пунктом.

После выполнения вышеприведенного алгоритма, стенд выводит на цифровой индикатор либо код ошибки (если произошел сбой в работе) соответствующий неисправности, либо информацию об исправной работе платы.

# РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ИЗ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА

К.А. Максимов

Научный руководитель – Миловзоров О.В., к.т.н, доцент

Технологический процесс производства отливок по газифицируемым моделям, который в конце XX века получил широкое применение в промышленно развитых странах и в настоящее время считается одним из самых перспективных способов литья, является одним из новейших способов производства отливок. [1] Литьё по газифицируемым моделям — способ получения отливок, использующий модель, изготовленную из материала, который газифицируется при заливке расплавленного металла в литейную форму. Самым распространённым материалом для моделей является пенополистирол. [2]

В ходе работы была разработана структурная схема АСУ ТП для цеха по изготовлению моделей из пенополистирола. Согласно разработанной схеме, АСУ ТП имеет централизованно-рассредоточенную структуру. Все исполнительные устройства, а также рассредоточенные программируемые логические контроллеры (ПЛК) подключены к центральному ПЛК. Центральный ПЛК выполняет программу работы цеха в целом, отвечает за включение и отключение исполнительных устройств, позволяет контролировать и регулировать их параметры. Рассредоточенные ПЛК выполняют программы работы конкретных установок и передают информацию о контролируемых параметрах на центральный ПЛК. К центральному ПЛК подключена панель оператора с человеко-машинным интерфейсом, которая выполняет роль SCADA-системы.

Для построения разрабатываемой концепции АСУ ТП выбрано использовать оборудование и программное обеспечение для автоматизации производства фирмы Siemens.

Расходы денежных средств цеха при внедрении разрабатываемой АСУ ТП составляют 6,465 млн. руб. Исходя из ранее проведённых исследований средний процент брака цеха: 20,8%. После проведения процессов модернизации предполагаемый процент брака должен приблизиться к нулю. Исходя из этого, если учесть, что на этапе производства в «чёрном цехе» процент брака минимален, то выручка от производимой продукции увеличится на 5,2 млн. руб. в месяц. Таким образом затраты на модернизацию окупятся примерно через 1,5 месяца.

Таким образом, процесс модернизации цеха по изготовлению моделей путём внедрения АСУ ТП весьма рентабелен и несёт высокую экономическую выгоду.

## *Библиографический список*

1. Шуляк В. С. Литье по газифицируемым моделям. Спб.: Профессионал, 2007.
2. Литьё по газифицируемым моделям. – [https://ru.wikipedia.org/wiki/Литьё\\_по\\_газифицируемым\\_моделям](https://ru.wikipedia.org/wiki/Литьё_по_газифицируемым_моделям). – (Дата обращения: 11.04.2019).

## **СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ И БИМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА»**

### **СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ И СТИМУЛЯЦИИ МЫШЦ КОНЕЧНОСТЕЙ В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫЙ ПЕРИОД**

К.О. Гальцова

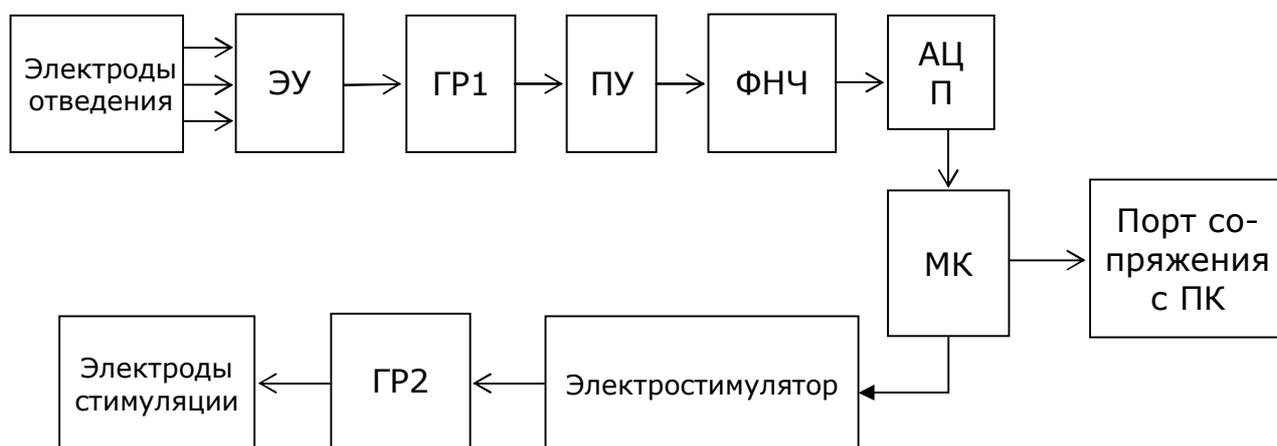
Научный руководитель – Жулев В.И., д-р техн. наук, профессор

Послеоперационный период начинается после проведения операции и заканчивается выздоровлением больного. В данном периоде пациенты проходят курс восстановления функционального состояния мышц, который включает различные методы от физических упражнений до электростимуляции. Диагностика и стимуляция мышц конечностей являются важным процессом в реабилитации больных.

Электромиография – метод диагностики конечностей при различных заболеваниях, позволяет отследить активность мышечных тканей и проанализировать быстроту импульсов в нервных окончаниях в разных состояниях. Оценка состояния мышц происходит по уровню их электрической активности. В исследованиях электромиограмма оценивается по амплитуде, частоте, длительности и форме колебаний. Структура электромиограммы больных сильно отличается от данного показателя у здоровых людей [1, 2]. У больных в послеоперационный период наблюдается резкое снижение активности мышц и в состоянии покоя не удается выявить уровень их электрической активности. Чтобы восстановить активность мышц и предотвратить развитие атрофии, на различных этапах восстановления используется электростимуляция.

Электромиостимуляция – физиотерапевтический метод, относящийся к восстановительному лечению, в основе которого находится воздействие на мышечную и нервную ткани импульсами электрического тока с определенными характеристиками. Под влиянием электрических импульсов мышцы человека сокращаются, причем степень напряжения зависит от характеристик этих импульсов. С помощью электростимуляции можно реабилитировать мышцу, улучшить её показатели в силе и координации. При гиподинамии для лежачих больных появляется возможность поддерживать обменные процессы в мышце, препятствуя ее атрофии. Также электростимуляция позволяет подготовить относительно здоровую мышцу к выполнению физической нагрузки при проведении лечебной физической культуры в период реабилитации [3].

Структурная схема системы диагностики и стимуляции мышц конечностей представлена на рисунке.



#### Схема системы диагностики и стимуляции мышц конечностей:

ЭУ – электродный усилитель, ГР1 – гальваническая развязка 1, ПУ – предварительный усилитель, ФНЧ – фильтр нижних частот, АЦП – аналого-цифровой преобразователь, МК – микроконтроллер, ГР2 – гальваническая развязка 2

Система работает следующим образом. С электродов отведения снимается сигнал низкого уровня, который усиливается электронным усилителем ЭУ. Далее усиленный сигнал поступает на гальваническую развязку ГР1, затем усиливается предварительным усилителем ПУ до уровня диапазона АЦП. Усиленный сигнал фильтруется фильтром нижних частот ФНЧ, который пропускает полосу частот от 0 до 10 кГц. Отфильтрованный сигнал поступает на АЦП микроконтроллера МК, где он обрабатывается. В МК производятся необходимые вычисления, результат которых через порт сопряжения с ПК передается на экран компьютера. Одновременно выходными сигналами МК управляется электростимулятор, вырабатывающий электрические импульсы, которые через гальваническую развязку ГР2 и электроды стимуляции воздействуют на определенные врачом точки стимуляции нервно-мышечной системы пациента.

#### *Библиографический список*

1. Доманский Л.В. Аппаратура для электростимуляции нервной и мышечной систем: исследования, создание и применение // Медицинская техника, 2002.
2. Вайн А. Миометрия в диагностике функционального состояния скелетной мышцы. Тартуский университет, 2002. – 38 с.
3. Калакутский Л.И., Акулов С.А., Федотов А.А. Системы электростимуляции органов и тканей. – Самара, 2012. – 90 с.

## **АЛГОРИТМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ОСАДКИ, КРЕНА И ДИФФЕРЕНТА СУДНА**

К.И. Колбенева

Научный руководитель – Виноградов А.Л., канд. техн. наук, доцент

Целями решения комплекса задач программного обеспечения контроля посадки судна (ПО КПС) являются разработки:

– информационного обеспечения (ИО) решения задач контроля посадки судна проекта;

– математических моделей определения статических составляющих показаний уровнемеров, определения параметров посадки судна по результатам обработки информационных массивов показаний уровнемеров, определения водоизмещения судна в пересчете на статическое положение [1];

– алгоритмов определения параметров посадки судна и расчета водоизмещения судна по параметрам посадки;

– пользовательского интерфейса ПО КПС;

– ПО КПС для АСК серийного судна проекта;

– комплекта программной и эксплуатационной документации.

ПО КПС подразумевает решение следующих задач:

1) прием с частотой не менее 5 Гц измеренных корабельными рефлектотметрическими уровнемерами КРУ – 1Р текущих значений осадки (посредством измерения длины погруженной части чувствительного элемента уровнемеров) судна, полученных от ПО СПУ, для формирования необходимого для расчетов параметров посадки постоянно обновляемого динамического массива данных (текущих значений уровня в виде цифрового сигнала по интерфейсу типа RS-485 по согласованному протоколу сопряжения);

2) расчёт параметров посадки судна (статических составляющих осадок носом и кормой, осадок по правому и левому борту на миделе, углов крена и дифферента, дифферента в метрах) по результатам обработки информационных массивов показаний уровнемеров с основной абсолютной погрешностью [2]: на тихой воде -  $\pm 5$  мм, на волнении - не более 100 мм (уточняется по результатам испытаний);

3) расчёт водоизмещения судна в пересчете на статическое положение (в тоннах и процентах от полного водоизмещения);

4) выдачу в ПО СПУ текущих рассчитанных параметров посадки судна с частотой не менее 2 Гц;

5) выдачу в ПО СПУ массива базы постоянных данных по судну, обеспечивающих выполнение расчетов с помощью ПО КПС.

### *Библиографический список*

1. Клячко Л. М., Острецов Г. Э. Методы автоматизации управления движением корабля. — М.: Изд. «Физико-математическая литература», 2007. — 365 с.
2. Клячко Л. М., Острецов Г. Э. Проектирование высоконадежных систем автоматического управления движением корабля. — М.: Изд. «Физико-математическая литература», 2009. — 139 с.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДА КОРРЕКЦИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОСАДКИ СУДНА

А.С. Трифан

Научный руководитель — Виноградов А.Л., канд. техн. наук, доцент

В судостроении применяются множество сложных приборов и механизмов для поддержания судна на воде суровых условиях. Посадку судна характеризуют различные параметры: осадка на мидель-шпангоуте, угол крена и угол дифферента. Осадка — это расстояние от основной плоскости до точки пересечения ватерлинии по центральной оси судна. Дифферент (от латинского *differens* — разница), разница в осадке (углублении) судна носом и кормой (БСЭ).

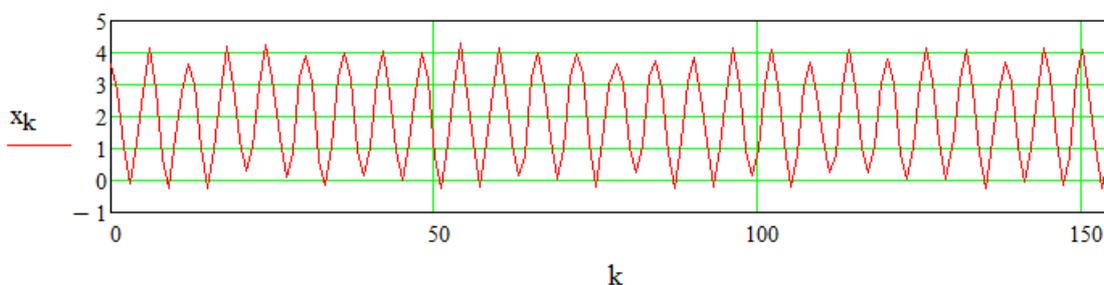
Крен (от голландского *krengen* — класть судно на бок), поворот летательного аппарата, судна относительно продольной оси (БСЭ). Основной задачей судостроения заключается в том чтобы полностью контролировать положения судна относительно горизонта. Для этого представлена модель судна, в которой учитываются показания уровнемеров и инклинометра ИН-Д2.

Аддитивная модель входного сигнала длительностью N отсчетов:  $\underline{N} := 20000 \quad k := 0..N - 1$

Детерминированная гармоническая составляющая:  $\omega_0 := \frac{3\pi}{9} \quad \underline{A} := 2 \quad x_k := A \cos(\omega_0 \cdot k)$

СКО случайной составляющей:  $\sigma := 0.2 \quad a := \sqrt{3} \cdot \sigma \quad a = 0.346 \quad r_k := \text{rnd}(2 \cdot a) - a$

Крен:  $Kr := 2$  Модель входа:  $x_k := x_k + r_k + Kr$



Неизвестные параметры системы:  $b_0 := \frac{-1}{8} \quad b_1 := \frac{1}{4} \quad b_2 := \frac{2}{4} \quad b_3 := \frac{1}{4} \quad b_4 := \frac{-1}{8}$

Начальные условия:  $y_0 := b_0 \cdot x_0 \quad y_1 := b_0 \cdot x_1 + b_1 \cdot x_0 \quad y_2 := b_0 \cdot x_2 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_0$   
 $y_3 := b_0 \cdot x_3 + b_1 \cdot x_2 + b_2 \cdot x_1 + b_3 \cdot x_0$

Выход системы:  $k := 4..N - 1 \quad y_k := b_0 \cdot x_k + b_1 \cdot x_{k-1} + b_2 \cdot x_{k-2} + b_3 \cdot x_{k-3} + b_4 \cdot x_{k-4}$

Рисунок 1 — настройка коэффициентов адаптивного фильтра

Разработана программа, которая корректирует погрешности оценивания параметров посадки судна.

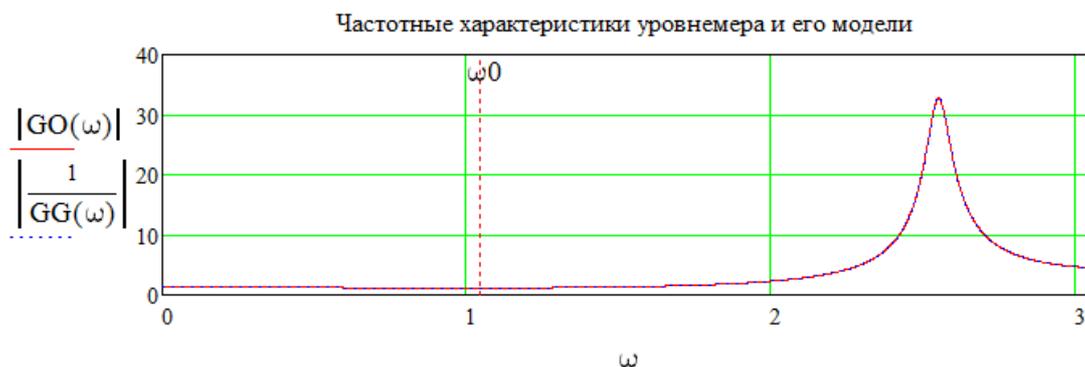


Рисунок 2 — Частотные характеристики уровнемера и его модели

Данная программа учитывает показания инклинометра и уровнемера и компенсирует погрешность измерений. Таким образом, модель показанная на рисунке 4, полностью характеризует положение судна относительно горизонта.

## АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ РАССТОЯНИЯ С ПОМОЩЬЮ АКУСТИКИ

О.И. Чудин

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

### 1. Введение

При разработке различных специальных систем часто возникает необходимость измерять расстояние до объекта. В настоящее время существует несколько методов измерения расстояния: индуктивный, оптический, ультразвуковой [1]. Имеется несколько ультразвуковых методов измерения расстояния: фазовый, время-импульсный, частотный, доплеровский и метод на основе изменения интенсивности колебаний при сносе их потоком [4].

### 2. Влияние температуры на скорость ультразвука

Скорость звука – это характеристика среды, в которой распространяется волна. Она определяется двумя факторами – упругостью и плотностью материала. Так, например, при понижении температуры водорода от 300 до 17 К скорость звука уменьшается от 1300 до 320 м/с [3].

### 3. Зависимость от давления и влажности воздуха

В сухом, чистом и неподвижном воздухе поглощение акустических колебаний имеет наименьшую величину и осуществляется молекулами кислорода. Во влажном воздухе поглощение возрастает, но остается меньшим по величине, чем в турбулентном воздушном потоке.

Скорость распространения  $C$  продольных волн определяется двумя параметрами среды – полностью  $\rho$  и модулем Юнга  $E$  [2]:  $C = \sqrt{E/\rho}$ .

### 4. Влияние скорости потока на распространение ультразвука

В большинстве случаев ось, вдоль которой движется ветер, расположена под некоторым углом  $\alpha$  к оси измерения, на которой располагается объект измерения и ультразвуковой излучатель. Это приводит к некоторому уменьшению времени распространения колебаний, если ветер совпадает

с направлением их распространения, и к его увеличению в обратном направлении. Полной компенсации при этом не происходит, однако, учитывая то, что скорость ультразвука (330м/с), как правило, значительно превосходит скорость ветра, погрешность измерения вследствие воздействия ветра будет незначительна. Так например, при ураганном ветре со скоростью порядка 30 м/с и его фронтальном расположении относительно оси измерений погрешность составит менее 1 %.

### **5. Выводы**

В заключение хотелось бы выделить основные достоинства применения ультразвуковых измерительных устройств: дешевизна, возможность измерения расстояния до оптически прозрачных объектов. К недостаткам следует отнести невысокую по сравнению с лазерными приборами точность, большее число факторов, вызывающих погрешность.

#### *Библиографический список:*

1. Емельянова А. А. Использование ультразвуковых волн для измерения расстояния до объектов // Молодой ученый. – 2016. – №13. – С. 161 – 165. – URL <https://moluch.ru/archive/117/32331/>
2. <http://www.rsmu.ru/fileadmin/rsmu/img/pf/cfim/uzi.pdf>
3. [http://lib.sernam.ru/book\\_phis10.php?id=26](http://lib.sernam.ru/book_phis10.php?id=26)
4. С.Г. Гуржин, Ю.А. Лукьянов, С.В. Никитин Измерение параметров сред Часть 1 Методы измерения параметров, движущихся жидких и газообразных сред: учеб. пособие. – Рязань, РГРТУ, 2010 – С. 24 – 25, 27

## **ОПТИЧЕСКИЙ СПОСОБ РЕГИСТРАЦИИ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ В МАГНИТОТЕРАПИИ**

Н.А. Якименко, С.Г. Гуржин

Научный руководитель – Гуржин С.Г., канд. техн. наук, доцент

При проведении сеансов магнитотерапии большое значение имеет объективный и непрерывный контроль функционального состояния пациента. Одной из быстрых реакций организма на любой вид воздействия является артериальное давление (АД). Использование традиционных методов измерения АД с помощью манжеты в магнитотерапии невозможно по ряду причин: требуется длительный промежуток времени на одно измерение; недопустимо в процессе лечения причинение пациенту болевых ощущений в момент сдавливания манжеты, тем более часто, что может снижать терапевтический эффект и др. В связи с указанными особенностями возникает необходимость разработки оперативных, без болевых методов и средств мониторинга АД [1].

Для получения непрерывной информации об АД пациента в ходе сеанса магнитотерапии предлагается система на базе персонального компьютера (ПК), которая может быть интегрирована в комплекс «Мультимаг» и имеет в своем составе чувствительные оптические датчики (APDS-9008 – фотометрического типа) для регистрации изменений оптической плотности крови в сосудах в моменты сердечных сокращений. Принцип действия датчиков основан на эффекте отраженного светового потока, что практически

снимает ограничения с мест съема информации. Устройство датчиков позволяет также селективно выделять из всех тканей и веществ, встречающихся на пути прохождения света, именно кровеносные сосуды, за счет использования оптических свойств крови, т.е. максимального поглощения зелёного цвета и отражения красного цвета. Поэтому в датчике применяются светодиод, излучающий зелёный свет, и фотоприемник, воспринимающий красный свет. Выходные электрические сигналы с датчиков нормализуются по динамическому диапазону, преобразуются в код и представляются в USB формате с помощью устройства сбора данных NI USB-6008 для ввода в ПК.

В среде графического программирования LabVIEW реализован виртуальный прибор (ВП) канала регистрации сигналов пульсовой волны (ПВ) с двух датчиков [2]. Разработаны подприборы для измерения времени распространения ПВ от одного до второго датчика и вычисления скорости ПВ в соответствии с выражением  $V_{ПА} = L/\tau$ , где  $L$  – расстояние между датчиками,  $\tau$  – время распространения ПВ.

Проектируются подприборы для непрерывной оценки АД косвенным методом и метрологической оценки всего измерительного тракта с представлением результатов.

#### *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.

## **СЕКЦИЯ «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ СЕТОК И ПОКРЫТИЙ В ЗАДАЧЕ КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНОГО СОВМЕЩЕНИЯ**

Е.А. Алтухова

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

Данный доклад посвящен теме совмещения изображений, которая является одной из важнейших задач при решении проблем, связанных с компьютерным зрением. Совмещения изображений применяется во многих областях, в том числе активно изучаемых в настоящее время, таких как автономное управление транспортными средствами или дополненная реальность.

В данной работе исследовались два метода: совмещение с использованием пирамиды изображений и метод поэтапного сканирования.

#### *Совмещение с использованием пирамиды изображений*

Под пирамидой изображений понимается последовательность из  $N$  изображений, где каждое последующее изображение в два раза меньше предыдущего.

#### *Метод поэтапного сканирования*

Метод сканирования области поиска заключается в последовательном переборе всех точек в заданной области и в выборе из них той, в которой значение функции имеет глобальный экстремум. Данный способ имеет наилучший результат, но самую большую трудоемкость, т.к. при размере области сканирования  $N \times M$  количество вызовов целевой функции будет равно  $N \times M$ . Поэтому предпочтительнее поиск с шагом больше 1, а далее уточнение или поэтапное сканирование с целью уменьшения количества вычислений целевой функции. При использовании этого метода на первом этапе область сканирования разбивают сеткой с крупным шагом, проводят сканирование и находят точку с наименьшим значением целевой функции. На втором этапе окрестность найденного экстремума разбивают более мелкой сеткой, проводят на ней сканирование, находят на ней экстремум, уменьшают вокруг него сетку и т.д.

Этот метод позволяет уменьшить вычислительные затраты по сравнению с обычным сканированием при одинаковой точности отыскания экстремума, но появляется опасность «потери» глобального экстремума, особенно на начальных этапах поиска. Поэтому в данном методе очень важно правильно выбрать шаг сканирования.

В ходе исследования увеличения производительности алгоритмов поиска глобального экстремума в методах корреляционного совмещения изображений было выявлено наибольшее увеличение производительности за счет использования метода сопоставления с использованием пирамиды изображений.

## **ВЛИЯНИЕ ТИПОВ СТРАНИЦ НА РАНЖИРОВАНИЕ В ЯНДЕКСЕ**

А.В. Абашин

Научный руководитель – Свирина А.Г., канд. техн. наук, доцент

На сегодняшний день одной из основных задач владельцев сайтов является выход на первые позиций поисковых систем. Для этого многие используют правильное формирование семантического ядра, стараются разместить ссылки на свой сайт у более популярных веб-ресурсов, а также привлекают трафик с помощью рекламы. Но, к сожалению, многие забывают о важной вещи для поисковых гигантов – как влияют типы страниц сайта на поисковую выдачу. В моём исследовании я подробно изучил воздействие типов страниц на сортировку сайтов в поисковой системе Яндекс.

Существует огромное количество подтипов и типов, которые соответствуют паре «запрос-документ». Пользовательские запросы различаются по видам, например они могут быть «геозависимые» и «геонезависимые», что означает различную выдачу результата в зависимости от запроса. Кроме этого, есть и прочие виды запросов, которые формируют итоговую выдачу. Именно по ним в поиске могут выдаваться либо карточки товара, либо видеоматериалы, отзывы, обзоры и т.д. Важно понять, что отдельно страниц и отдельно запросов нет — всегда рассматривается связка запроса и страницы.

На основе собранной статистики, а также своих алгоритмов нейронных сетей поисковая система определяет, какие типы страниц отображать в выдаче. Допустим, пользователю нужно получить подробную информацию о товаре, поэтому он ожидает увидеть в поиске конкретный результат. На этот случай у поисковика имеется задача: ему следует уметь анализировать типы страниц, чтобы направить пользователя, и какие результаты выдать. В итоге мы и получаем в одних случаях ответ от системы – листинги товара, а в других – карточки товара.

Для того чтобы выяснить реальное влияние типизации страниц, нужно собрать статистику по запросам. Поэтому было проанализировано 60 сайтов различных тематик из 30 регионов. По итогу получилось около 15000 запросов в ТОП-10 и 8000 запросов в ТОП-20+. Итого примерно 25000 страниц поисковой выдачи.

Возьмем простые запросы: «деревянные двери цена» и «деревянные двери купить». По запросу «деревянные двери цена» поисковик выдаст только основные страницы, по запросу «деревянные двери купить» поисковик покажет конкретные страницы с ценами. На первый взгляд, запросы одинаковые по смыслу. Но в итоге получается, что создателю сайта нужно будет создать две разные страницы под данные запросы, иначе он не попадёт в выдачу. Если брать сторону SEO, то следует просто сделать две оптимизированные страницы, тогда получится собрать трафик и там, и там. Но с точки зрения пользовательского интерфейса иметь на сайте одинаковые по смыслу страницы в корне неправильно.

На основе анализа данных можно сделать выводы, что для того, чтобы оказаться в лидерах в поисковой выдаче, следует учитывать типизацию страниц. Следует отметить, что лучше всего делать типизацию страниц на этапе проектирования сайта.

## ОРТОГОНАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКЕ ДВУМЕРНЫХ СИГНАЛОВ

А.С. Бастрычкин

Научный руководитель – Костров Б.В., д-р техн. наук, профессор

В настоящее время актуальными являются вопросы устранения информационной избыточности данных простыми и быстрыми методами их сжатия.

В докладе рассматриваются артефакты сжатия изображений в квазидвумерном спектре Уолша [1]. Для исследования были выбраны следующие операции над спектром [2]:

- пороговое исключение составляющих спектра;
- пространственное исключение составляющих спектра;
- квантование составляющих спектра.

При этом были выбраны следующие параметры сжатия: для исключения по порогу и пространственного исключения – 50 %, 90 %, 95 %, 98 % спектра; для квантования – 7 бит, 5 бит, 4 бита, 3 бита, 2 бита на код уровня.

По результатам исследования была сформирована таблица.

Среднеквадратическое отклонение восстановленных после сжатия изображений

<b>Степень сжатия/ Тип операции</b>	<b>50% 5 бит</b>	<b>90% 4 бит</b>	<b>95% 3 бит</b>	<b>98% 2 бит</b>
<b>Пороговое</b>	7,35	24,17	28,9	34,1
<b>Пространственное</b>	14,8	29,9	33,67	37,5
<b>Квантование</b>	14,5	31,3	59,2	84,7

Однако также следует отметить визуальный эффект артефактов сжатия: пороговое исключение составляющих спектра разделяет изображение на прямоугольные области с потерей мелких деталей. Пространственное исключение составляющих спектра разделяет изображение на более крупные прямоугольные области. Квантование поднимает изображение по яркости и зашумляет его, однако, несмотря на высокое по сравнению с остальными методами СКО, детали изображения остаются различимы в отличие от двух предыдущих методов.

### *Библиографический список*

1. Сжатие изображений на основе ортогональных преобразований / Б.В. Костров, А.С. Бастрычкин // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2016. Вып. 9. С.113 – 118.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. - М.: Техносфера, 2006. - 1072 с.

# **ФОРМИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ С ЗАДАНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА СЕМЕЙСТВА CORTEX M3**

А.А. Богачёв

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

Рассматривается формирование импульсных последовательностей с заданными параметрами на основе микроконтроллеров семейства CORTEX M3. Формирование сигналов происходит с помощью счетчиков общего назначения, количество которых варьируется от 2 до 4 в зависимости от модели микроконтроллера. Управление параметрами сигнала реализуется через изменение значений управляющих регистров [1], таких как:

1) регистр управления основного счета CNTRL – позволяет включить основной счетчик, выбрать режим счета и источник входных сигналов, задать режим записи;

2) регистр управления канала CH\_CNTRL – управляет режимом работы канала, параметрами формирования выходных сигналов;

3) регистр управления CH\_CNTRL1 – программирует формирователи и буферные усилители выходных сигналов – прямого и инверсного;

4) регистр управления CH\_CNTRL2 – контролирует работу вспомогательного регистра захвата CCR1 и программирует селектор захвата.

Каждый таймер содержит по 4 канала сравнения/захвата, каждый из них получает значения из CNT. Каждый из этих каналов может принимать или передавать сигналы. Т.е. микроконтроллер имеет широкие возможности для работы с сигналами.

Далее был рассмотрен вопрос реализации на языках СИ и Ассемблер. У каждой реализации на определенном языке есть плюсы и минусы. Ассемблер позволяет более тонко формировать код программы и иметь возможность максимально эффективного использования ресурсов, но разработка на нем требует относительно большого времени по сравнению с разработкой на СИ с использованием периферийных библиотек. Использование же периферийных библиотек позволяет очень сильно упростить и ускорить разработку и работы по формированию сигналов с разными параметрами. Использование того или иного языка целесообразно выбирать исходя из ситуации, но для разработки, где не требуется максимально эффективно использовать ресурсы микроконтроллера, целесообразнее писать на языке СИ с использованием периферийных библиотек.

1. Кистрин А.В., Устюков Д.И., Ефимов А.И. Микропроцессорные системы. Программирование микроконтроллеров ARM CORTEX-M3. – М.: КУРС ИНФРА-М, 2018. – 124 с.

## **АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА NAGIOS**

Е.В. Бармин

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

Работу большинства современных организаций невозможно представить без соответствующей системы мониторинга ИТ-инфраструктуры. Своевременная идентификация неисправностей и скорейшее восстановление работоспособности сетевой инфраструктуры способствуют более стабильной работе предприятия.

Выбор системы мониторинга довольно сложный процесс, и следует принять во внимание следующие пункты:

- масштабы сетевой инфраструктуры организации;
- виды установленного сетевого и серверного оборудования;
- доступные ресурсы для развертывания;
- наличие специализированного персонала;
- функциональные возможности системы мониторинга.

Все эти пункты составляют примерный план для выбора той или иной системы мониторинга. Соответственно он может меняться, чем подробнее имеется представление о ИТ-инфраструктуре, тем более подходящую систему мониторинга можно будет подобрать для эффективной работы сети.

Существует множество различных систем для мониторинга инфраструктуры информационных технологий, вот некоторые из них:

- PRTG;
- Zabbix;
- The Dude;
- Nagios.

Какие-то из них полностью являются коммерческими реализациями, другие бесплатны, и их разработчики предоставляют платную техническую поддержку своего продукта. А другие содержат как бесплатные, так и коммерческие реализации. Это позволяет продвигать free-версии, давая возможность ознакомиться с базовым функциональным набором системы, и расширенные версии программного продукта, которые содержат временный период работы в полнофункциональном режиме, давая возможность опробовать весь имеющийся функционал системы мониторинга.

Проанализировав возможности систем Zabbix и Nagios, понимаем, что первая из них подходит для начинающих инженеров мониторинга (хотя это никаким образом не относится к функциональности системы), позволяя проводить все модификации при помощи web-интерфейса, что значительно упрощает администрирование Zabbix.

Напротив, развертывание системы мониторинга Nagios и последующее управление значительно сложнее. Систему необходимо скомпилировать из исходных кодов, и настройка Nagios Core проводится при помощи редактирования конфигурационных файлов. Коммерческая версия Nagios XI лишена подобного ограничения, и для администрирования доступна возможность управления через браузер. В текущем контексте для работы с системой требуется более опытный специалист мониторинга.

Учитывая все вышесказанное, требуется помнить, что какую бы систему ни выбрал инженер, необходимо всегда помнить об информационной безопасности ИТ-инфраструктуры.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНИКОВ И СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ВУЗАХ**

П.П. Брусник

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

Доклад посвящен вопросам использования современных информационных технологий создания электронных учебников и систем дистанционного обучения в вузах.

Главная цель доклада – рассказать о современных технологиях, применяемых в процессе организации учебного процесса, выделить их преимущества и недостатки.

В докладе были рассмотрены основные преимущества применения электронных учебников и систем дистанционного обучения в процессе обучения студентов, а именно: экономия времени как студентов, так и преподавателей, возможность получения образования лицам с ограниченными возможностями, возможность использования электронных средств обучения совместно с традиционными методами, что, несомненно, повышает качество образования в целом.

В качестве примера использования нового подхода в организации учебного процесса предложены следующие элементы:

1. Разработка ЭУ для освоения направления «Информатика и ВТ» и «Бизнес-информатика» по курсам «СПО», «ОС». Электронный бизнес», «Архитектура ПК». Выбор структуры ЭУ. Обоснование выбора инструментальных средств (язык гипертекстовой разметки HTML), основные тэги. Навигация по ЭУ.

2. Внедрение курсов «СПО», «ОС», «Электронный бизнес», «Архитектура ПК» в СДО « Moodle».

3. Описание состава дистанционного курса на примере «СПО» в СДО РГРТУ.

Рассмотренные в докладе информационные технологии в образовании внедрены в РГРТУ и позволяют организовать процесс обучения по направлениям подготовки 09.03.01 «Информатика и ВТ» и по 38.03.05 «Электронный бизнес». На 4 дистанционных курсах («СПО», «ОС», «Электронный бизнес», «Архитектура ПК») получены Свидетельства о регистрации электронного ресурса. Использование СДО «Moodle» позволяет более эффективно осваивать сложные учебные курсы как для очной, очно-заочной, так и для заочной форм обучения.

# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ OPENMP В МЕТОДАХ РЕДУКЦИИ РАЗМЕРНОСТИ ПРИ КОРРЕЛЯЦИОННОМ СОВМЕЩЕНИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В.В. Булгаков

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

Обработка изображений в настоящее время применяется во многих отраслях. Одна из отраслей – применение в системах улучшенного и синтезированного зрения в авиации, а также в дистанционном зондировании земли. Сравнение текущего и эталонного изображений (ТИ и ЭИ) – это сравнение посредством функционала, который принимает экстремальное значение при совпадении положений ТИ и ЭИ. Известно, что при некоторых ограничениях таким функционалом является взаимная корреляционная функция. При совпадении ТИ и ЭИ она должна достигать максимального значения. Поэтому системы, использующие этот принцип, и получили название корреляционно-экстремальных.

Задача совмещения изображений заключается в отыскании соответствия эталонного изображения (ЭИ) текущему изображению (ТИ).

В качестве функции сходства используется наиболее распространённая взаимная корреляционная функция:

$$F(x, y) = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} f_{ЭИ}(i, j) \cdot f_{ТИ}(i+x, j+y)}{\sqrt{\left[ \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} f_{ЭИ}^2(i, j) \right] \cdot \left[ \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} f_{ТИ}^2(i+x, j+y) \right]}}$$

где  $f_{ЭИ}(i, j)$ ,  $f_{ТИ}(i, j)$  – яркость эталонного и текущего изображений в точке  $(i, j)$ ;  $M, N$  – размеры ЭИ [1].

В данной работе был рассмотрен алгоритм редукции размерности на основе кривых Пеано - Гильберта, анализирующий изображение в различных масштабах. Метод был реализован при помощи технологии OpenMP.

В качестве исходных данных использовались радиолокационные изображения с размерами 10 %, 30 % и 50 %. В результате серии проведённых экспериментов было определено существенное ускорение вычислений с применением технологии OpenMP.

При поиске эталонного изображения размером 10 % от ТИ применение технологии OpenMP дало ускорение в 1,9 раза, при поиске ЭИ 30 % от ТИ – в 2,02 раза.

Отсюда следует, что при соотношениях ЭИ и ТИ 10 % и 30 % применение технологии OpenMP ускоряет вычисления в 2 раза.

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.

## **КЛАСТЕРИЗАЦИЯ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ**

А.А. Вьюгина

Научный руководитель – Свирина А.Г., канд. техн. наук. доцент

В настоящий момент беспроводные сенсорные сети (БСС) получили широкое распространение во многих отраслях: медицина, военное применение или исследование и анализ состояния окружающей среды. Они представляются множеством датчиков и исполнительных элементов, объединённых между собой. Связь между сенсорными узлами осуществляется через беспроводную сеть, область построения которой может достигать до нескольких километров благодаря способности ретрансляции сообщений от одной точки к другой [1].

Одним из главных недостатков таких сетей являются недостаточная энергоёмкость узлов, в результате чего сенсоры могут выбывать из строя, а также вероятность взлома такой сети, но такой недостаток можно решить, используя при построении БСС алгоритм маршрутизации на основе кластеризации. К таким алгоритмам можно отнести: LEACH, TEEN, HEED. Наиболее практичным является алгоритм LEACH.

При выполнении алгоритма LEACH узлы формируются в кластеры и происходит назначение какого-либо датчика головным кластерным узлом. Это происходит за счет того, что каждый узел предлагает себя в качестве головного, сгенерировав значение числа 0 до 1, то есть определенную вероятность. После выбора все узлы начинают посылать собранные данные головному кластерному узлу. Каждый такой узел принимает данные, обрабатывает и отправляет на базовую станцию.

По прошествии периода времени происходит переборка головного кластерного узла. Все исполнительные устройства в кластере имеют порог, соответствующий конкретному числу головных сенсорных узлов в сети. При условии, что сгенерированное число ниже, чем порог, такой сенсорный узел имеет право быть головным в данном жизненном цикле (ЖЦ) беспроводной сенсорной сети, иначе этот узел остается просто членом кластера.

Таким образом происходит перекластеризация, позволяющая минимизировать энергетическое потребление ресурсов узлов.

Алгоритм LEACH обеспечивает сбережение энергии для продления жизненного цикла отдельных узлов и, как следствие, ЖЦ всей сети, а также достоинством является возможность находиться сенсорным узлам в спящем режиме. Обеспечивается равномерный расход энергии сенсорного узла. Это достигается за счет того, что датчик, который был головным узлом в данном раунде, не сможет быть назначен в качестве исполнительного и собирающего узла снова; поэтому для каждого узла нагрузка в виде функции головного узла распределяется равномерно. Использование алгоритма LEACH позволяет лучше обеспечить защиту беспроводной сенсорной сети за счет того, что каждый кластер рассматривается как отдельный блок.

1. Терентьев М. Н. Беспроводные сенсорные сети: учеб. пособие. – М., 2008. – 95 с.

## АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ЭКГ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РИТМА

Е.С. Геращенко

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

В работе рассматриваются алгоритмы, входящие в программную часть системы для контроля сердечного ритма. Аппаратная часть представляет собой одноканальный кардиограф с тремя электродами и разработана в качестве модели, так как для полноценного анализа необходима более сложная конструкция с несколькими каналами. Однако выбранная структура подходит для анализа ритмической составляющей.

Программная часть состоит из алгоритма Пана-Томпкинса и собственного алгоритма анализа скаттерограмм. Алгоритм Пана-Томпкинса определяет, где в сигнале находятся QRS-комплексы. После их обнаружения можно анализировать данные, описывающие форму комплекса, – длину и ширину зубцов, а также площадь под ним. Кроме этого, в результате выполнения алгоритма получается последовательность RR-интервалов, на основе которой выполняется анализ ритма. Эта последовательность представляется в виде скаттерограммы – набора точек, где по оси ординат отложен  $i$ -й интервал, а по оси абсцисс –  $i+1$ . Таким образом, каждой паре интервалов соответствует точка на плоскости. Скаттерограммы имеют типовые формы для различных видов аритмий. Кроме того, существует набор параметров (таких, как положение основного облака точек на плоскости, симметричность и т.д.), оценка которых имеет диагностическую ценность. Для анализа формы скаттерограмм был разработан алгоритм, содержащий следующие этапы:

- выделить в наборе точек группы: основное облако и выбросы;
- присвоить каждой группе маркер положения на плоскости. Для этого плоскость разделяется на 28 квадратов, обозначенных буквами латинского алфавита, и группа описывается последовательностью букв;
- оценить положение и симметричность основного облака, расстояние до выбросов.

Для работы следует предварительно составить набор эталонов, соответствующих типовым аритмиям. При сравнении скаттерограммы с ними можно сделать вывод о её близости к каждому из эталонов и с определённой вероятностью предположить наличие конкретного нарушения.

## СОВМЕЩЕНИЕ РАЗНОРОДНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОЕКТИВНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

А.Н. Гудков

Научный руководитель – Новиков А.И., канд. экон. наук, доцент

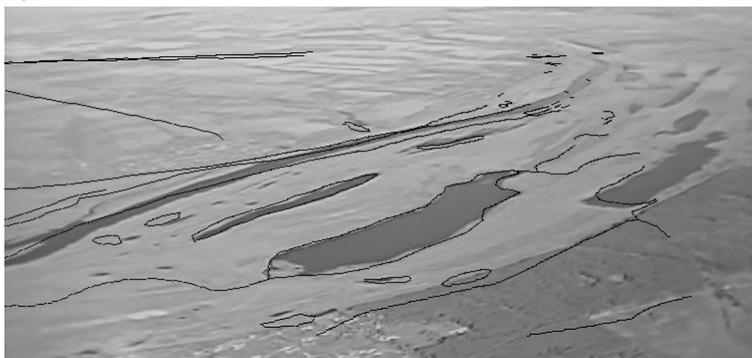
Рассматриваются вопросы совмещения наблюдаемого телевизионного изображения на борту летательного аппарата с изображением, синтезированным по цифровой карте местности [1]. Среди множества известных методов решения этой задачи перспективным является совмещение разнородных изображений с помощью проективных преобразований. Разработанные алгоритмическое и программное обеспечения решения данной задачи включают в себя следующие этапы:

- выбор совмещаемых изображений;
- выделение четырех пар соответствующих 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:

$$\begin{pmatrix} \lambda x \\ \lambda y \\ \lambda \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Для каждой пары соответствующих точек из этого матричного равенства выводится система двух линейных уравнений. В составе матрицы гомографии 8 неизвестных параметров. Значит, для получения корректной оценки этих параметров необходимо как минимум 4 пары соответствующих точек. На рисунке приведены телевизионное изображение и результат совмещения с ним контуров виртуального изображения с помощью проективного преобразования.



Выводы:

- доказана работоспособность алгоритма;
- реализован вариант с выбором соответствующих точек оператором;
- необходимо разработать алгоритм и ПО автоматического выбора соответствующих точек.

1. Обработка изображений в авиационных системах технического зрения/под редакцией Л.Н. Костяшкина, М.Б. Никифорова. - М.: Физматлит, 2016. - 240 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ВЫДЕЛЕНИЯ КОНТУРОВ НА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

В.А. Дерябин

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

Важную роль в обработке цифровых изображений занимают сегментация и выделение границ. Опираясь на недостатки традиционных методов обнаружения границ, учитывая особенности измерения компьютерного зрения, вводим практический метод выделения контуров. Метод сегментации изображения основан на методе серого порога, математико-морфологический метод применяется для устранения дефектов двоичного изображения, контур изображения сохраняется в цепном коде через алгоритм отслеживания контуров. Используя этот метод, можно легко извлечь одну границу изображения толщиной в пиксель.

Особенности этого метода следующие.

Извлечение контура целевого объекта стало основным фактором, влияющим на точность измерения. Поэтому в измерительной системе, основанной на компьютерном распознавании, для обеспечения точности измерения очень важно выбрать подходящий метод извлечения контуров.

Метод обнаружения классического контура – это локальный метод работы, такой, например, как оператор градиента, оператор Собеля, оператор Робертса, оператор Кенни и т.д. Метод имеет преимущества простой реализации, высокую скорость вычислений, но имеет следующие недостатки: обнаруженная граница не может гарантировать толщину в один пиксель, который может появляться на границе изолированного или только небольшого сечения.

Принцип выделения контура методом серого порога. Практический метод выделения контуров. Он использует метод серого порога для сегментации изображения и устраняет дефект бинарного изображения с математическим морфологическим методом. Для этого используется отслеживающая информация цепного кода (chain code), хранящего информацию о контуре, реализующую извлечение контура изображения с краем в один пиксель.

Особенности:

- исходные данные представлены в виде заготовки области фона;
- используются нелинейные фильтрующие свойства математической морфологии для устранения дефектов и шума в двоичном изображении;
- используется метод полых внутренних точек для извлечения контура из двоичных изображений;
- сохраняется информация контура с использованием метода отслеживания цепного кода, чтобы сделать обработку и измерение контура более надежными и удобными.

Опираясь на недостатки традиционных методов обнаружения границ и учитывая особенности измерения компьютерного зрения, можно ввести практический метод выделения контуров, который будет использоваться для устранения дефектов двоичного изображения, выделения контура изображения через алгоритм отслеживания, хранящегося в цепном коде.

# РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ КОММЕРЧЕСКИМИ ПРОЕКТАМИ

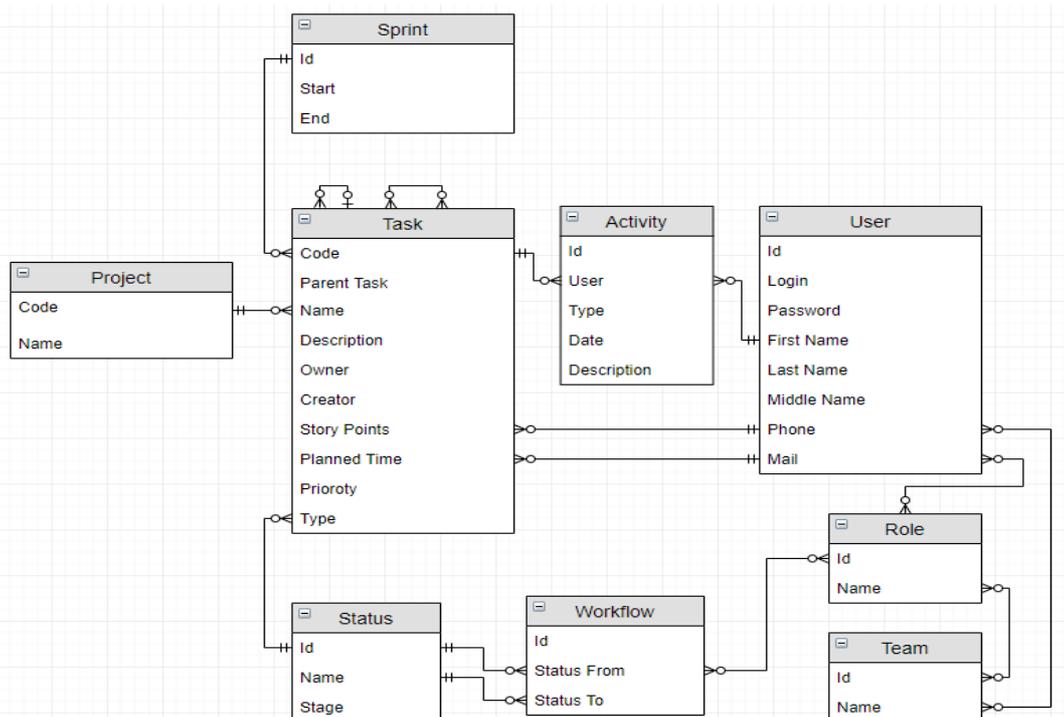
А.И. Карпов

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук

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 было рассказать о разрабатываемом программном решении, предназначение которого – помочь руководителю проекта контролировать распределение и выполнение задач, затрачиваемое на них время и расчет критического пути.

В ходе доклада были сформулированы основные требования к разрабатываемому продукту, такие как: статусная модель задач, иерархичность задач, группировка задач (в проекты, спринты и т.д.), легкая интеграция, многопользовательская работа и ролевая модель пользователей. А также представлена инфологическая модель, обеспечивающая выполнение этих требований (см. рисунок).



Инфологическая модель приложения

Затем было рассказано о диаграмме Ганта, временной диаграмме, которая считается одной из старейших технологий планирования. Второй отмеченной в докладе технологией являлось построение сетевого графа, были описаны его основные элементы и определение термина «Критический путь».

В завершение доклада были описаны применяемые для разработки технологии, такие как ASP.NET Web API для серверной части приложения и React JS для клиентского приложения, объяснены предпосылки выбора и плюсы данных технологий.

## УПОРЯДОЧЕНИЕ БАЗИСНЫХ ФУНКЦИЙ

А.Д. Колесников

Научный руководитель – Костров Б.В., д-р техн. наук, профессор

В настоящее время рост средств вычислительной техники и использование их для обработки привели к использованию преобразований, содержащих в качестве ортогонального базиса знакопеременные и кусочно-постоянные функции. Такие функции можно реализовать аппаратными или программными средствами вычислительной техники. Их применение позволяет свести время обработки машиной к минимуму [1-4].

К ряду таких преобразований отнесены преобразования Уолша, которые широко используются в областях управления и связи. В компьютерной технике эти преобразования используются для анализа и синтеза устройств логического типа, комбинационных схем, которые используют большие и сверхбольшие интегральные схемы, содержащие большое количество элементов, выполняющих различные логические функции. Преобразование Уолша использует кусочно-постоянные функции Уолша, Радемахера, и др., принимающие значения  $\pm 1$  на интервале определения  $[-0,5, 0,5]$  либо  $[0, 1]$ .

Все системы взаимосвязаны и каждую можно получить одну из другой как линейную комбинацию. Например, составной частью системы Уолша является система Радемахера. Все обозначения функций связаны с авторами этих функций:

- функция Радемахера (Rademacher) –  $\text{rad}(k,t)$ ;
- функция Уолша (Walsh) –  $\text{wal}(k,t)$ ;
- функция Пели (Paley) –  $\text{pal}(k,t)$ ;
- функция Адамара (Hadamard) –  $\text{had}(k,t)$ .

Данные системы функций представляют собой системы двоично-ортогональных базисных функций.

Рассматривается комплекс вопросов, которые связаны с применением преобразований Уолша: исследование свойств и применение функций Уолша при выполнении преобразований, а также построение упорядоченных.

### *Библиографический список*

1. Н. Ахмед, Рао К.Р. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов. – М.: Связь, 1980.
2. И.С. Гоноровский. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Советское радио, 1977.
3. Х.Ф. Хармут. Передача информации ортогональными функциями. – М.: Связь, 1975.
4. В.В. Лосев. Радиотехника и электроника, 1980, № 9.

# **ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПРИОРИТЕТОВ АЛЬТЕРНАТИВ В МЕТОДЕ АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ В КОНТЕКСТЕ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ**

И.Н. Кузин

Научный руководитель – Демидова Л.А., д-р техн. наук, профессор

Метод анализа иерархий (МАИ) создан ученым Томасом Саати в 1970 году и является математическим способом системного подхода к решению задач по принятию решений. МАИ предоставляет возможность найти такую альтернативу, которая в наибольшей степени согласуется с представлением сути задачи и условиями к ее решению.

МАИ может использоваться для анализа допустимых схем развития обстоятельств, рассредоточения ресурсов, составления рейтинга покупателей, ведения кадровых решений и так далее.

Однако МАИ лучше всего использовать тогда, когда в большей степени все обосновывается на предпочтениях лица, которое принимает решение, в процессе выбора наилучшей альтернативы решения из множества существующих вариантов [1].

Алгоритм работы программного модуля выглядит следующим образом.

Изначально необходимо построить матрицы попарных сравнений. Элементом матрицы будет являться отношение оценки одного элемента иерархии относительно другого. Далее необходимо вычислить суммы элементов всех столбцов и произвести операцию деления всех элементов матрицы на сумму всех элементов столбца по соответствию. После этого вычисляется средняя величина каждой строки.

В итоге будет вычислен столбец, который задает «веса» критериев с точки зрения поставленной цели. Данный столбец принято называть весовым столбцом критериев по цели. Далее необходимо повторить те же самые действия для матриц попарного сравнения по критериям. Здесь оценки в матрице расставляются по отношению альтернатив друг к другу по какому-либо определенному критерию. Таким образом вычисляются веса с точки зрения соответствия отдельным критериям.

В результате будут определены вектор весов критериев и матрица весов альтернатив по отношению к каждому критерию.

Умножив получившуюся матрицу на вектор, то есть строка умножается на столбец (матрично), можно получить искомый вектор.

Получившийся вектор как раз и будет искомым результатом, и таким образом будут вычислены веса альтернатив с точки зрения достижения цели.

1. Томас Л. Саати, Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.

## НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА В ЗАДАЧЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО СОВМЕЩЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.В. Морокин

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

Решение задачи корреляционного совмещения заключается в нахождении точки корреляции – такой точки на текущем изображении, где значение критериальной функции является максимальным. Для этого существует множество различных алгоритмов. Характеристиками каждого из них являются средняя точность нахождения решения и количество проб целевой функции.

Генетический алгоритм (ГА) – алгоритм оптимизации, относящийся к группе методов искусственного отбора и используемый для решения широкого круга задач оптимизации и моделирования путём последовательного подбора, комбинирования и вариации искоемых параметров.

ГА является универсальным алгоритмом, то есть он может применяться для решения широкого круга задач. ГА также поддаётся настройке согласно решаемой им задаче, что позволяет увеличить эффективность поиска решения. Настройка классического ГА производится с помощью следующих параметров: количество особей в популяции, вероятность мутации особей в популяции, метод селекции лучших особей и метод скрещивания двух особей с целью получения нового решения.

Количество особей в популяции – количество возможных решений, которым оперирует алгоритм на каждой итерации. Это число следует подбирать, балансируя между необходимостью более плотного покрытия пространства поиска и временем выполнения итерации. Мутация – случайное изменение параметров особи – позволяет привносить в популяцию новую информацию, но только если произошедшие изменения улучшили приспособленность особи. Слишком большие вероятности превращают ГА в случайный поиск.

Важнейшими параметрами настройки ГА являются методы селекции и скрещивания. Селекция – это отбор особей в популяции, которые будут подвергнуты скрещиванию. Скрещивание – это процесс получения новых особей по имеющимся предкам. Селекция и скрещивание напрямую определяют, какие особи будут допущены к скрещиванию и каким будет результат этой операции. Существует несколько универсальных алгоритмов селекции и скрещивания. Но всегда можно создать собственные алгоритмы, если того требует решаемая задача.

Итоговые результаты настройки следующие:

Параметр	Значение
Размер популяции N, шт.	100
Вероятность мутации Pm, %	5 %
Метод селекции	Турнирный отбор (на 5 особей)
Метод скрещивания	Линейный кроссовер

При данных параметрах ГА время совмещения приведено ниже:

Малое (300x300)	Среднее (1000x750)	Большое (2048x1152)
0,42 с	0,63 с	6,02 с

## **ОБЗОР И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ CASE-СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

А.С. Перекаатов

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Обсуждается актуальность не коммерческих, бесплатных с ограниченным функционалом или пробным периодом действия CASE-средств для полного или частичного замещения платных программ для проектирования информационных системы (ИС), приводятся достоинства и недостатки данных программных решений.

Рассматриваются различные программные CASE-средства для проектирования ИС, особенностями которых являются охват процессов жизненного цикла и сопровождение ИС, анализ требований к системе и проектирование баз данных (БД) [1], такие как: MySQL Workbench [2], Oracle SQL Developer Data Modeler [3], Valentina Studio [4], SQL Power Architeche, Toad Data Modeler [5] и HeidiSQL.

Выполняется обзор основных функций, необходимых пользователям этих CASE-средств, таких как построение графической модели и сохранение схемы БД в различных графических форматах, отображение модели в различных нотациях и её синхронизация с БД, инжиниринг и реинжиниринг, наличие визуальных инструментов для создания и редактирования объектов, средств экспорта и импорта данных и многие другие функции, необходимые для удобной и правильной работы с такими программами.

Проанализировав наличие большинства требуемых функций у выбранных для обзора и анализа программных CASE-средств для проектирования ИС, сделали вывод о том, что наилучшими результатами по охвату наибольшего количества необходимых функций обладают такие программы, как MySQL Workbench[2] и Valentina Studio[4].

### *Библиографический список*

1. Вендров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. [Электронный ресурс]-<http://citforum.ru/database/case> .
2. Электронный источник: MySQL - официальный сайт проекта MySQL. URL: <https://www.mysql.com> .
3. Электронный источник: Oracle SQL Developer Data Modeler - официальный сайт проекта. URL: <https://www.oracle.com> .
4. Электронный источник: Valentina Studio – официальный сайт. URL: <https://www.valentina-db.com> .
5. Электронный источник: Toad Data Modeler – официальный сайт. URL: <http://www.toadworld.com/products/toad-data-modeler> .

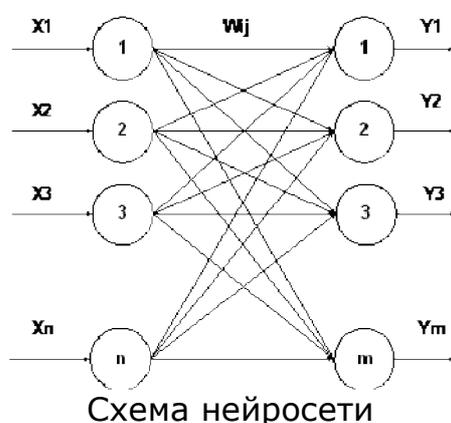
# КРАТКИЙ ОБЗОР АЛГОРИТМОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ. АЛГОРИТМЫ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ЛОГИСТИЧЕСКОЙ РЕГРЕССИИ

А.А. Симонян

Научный руководитель – Ручкин В.Н., д-р техн. наук, профессор

Нейронная сеть – это последовательно построенные нейроны, которые соединены синапсами. Структура нейросети пришла в мир программирования прямоком из биологии.

Нейросеть имеет  $n$  входов и  $m$  выходов. Также имеется матрица коэффициентов весов: их суммарное количество равно произведению количества входов и выходов. Элементы, обозначенные цифрами от 1 до  $m$ , являются слоями нейронов. Первый слой нейросети, на который поступают входные элементы  $X_1...X_n$ , играет роль слоя распределения нейронной сети и имеет связь со всеми нейронами, которые находятся на слое обработки (рисунок).



Простая сеть работает по следующему принципу: сигналы идут со входов и приходят на выходы. Данная структура имеет твердое поведение. Если же нейросеть рекуррентная (т. е. содержит связи, которые могут идти в обратную сторону), то она может быть неустойчивой и трудно обучаться.

Есть ряд задач, которые решаются с помощью нейросетей:

- прогноз на фондовом рынке. Допустим, если знать прогноз погоды на ближайшие дни в одном регионе и в другом, можно узнать в зависимости от скорости и направления ветра, циклона прогноз погоды на ближайший месяц;

- кредит. Допустим, необходимо определить, каков риск предоставления кредита определенному лицу, которое обратилось с такой просьбой.

Нейросеть лучше применять в тех ситуациях, когда существует определенная информация, которая известна, и вы желаете из нее получить какую-то неизвестную информацию на данный момент. Между этими информацией должна быть связь.

## СИСТЕМА ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЯ

А.С. Тарасов

Научный руководитель – Никифоров М.Б., канд. техн. наук, доцент

Одной из актуальных и приоритетных для решения проблем является засыпание водителя за рулем. В 2017 году компания Ford провела опрос среди российских водителей. По статистике 32 % опрошенных засыпали за рулем, 3,8 % из них признались, что просыпались после столкновений или съезда с проезжей части. Около 20 % всех ДТП происходят по причине засыпания за рулем.

В ходе проведённой работы был разработан программно-аппаратный комплекс для определения случая засыпания водителя за рулём.

В основе разработанного комплекса лежит шестиядерный ARM-процессор Rockchip RK3399. Отличительной чертой данного процессора являются низкое энергопотребление и широкий диапазон рабочих температур. Комплекс может работать с одной или двумя камерами параллельно. Дополнительная камера позволяет повысить точность определения состояния глаз.

Алгоритм работы состоит из нескольких шагов, каждый из которых выполняется параллельно на разных ядрах процессора. В первую очередь выполняются поиск и выделение области лица в кадре [1]. После того, как данная операция выполнена, алгоритм использует нейронную сеть [2], которая определяет состояние обоих глаз. 6 ядер данного процессора позволяют одновременно выполнять несколько задач: обработать 2 кадра за интервал и определять, открыты или закрыты на них глаза. Параллельно система решает задачу видеорегистрации водителя и кабины для обеих камер.



Результат детектирования состояния глаз

Разработанное приложение позволяет с высокой точностью определить момент потери внимания водителем и предотвратить засыпание (рисунок).

### *Библиографический список*

1. Бабенко А. В. Эффективные алгоритмы поиска по большим коллекциям изображений: диссертация на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук. Москва, 2017 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.keldysh.ru/council/1/2017-babenko/avtoref.pdf> (дата обращения 01.12.18).

2. Николенко С., Кадури́н А., Архангельская Е. Глубокое обучение погружению в мир нейронных сетей. – СПб.: Питер, 2019. – 480 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ОПЕРАЦИИ СВЕРТКИ ДЛЯ ПОИСКА ПОХОЖИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В.Ю. Тарасова

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время визуальный поиск получил широкое распространение не только в web-сервисах Yandex и Google, но и в более узких областях [1]. Рассмотрим несколько мобильных приложений, позволяющих применить данную технологию:

1. CamFind – поиск объектов по изображению.
2. Photo Sherlock – поиск по изображению.

Недостатком предложенных программных продуктов является отсутствие русскоязычных версий. Для обнаружения совпадений используются базы данных (БД) из сети Интернет. В том случае, если необходимо отыскать в персональных данных фотографии, эскизы, отчеты, применить эти приложения не представляется возможным.

Целью работы является разработка программных средств для обнаружения похожих изображений на персональном компьютере (ПК). Пользователь формирует запрос. Программа выдает последовательность изображений с одинаковым для запроса содержанием и их расположение на ПК или переносном устройстве. Первым располагается максимально похожее, вторым – с меньшей степенью сходства и так далее.

Схема работы систем визуального поиска, как для мобильных приложений, так и для web-сервисов, заключается в формировании метрики для оперативного сравнения двух изображений [1]. Данная метрика должна быть инвариантна к искажениям (поворотам, сжатиям), изменению масштаба. Степень соответствия вычисляется как разность хэшей, сформированных на основе метрики.

В данной работе предлагается рассмотреть применение операции свертки для обнаружения совпадений. Свертка – это линейное преобразование входных данных особого вида, которое организовано таким образом, что за 6 итераций исходное изображение преобразуется в некоторый хэш, состоящий из 512 байт [2]. Данный хэш позволят получить характеристики для сравнения.

Результат работы программы приведен на рисунке. Рамкой отмечен пользовательский запрос (тропинка в лесу), результат – последовательность 5 идентичных фотографий. Время поиска составило 12 миллисекунд.



Результат поиска похожих изображений

Разработанное приложение позволяет осуществить оперативный поиск и помочь пользователю без загрузки его персональных данных в сеть, найти необходимое.

#### *Библиографический список*

1. Бабенко А. В. Эффективные алгоритмы поиска по большим коллекциям изображений: Диссертация на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук. Москва, 2017 [Электронный ресурс] <http://www.keldysh.ru/council/1/2017-babenko/avtoref.pdf> (дата обращения 01.12.18).

2. Николенко С., Кадури́н А., Архангельская Е. Глубокое обучение погружению в мир нейронных сетей. – СПб.: Питер, 2019. – 480 с.

### **ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

Н.С. Михалин

Научный руководитель – Баранчиков А.И., д-р техн. наук, профессор

Рассматриваются вопросы внедрения OLAP-системы для мониторинга на предприятиях ОПК. Попытки внедрения в ряде случаев не приносят ожидаемого результата по следующим причинам:

– отсутствует единая концепция автоматизации производства. Различные подразделения предприятия используют разнородное программное обеспечение;

– отсутствует системный подход к выбору программных продуктов. Программные продукты выбираются на основании не всегда достоверной рекламной информации.

При адаптации OLAP-системы к особенностям конкретного предприятия ОПК могут возникнуть следующие трудности при внедрении:

– отсутствие единой терминологии из-за ориентации на использование западной терминологии;

– высокие требования к аппаратным средствам для обеспечения нужного уровня быстродействия при формировании отчётов.

Предприятия ОПК предъявляют следующие требования к системам:

– низкая совокупная стоимость владения;

– обеспечение требуемого уровня защиты информации;

– надежность поставщика.

Если учесть перечисленные особенности, трудности и требования, которые предъявляются к OLAP-системам предприятиями ОПК, то становится возможным внедрение с минимальным числом проблем.

## **АНАЛИЗ ПРОДАЖ**

Е.С. Терентьева

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

Анализ продаж – это сравнение эффективности продаж с заявленными целями. Тем не менее, компании теперь имеют доступ к проницательным данным, которые позволяют проводить гораздо более глубокий анализ клиентов и продуктовых линеек. Тщательный анализ продаж позволяет сотрудникам отдела продаж оптимизировать эффективность с временем и ресурсами.

Привлечение клиентов обходится многим компаниям дорого, поскольку включает затраты на продвижение маркетинга и время, затрачиваемое на консультации по продажам. Следовательно, понимание особых потребностей клиентов и их целенаправленное решение имеют решающее значение для прибыльности.

Ассортимент продукции также выигрывает от анализа продаж. Ассортимент продукции представляет собой набор решений, предлагаемых в определенной линии. Анализ продаж по всему ассортименту продуктов помогает вам принимать важные маркетинговые и стратегические решения на основе продаж. Если одно конкретное предложение явно является вашей денежной коровой, например, использование его силы для расширения вашего рынка является одной из возможных стратегий. Напротив, компании могут распознавать отстающие продукты при анализе продаж продуктов. В этом случае торговым представителям иногда предлагаются дополнительное обучение, поддержка и стимулы для повышения производительности этих продуктов.

Анализ продаж используется для реализации других типов стратегий и тактик для достижения оптимальной производительности. В некоторых случаях анализ показывает снижение спроса и производительности отдельных продуктов, что дает стимул для снижения цен и очистки запасов. Анализ также важен для новых продуктов или услуг, чтобы отслеживать, достигаются ли результаты для достижения поставленных целей. Признание медленных темпов на раннем этапе дает время для общения с продавцами и обучения их навыкам раннего улучшения продаж, в отличие от ожидания, пока цель не будет достигнута. Представители также используют профили клиентов, чтобы рекомендовать дополнительные аксессуары, обновления или даже различные типы продуктов. Эти расширения продаж могут значительно увеличить доход.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ 3D-МОДЕЛИ

А.А. Терехина

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

В настоящее время 3D-реконструкция объектов находит множество применений, включая дистанционный анализ поверхности земли, моделирование или анализ деталей и другие.

Было рассмотрено создание 3D-модели на основе анализа двух плоских изображений одного объекта – стереопары. При работе с ключевыми точками в контексте данной задачи необходимо использовать подход, дающий инвариантность к повороту. Одним из зарекомендовавших себя алгоритмов в контексте данной задачи является SURF [1].

В данном алгоритме используется матрица Гессе:

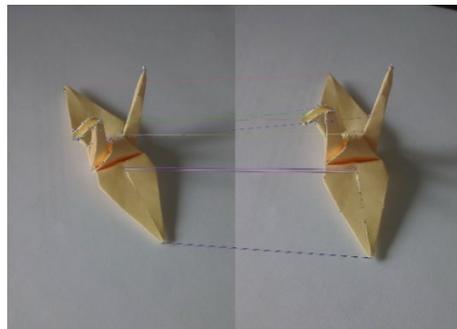
$$Gs(f(x, y)) = \begin{pmatrix} \frac{d^2 f}{dx^2} & \frac{d^2 f}{dx dy} \\ \frac{d^2 f}{dx dy} & \frac{d^2 f}{dy^2} \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Определитель матрицы достигает экстремума в точках максимального изменения яркости. За счет этого достигается инвариантность к поворотам.

Еще одним известным методом для работы с ключевыми точками в контексте задачи построения 3D-реконструкции объекта является ORB [2].

Детектор FAST, используемый в алгоритме, не является инвариантным к поворотам, из-за чего необходимо ввести в алгоритм определение угловой ориентации и вычисление нового положения точки на основе этого.

Пример применения алгоритма ORB приведен на рисунке.



Результат применения алгоритма ORB

Выбор алгоритма зависит от решаемой задачи, объекта построения модели и способа съемки. Алгоритм ORB хорошо подходит для работы с направленной съемкой статичного объекта.

### *Библиографический список*

1. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications. – Springer, 2010.
2. Ethan Rublee, Vincent Rabaud, Kurt Konolige, Gary Bradski ORB: an efficient alternative to SIFT or SURF. – Willow Garage, Menlo Park, California, 2011. – 8 с.

## **РЕАЛИЗАЦИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ «УМНОГО ПОИСКА» В ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ**

Н.С. Тумаков

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

Доклад посвящён вопросу реализации, а также использованию «умного поиска» в электронной коммерции.

Главная цель доклада – рассказать о том, что такое «умный поиск» и зачем он нужен, так как на сайте это уже необходимость, позволяющая не потерять пользователей, которые совершают не только ошибки, но и полностью искажают смысл слов.

Были представлены задачи, которые необходимо решить при разработке «умного поиска»:

- учёт морфологии языка при поиске;
- указание контекста поиска;
- индексирование содержимого сайта;
- механизм ранжирования.

Рассмотрены основные алгоритмы и технологии, которые используются при разработке «умного поиска». Были подробно изложены и проиллюстрированы такие инструменты, как:

- морфологический словарь;
- алгоритм N-грамм;
- расстояние Левенштейна;
- автомат Левенштейна.

N-граммы – последовательность из звуков, букв или слов [1]. Алгоритм на основе N-грамм широко применяется при исправлении орфографических ошибок.

Под расстоянием Левенштейна понимается минимальное количество операций вставки, удаления, замены одного символа, с помощью которых можно преобразовать одно слово в другое [2]. Автомат Левенштейна позволяет значительно экономить память при вычислениях, а также значительно ускорить работу поиска.

Также был разработан и показан демонстрационный вариант «умного поиска», который наглядно иллюстрирует его работу.

### *Библиографический список*

1. N-грамма [Электронный ресурс] (дата обращения 8.04.19) <https://ru.wikipedia.org/wiki/N-грамма> .

2. Расстояние Левенштейна [Электронный ресурс] (дата обращения 7.04.19) [https://ru.wikipedia.org/wiki/Расстояние\\_Левенштейна](https://ru.wikipedia.org/wiki/Расстояние_Левенштейна) .

# **КЛАССИЧЕСКИЙ ПОДХОД ОПТИМИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ, КАК СРЕДСТВО УЛУЧШЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОММЕРЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ**

М.А. Федотова

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

Рассматривается вопрос оптимизации бизнес-процессов как одного из главных инструментов повышения эффективности и результативности деятельности предприятия.

Актуальность данной работы определяется тем, что на сегодняшний день состояние мировой экономики предъявляет высокие требования к качеству продукции и лишь рациональное и эффективное управление даст возможность получить качественный продукт в соответствии с требованиями заказчика. Поскольку быстрая адаптация и перестройка предприятия в соответствии с изменяющимися потребностями бизнеса позволят добиться наибольшей результативности, вопрос оптимизации бизнес-процессов является очень важным.

Оптимизация – это усовершенствование бизнес-процессов предприятия, направленное на достижение поставленных целей и задач с помощью выбора наилучшего варианта их выполнения при воздействующих условиях [1].

Классический подход оптимизации состоит из пяти шагов:

1. Описание модели «как есть».
2. Описание модели «как должно быть».
3. Разработка мероприятий по улучшению деятельности процесса.
4. Внедрение улучшений.
5. Наблюдение за эффективностью модифицированного процесса [2].

При корректном выполнении модификаций бизнес-процессов можно определить следующие результаты:

1. Уменьшение времени на выполнение определенных задач.
2. Улучшение качества производящейся продукции.
3. Сокращение расходов на решение типовых проблем.
4. Повышение удовлетворенности заказчиков.
5. Повышение результативности труда [3].

Таким образом, оптимизация производственного процесса – это долгая и затратная работа, требующая наличия определенных условий. Но, несмотря на это, своевременное улучшение важных бизнес-процессов предприятия гарантирует успешный рост, развитие и победу над конкурентами.

## *Библиографический список*

1. Кучкаров З. Оптимизация бизнес-процессов: пошаговое руководство // Генеральный директор. 2014. № 2.
2. Харрингтон Дж. [и др.] Оптимизация бизнес-процессов. – СПб., 2002. – 320 с.
3. Ковалев С.М., Ковалев В.М. Методы анализа и оптимизации бизнес-процессов // Консультант директора. 2005. № 7 (234).

## **МНОГОМЕРНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ**

М.В. Халявина

Научный руководитель – Баранчиков А.И., д-р техн. наук, профессор

Многомерные базы данных показывают себя наглядными и информативными в системах аналитической обработки данных по сравнению с реляционными. В том числе для систем организаций, бригады которых занимаются ремонтом сложных технических изделий.

Модель многомерных данных можно представить как гиперкуб, по осям которого откладываются значения измерений, а на пересечении измерений образуются факты в виде числовых показателей или ограниченного набора данных. Например, измерения комплектации, адрес ремонта, бригада дадут на пересечении факт в виде предварительной стоимости заявки.

Многомерной модели должны быть присущи агрегируемость, историчность и прогнозируемость. Пример агрегируемости: преобразование даты и времени начала и даты и времени окончания ремонта в одно числовое значение часов, что ускоряет доступ к информации и занимает сравнительно меньшее количество места в памяти.

Многомерным моделям данных свойственны четыре основные операции: срез (данные по одному сотруднику), консолидация, детализация (две обратные операции, когда требуется детализировать до сотрудника или консолидировать до бригады), вращение (данные по заказам просматриваются изначально по бригадам, а потом требуется просмотреть те же сведения в сортировке по заказчикам).

Для многомерных баз данных возможно использование специального языка запросов MXD, также способствующего повышению скорости извлечения данных. С помощью него выполняются запросы «выбрать и вывести», аналоги консолидации и детализации, комбинирование различных кубов по общим измерениям, возврат значений из начала и конца упорядоченного списка и «поворот».

Существуют три основных способа хранения в многомерных СУБД, в зависимости от вида хранения детальных и агрегированных данных: все в многомерном виде, всё в реляционном виде, детальные данные в реляционном виде, агрегированные в многомерном. Гибридная OLAP система позволяет снизить вероятность взрывного увеличения базы за счет хранения в компактном виде данных, представляющих из себя в многомерном виде достаточно разреженный куб, но при этом сохранять высокую скорость запросов к агрегированным сведениям.

Таким образом, использование многомерной СУБД можно считать оправданным, если объем исходных данных (измерений) не слишком велик и достаточно стабилен. Необходим быстрый ответ системы для существенного объема обрабатываемых данных. А система поддержки принятия решений должна быть способна анализировать данные и за месяц, и за несколько лет для обеспечения прогнозируемости и планирования стратегии предприятия в целях повышения прибыли.

1. Костров Б.В. Методология пространственного спектрального анализа изображений в конечных базисах // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. – 2014. – Т. 141, №4. – С. 47-54.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЦИТИРУЕМОСТИ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСА НА ПОИСКОВУЮ ВЫДАЧУ**

М.В. Царамов

Научный руководитель – Демидова Л.А., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается ряд проблемных вопросов по повышению цитируемости интернет-ресурса. Освещаются моменты написания контента, позволяющего ресурсу занимать лидирующие строки по ключевым запросам.

Поисковая оптимизация – вопрос, над которым бьются тысячи SEO компаний по всему миру. Уникальность, содержание и качество материалов на сайте существенно влияют на ранжирование ресурса. Именно поэтому алгоритмы поисковой выдачи постоянно совершенствуются и обновляются. Многие из этих алгоритмов существенно влияют на результаты поисковой выдачи.

Также рассматриваются основные понятия семантики составления ключевых запросов. Рассматриваются вопросы «черного» и «белого» продвижения ресурса.

В случае, когда имеется большое количество исходящих ссылок, необходимо увеличить количество уникального контента. Это поможет избежать санкций от данного алгоритма [1].

При продвижении сайтов недобросовестные SEO специалисты для наращивания ссылочной массы покупают ссылки. Данная методика негативно влияет на ранжирование, т.к. ресурс может попасть под действие алгоритма «Пингвин». Данный алгоритм направлен на обнаружение сайтов с подозрительной активностью в приращении ссылочной массы и применит к ним санкции.

Недопустимо содержание на ресурсе: ссылок, которые были куплены, ссылок с сайтов, содержащих спам, ссылок с неестественными анкерами, ссылок, ведущих со страниц, абсолютно не соответствующих тематике сайта.

Таким образом, для поднятия сайта в поисковом ранжировании необходим уникальный контент, связанный с тематикой страницы, не рекомендуется использовать «черные» методы поднятия сайта, это может привести к большому падению ресурса или его блокировке. При адаптации сайта к той или иной поисковой системе необходимо в первую очередь обращать внимание на ссылающиеся домены, также важным аспектом является грамотный копирайт ресурса.

1. Барсегян А.А. Анализ данных и процессов / А.А.Барсегян, М.С.Куприянов, И.И. Холод, М.Д. Тесс, С.И.Елизаров. – 3-е изд. перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 512 с.

## СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЯ

Р.А. Чирков

Научные руководители – Логинов А.А., канд. техн. наук, доцент,  
Дудко И.С., ст. преп. кафедры ЭВМ

Системы контроля состояния водителя созданы для того, чтобы повысить уровень безопасности всех участников дорожного движения: водителей транспортных средств, их пассажиров и пешеходов.

Контроль самочувствия водителя реализуется с помощью видеокамер, биометрических датчиков, анализатора, который связан с бортовым оборудованием транспортного средства, а также хранилища данных [1-3].

Система «DriverAlertControl» от компании «Volovo» использует две видеокамеры. Одна камера направлена на дорогу, оценивает траекторию движения автомобиля в пределах дорожной разметки, вторая контролирует в каком направлении смотрит шофер, насколько открыты его глаза, а также положение и угол поворота головы.

В условиях плохой видимости количество полезной информации, получаемой с видеокамеры, существенно снижается, поэтому многие автопроизводители применяют биометрические датчики. С их помощью производится измерение пульса, частоты дыхания и температуры ладоней. Дополнительно применяются датчики рулевого колеса, которые выдают показания о скорости его поворота.

Если по прошествии времени определяются, например, начальные стадии физиологического состояния сна водителя, то начинает предприниматься определенный порядок действий по предотвращению дорожно-транспортного происшествия. Система «Attention Assist» от компании Mercedes-Benz выводит иконку в виде чашки кофе с предложением выполнить остановку. В случае игнорирования предупреждения осуществляется кратковременное торможение для того, чтобы разбудить шофера.

В настоящее время системы контроля в основном встраиваются в автомобили премиум-класса, но с высокой долей вероятности можно сказать, что в будущем они будут встраиваться в машины всех классов.

### *Библиографический список*

1. Н.В. Пономарев Автоматизированная система контроля функционального состояния водителя транспортного средства «ТРАНСПОРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ». № 2 (27). – 2010 [Электронный ресурс]. URL:<http://www.rostransport.com/transportrf/pdf/27/22-23.pdf> (дата обращения 03.04.2019).

2. Driver Alert Control [Электронный ресурс]. URL: <https://www.media.volvocars.com/ru/ru-ru/media/photos/12140> (дата обращения 04.04.2019).

3. Система контроля состояния водителя [Электронный ресурс]. URL: <http://systemsauto.ru/active/monitoring-condition-driver.html> (дата обращения 05.04.2019).

## РАСЧЕТ КАРТЫ ДИСПАРАТНОСТИ ИЗ ДВУХ РЕКТИФИЦИРОВАННЫХ СТЕРЕОИЗОБРАЖЕНИЙ

К.И. Шарко

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

Стереозрение является на сегодняшний день одним из самых востребованных направлений машинного зрения. С помощью него можно получить представление о глубине изображения, расстоянии до объектов, составить трехмерную картину окружающего мира.

Для этого используют две и более камер, которые работают синхронно и получают изображение, а специальные алгоритмы их анализируют, чтобы построить трехмерную структуру объекта.

Далее будут приведены базовые методы расчета карты диспаратности из двух стереоизображений.



Рис. 1. Левое и правое стереоизображения

Из-за разных точек расположения камер, объекты в их поле зрения будут отображаться немного в разных местах. Благодаря этому и можно определить расстояние до них с использованием алгоритмов стереозрения. Метод расчета карты диспаратности заключается в простом сопоставлении блоков. Выбираем область пикселей на левом изображении и находим ближайшую подходящую область пикселей на правом изображении.

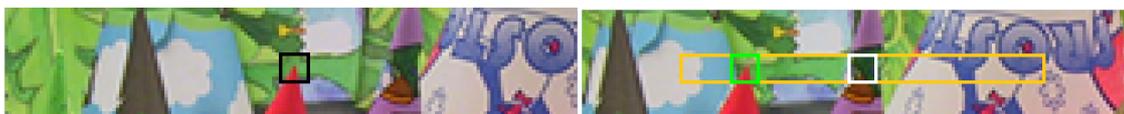


Рис.2. Выбранная область пикселей (черная рамка) на левом изображении и соответствующая на правом (зеленая рамка)

При поиске элемента на правом изображении необходимо начинать с тех же координат, что и на левом изображении. Затем производится поиск вправо и влево до некоторого максимального расстояния. Расстояние между центрами белой и зеленых рамок будет являться несоответствием.

Это дает нам «карту несоответствия», приведенную на рис.3. Пиксели с большими несоответствиями находятся ближе к камере, а пиксели с меньшими диспаратностями находятся дальше от камеры.

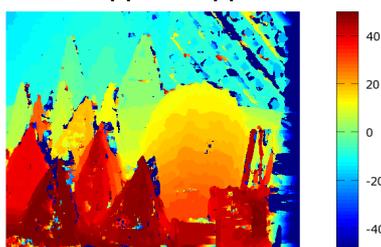


Рис. 3. Карта глубины для сопоставления базовых блоков

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СУБД**

М. У. Э. Г. Гбоу

Научный руководитель – Костров Б. В., д-р техн. наук, профессор

В нашем исследовании предпринята попытка сравнительного анализа современных СУБД [1, 2]. Исследование основывается на сравнении реляционных баз данных (СУБД SQL) и нереляционных баз данных (СУБД NoSQL). СУБД SQL – базы данных, в которых данные хранятся структурированным и организованным образом. Такие базы содержат несколько таблиц со строками и столбцами. Столбцы содержат поля, в которых должны храниться данные. Базы данных NoSQL больше ориентированы на документацию. Это означает, что все данные, содержащиеся в конкретном событии, могут храниться в одном документе.

Сравнения: 1) таблицы SQL вводят более строгую модель данных, что уменьшает количество ошибок. NoSQL – более гибкие, но возможность хранения данных в любом месте может привести к проблемам согласованности; 2) в базе данных SQL невозможно добавить данные до тех пор, пока вы не определите таблицы и типы полей в так называемой схеме. База данных NoSQL может быть более подходящей для проектов, где первоначальные требования к данным трудно определить; 3) в базах данных SQL несколько обновлений могут быть выполнены в рамках одной транзакции, чтобы обеспечить успешное или неудачное выполнение кода SQL.

СУБД NoSQL регулярно отмечают как более быстрые, чем SQL. И это не удивительно. Но избыточность информации значительно увеличивает время выполнения операции обновления.

Таким образом, «документо-ориентированные» базы данных не являются по своей сути быстрыми. В результате общие требования к дизайну проекта и организации данных будут иметь решающее значение еще до выбора СУБД. Хорошо спроектированная база данных SQL, безусловно, будет лучше, чем плохо спроектированный аналог NoSQL, и наоборот.

### *Библиографический список*

1. Майкл, Дж. Хернандес SQL - запросы для простых смертных. Практическое руководство по манипулированию данными в SQL / Майкл Дж. Хернандес, Джон Л. Вьескас. - М.: ЛОРИ, 2013. - 458 с.
2. Маркин, А. В. Построение запросов и программирование на SQL: учеб. пособие / А.В. Маркин. - М.: Диалог-Мифи, 2014. - 384 с.

## **ОБЗОР И АНАЛИЗ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ НАУЧНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ**

А.С. Чалов

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается актуальность специализированных систем научной визуализации. Приводятся аргументы в пользу необходимости преобразования цифровой информации в графическую иллюстрацию в виде двумерного растрового изображения или трёхмерной анимированной модели [1]. Подчеркивается важность места визуализации в цикле компьютерного моделирования [2].

Проводится анализ трёх специализированных систем научной визуализации (Harm, ParaView и Surfer) в трёх различных областях (поверхность земли, воздух и космос) [3, 4]. В процессе обзора выделяется ряд достоинств и недостатков данных систем, а также ряд проблем, требующих решения.

На основе проведенного анализа специализированных систем научной визуализации делается вывод о главной проблеме – отсутствии мультиплатформенности исследованных систем. Для решения данной проблемы предусматриваются проектирование и реализация кроссплатформенного приложения, разработанного в среде Xamarin Studio на языке C# с использованием скриптов на языке Python [5].

### *Библиографический список*

1. К.В. Рябинин, С.И. Чуприна, А.Ю. Бортников. Автоматизация настройки систем научной визуализации на специфику разнообразных источников данных, 2006.
2. В.Л. Авербух, А.Ю. Байдалин, М.О. Бахтерев, П.А. Васев, А.Ю. Казанцев, Д.В. Манаков. Опыт разработки специализированных систем научной визуализации, 2010.
3. Техническая документация: [Электронный ресурс], URL: <http://www.paraview.org/ParaView/Doc/Nightly/www/py-doc/index.html> (Дата обращения: 10.02.19).
4. Колесов А., Павлова О. Пакет Surfer — обработка и визуализация двумерных функций, 1999.
5. Джозеф Хокинг. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C#, 2018.

## **СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И АДМИНИСТРИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ»**

### **АНАЛИЗ ЗАДАЧИ ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ**

В.С. Агейкова

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

Предварительная подготовка данных для машинного обучения – это сложный и очень важный этап. От адекватности данных напрямую зависят эффективность и достоверность полученных результатов.

В работе использовался готовый набор данных из репозитория машинного обучения UCI [1], который содержит сведения об учениках португальских школ. Данные включают в себя сведения не только об успеваемости, но и многие социальные данные об ученике и его родителях.

В исходном наборе обнаружены проблемы с качеством данных, а именно неполнота, шум и несогласованность. Требуется предварительная подготовка исходного набора для дальнейшей работы [2].

В исходном CSV файле оценено количество записей и атрибутов, определены типы данных атрибутов, содержащие категориальные значения. Исходный CSV файл преобразован в табличный формат по разделителю-табуляции без потери атрибутов и значений.

Следующий этап – очистка данных. Основным методом восполнения пропущенных значений был выбран метод подстановки среднего значения (медианы). Также обнаружены выбросы в полях возраст, где присутствуют значения за пределами возможного диапазона (от 7 до 21 года). Для устранения также используется метод среднего значения. Помимо этого, обнаружены выбросы в полях, подразумевающие значения только «да» или «нет», такие как «не знаю», «не могу ответить». Для их замены использовался метод наиболее часто встречающегося значения.

Было произведено кодирование данных: категориальные значения заменены на произвольное числовое значение.

Третий этап – преобразование данных. Для использования SVM-алгоритма данные необходимо нормализовать. Из трех методов нормализации данных выбран наиболее подходящий – нормализация по Z-показателю.

Существуют еще этапы предварительной подготовки данных, такие как дискретизация данных, уплотнение данных и т.д., однако для рассматриваемого набора данных они не требуются.

Таким образом, исходный набор данных прошел необходимые стадии обработки и готов к дальнейшему использованию.

#### *Библиографический список*

1. P. Cortez and A. Silva. Using Data Mining to Predict Secondary School Student Performance. April, 2008.
2. Jiawei Han, Micheline Kamber, Jian Pei Data Mining: Concept and Methods. - Morgan Kaufmann Publishers, 2011.

## **АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ МЕТОДОМ SWOT-АНАЛИЗА**

Ю.А. Барышникова

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

Рассматривается ряд проблемных вопросов по анализу бизнес-процессов методом SWOT-анализа.

SWOT-анализ предназначен для стратегического планирования путем выявления как слабых и сильных бизнес-процессов организации, так и слабых и сильных мест в рамках одного бизнес-процесса.

Факторы, определяющие слабые и сильные стороны, делятся на 4 категории: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности), Threats (угрозы). Сильные и слабые стороны относятся к внутренним факторам, а возможности и угрозы – к внешним [1].

Визуализация SWOT-анализа представляет собой матрицу 2x2 с пересечением факторов внутренней среды и факторов внешней среды.

SWOT-анализ позволяет сделать основными те процессы организации, которые определяют ее силу, обеспечивают ее стратегические возможности, проводить аутсорсинг слабых процессов, что поможет организации сосредоточить все свои ресурсы и свой потенциал на основных процессах [2].

Несмотря на то, что SWOT-анализ позволяет оперативно оценивать процессы, подходит для стратегического планирования, а также не требует специальных узкопрофильных знаний анализа бизнес-процессов, он имеет множество недостатков. Этот метод показывает только общие факторы и не дает четких указаний к проведению мероприятий для достижения целей, поставленных организацией [3], этот метод не дает детального анализа. Этот метод анализа – качественный и достаточно субъективный, в то время как для полноценного покрытия оценки процесса часто требуется анализ количественных показателей.

Для наибольшей эффективности применения метода необходимо проработать варианты решений, которые основаны на пересечении полей матрицы сильных и слабых сторон. В процессе разработки таких решений рассматриваются все возможные парные комбинации и выделяются те, которые должны быть учтены при разработке стратегии организации.

Благодаря тому, что SWOT-анализ не содержит отдельных узких профессиональных категорий, его можно применять к любым видам бизнес-процессов, любым видам направлений работ организаций для построения стратегий в самых различных областях деятельности.

### *Библиографический список*

1. Майсак О. С. SWOT-анализ: объект, факторы, стратегии. Проблема поиска связей между факторами // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. — 2013. — № 1 (21). — С. 151-157. — ISSN 2074-1707.
2. Джон Джейсон, Йохан Нелис. Управление бизнес-процессами. Практическое руководство по успешной реализации проектов. – 2008. – Символ, Санкт-Петербург-Москва.
3. Филип Котлер и др., 2012.

# **ОБЗОР АЛГОРИТМОВ КЛАССИФИКАЦИИ КАТЕГОРИЙ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ**

А.Б. Борщев

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

Об искусственных нейронных сетях в настоящее время ведется активная дискуссия – как в контексте больших данных и машинного обучения, так и вне его. В этом докладе было приведено значение данного понятия, очерчена сфера его использования, а также рассказано о немаловажном подходе, который ассоциируется с нейронными сетями, – глубокое обучение, обрисована его концепция, а также недостатки и преимущества в определенных путях применения.

Целью выполнения данной работы является рассмотрение современных технологий, применяемых для классификации категорий изображений с помощью методов глубокого обучения.

Задача классификации изображений является одной из классических задач компьютерного зрения, которая заключается в том, чтобы определить наличие или отсутствие объекта определенного класса на изображении.

На текущий момент главным импульсом, побуждающим к разработке систем классификации изображений и машинного распознавания, является кампания ImageNet Challenge. Она организует соревнования по обработке данных, в которых конкурсантам дается крупная подборка изображений (около миллиона). Цель соревнований заключается в создании алгоритма, который позволит классифицировать представленные картинки на предметы в тысячах групп, — например машины, коты, деревья и другие, с наименьшим числом несоответствий.

В ходе работы был произведен обзор нескольких имеющихся архитектур глубоких нейронных сетей, обладающих значительной вычислительной мощностью, таких как ResNet, VGG, AlexNet, ZFNet и GoogLeNet, приведены их характеристики и подведен итог основных плюсов всех рассмотренных архитектур.

В 2015 году команда ученых из Microsoft Research Asia выдвинула идею, которая в данный момент признается значительной долей сообщества как одна из наиболее главных вех в развитии глубокого обучения. На протяжении многих лет одним из существенных вопросов в создании и совершенствовании глубоких нейросетей была проблема исчезающего градиента. Для ее решения Кайминг Хи со своей командой представил новаторскую мысль — разрешить сети рассматривать остаточное отображение взамен отображения самого по себе.

Было сделано вывод, что архитектура ResNet имеет шанс опередить результат человека, во всяком случае в вопросе классификации изображений.

## **ИЗУЧЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Е.Н. Андрианова

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

Проектирование аналитических систем является актуальной задачей, т.к. организации хотят автоматизировать процесс принятия решений и анализ больших массивов данных. При этом встречаются проблемы сбора, обработки, защиты данных, а также высокая стоимость и сложность проекта. Рассмотрены следующие методы проектирования аналитических систем:

Метод DSDM (метод разработки динамических систем) – итеративный подход. Цель – соблюдение бюджета и сроков проекта. Не подойдет проектам, критичным по безопасности [1].

Метод RAD (быстрая разработка приложений). Работоспособность ПО и обратная связь с пользователями важнее строгого планирования. Подойдет для маленьких проектов с ограниченным бюджетом [2].

Метод BSC (система сбалансированных показателей). Определяет показатели деятельности и опережающие индикаторы для прогнозирования. Подойдет предприятиям, у которых проблемы с менеджментом [1].

Многомерное проектирование заключается в проектировании куба данных и последующей загрузке этих данных. Не подойдет проектам, в которых небольшой объем данных или данные часто обновляются [1].

Также по каждому из методов были рассмотрены их достоинства и недостатки.

Проведя анализ рассмотренных методов, можно сделать вывод, что метод необходимо выбирать конкретно для определенной предметной области и для решения определенных задач. Несмотря на различие методов, они все трудозатратны, обладают высокой стоимостью.

На основе выявленных проблем по проектированию аналитических систем, а также на основе изученных методов их проектирования планируется собственное решение – усовершенствовать метод RAD. Данный метод был выбран на основе анализа приведенных положительных и отрицательных сторон каждого метода – он не является затратным в плане реализации проекта, нет сложностей в разработке показателей или требований.

В рамках дальнейшего исследования планируется использование ключевых положительных сторон рассмотренных методов. Концепция предлагаемого решения должна будет учитывать как особенности предметной области задачи, так и ограничения устоявшихся методик проектирования аналитических информационных систем.

### *Библиографический список*

1. Галахов И. Проектирование корпоративной информационно-аналитической системы – Открытые системы// СУБД. №04, 2013.
2. Kelsie Anderson. What is Rapid Application Development and When Should You Use It?, 2017.

# ОБЗОР МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ВЕКТОРИЗАЦИИ РАСТРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

И.И. Виноградова

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

В данной работе будут рассмотрены методы и предложенный алгоритм векторизации растрового изображения.

Растровое изображение – это изображение, которое представляет собой сетку пикселей.

Векторным изображением является цифровое изображение, формирующееся из геометрических примитивов.

Векторизацией растрового изображения можно назвать процесс преобразования и представления растровой графики в векторной форме.

Существует 3 основных метода представления изображения в векторном формате [1]:

– автоматическая векторизация, при которой пользователю необходимо просто задать параметры, после чего запустить процедуру;

– интерактивная векторизация или, по-другому, трассировка. Оператору нужно указать на экране растровые линии, которые затем должны быть представлены в виде векторных объектов;

– гибридная технология. Программа без анализа большого участка изображения с высокой скоростью идентифицирует растровую линию как отрезок, дугу или окружность.

Для векторизации изображения в моей последующей работе предлагается использовать следующий алгоритм векторизации изображений, получаемых от сенсоров систем технического зрения [2]:

1. Предварительная обработка цветного или полутонового изображения.

2. Выделение границ на изображениях. Для этого необходимо выполнить следующие шаги:

2.1. Предобработка полученного контурного препарата.

2.2. Соединение пикселей воедино.

2.3. Замена, если это возможно, полученных объектов векторным примитивом с найденными параметрами.

Благодаря преобразованию растрового изображения в векторное исходное изображение получает все преимущества векторной графики, а именно: малые размеры файла, возможность масштабирования и редактирования без потери качества.

## *Библиографический список*

1. Файловый архив для студентов – Векторно-растровое преобразование [Электронный ресурс] – Режим доступа - <https://studfiles.net> - Дата доступа 25.01.2019.

2. Студенческая библиотека онлайн - Этапы и методы векторизации изображения [Электронный ресурс] – Режим доступа - <https://studbooks.net> - Дата доступа 27.01.2019.

## **АНАЛИЗ ЗАДАЧИ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ В БИЗНЕС-АНАЛИЗЕ**

М.В. Гуськова

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

Представляются результаты исследования задачи повышения достоверности исходных данных на начальном этапе бизнес-анализа. Рассматриваются основные методы повышения достоверности информации, особенности методов и недостатки.

Одним из способов повышения достоверности исходных данных является использование метрик. Метрики могут применяться для мониторинга и измерения качества полученной в процессе сбора информации.

Примерами метрик могут являться показатели доступности данных, показатели корректности данных, показатели стоимости исправления ошибок [1]. На практике использование одних метрик бывает недостаточным, для получения более качественных данных необходим системный подход к повышению достоверности исходной информации.

Более надежным способом повышения качества данных является использование инструментов управления качеством данных. Это продукты класса Data Quality, системы управления мастер-данными, специализированные решения для работы с клиентской аналитикой [1]. Такие инструменты предусматривают загрузку исходных данных из различных источников, анализ данных, поиск неточностей и ошибок в данных. Можно совершать корректировки и трансформировать информацию для улучшения ее качества. Основными преимуществами данных систем являются интуитивно понятный интерфейс и простота изменения и расширения правил трансформации данных. Одним из главных инструментов данного продукта является информационная панель, которая позволяет бизнес-пользователям отслеживать тенденции в качестве данных. К недостаткам систем можно отнести следующие: отсутствие настроенных шаблонов обработки информации и неявный процесс выгрузки результатов обработки в исходную базу [1].

Подводя итоги, можно сделать вывод, что использование метрик не даст эффективного результата, если использовать данный метод как единственный. Также можно отметить, что использование метрик – процесс, который требует временных затрат. Более надежным методом является использование инструментов управления качеством данных. Данный способ экономит время аналитика и упростит процесс проверки и повышения качества. Однако следует учитывать присутствующие недостатки данной продукции и особенности полученной в процессе сбора информации.

1. Морозова О.А. Управление данными как активом предприятия: качество данных и бизнес-результат: // Эксперт компании Intersoft Lab. 2017. URL: <http://iso.ru/ru/press-center/publications/02702-Upravlenie-dannymi-kak-aktivom-predpriyatiya-kachestvo-dannyh-i-.phtml>. (Дата обращения: 25.03.2019).



## ОБЗОР МЕТОДОВ ТРИАНГУЛЯЦИИ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЛАКОВ ТОЧЕК

Н.А. Елагина

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

Рассматриваются основные алгоритмы восстановления поверхностей по трехмерным облакам точек, проблема которых возникает в различных областях компьютерной графики. Особенности восстановления поверхностей являются:

- созданию виртуальной проекции объектов и получение точной трёхмерной цифровой модели;

- формирование облака точек на основании необработанных данных, приобретенных путем сканирования физических объектов и модифицирование их в пригодные для чтения и дальнейшей обработки файлы облаков точек;

- формирование облака точек для получения трехмерной модели, которое дает возможность описывать поверхности объектов и их взаимное расположение в пространстве;

- восстановление поверхности из облака точек методами, которые строят сетку треугольников поверх существующих вершин облака точек, например:

- 1) триангуляция Дэлоне, которая позволяет вычислить объём тела, организовать интерактивную 3D-визуализацию [1];

- 2) альфа-форма, имеющая параметр, который управляет тем, насколько плотно граница проходит вокруг набора точек. Изменение радиуса альфа от 0 до  $Inf$  создает набор различных форм Альфа, уникальных для этого набора точек;

- 3) поворот шара, который вычисляет треугольную сетку, интерполирующую заданное облако точек. Применяется ВРА к наборам данных миллионов точек, представляющих фактическое сканирование сложных 3D-объектов [2].

Таким образом, в статье были рассмотрены основные алгоритмы восстановления поверхностей по трехмерным облакам точек. В дальнейшем планируется провести исследование и оптимизацию времени выполнения алгоритмов построения поверхностей на основе трехмерных облаков точек с целью визуализации информации от 3D сканирующих систем.

### *Библиографический список*

1. Боровиков С.Н., Иванов И Э., Крюков И.А. Построение тетраэдризации Делоне с ограничениями для тел с криволинейными границами // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2005. Т.45, №8.С.1407-1423.

2. F. Bernardini, C. Bajaj, J. Chen, and D. Schikore, "Automatic reconstruction of 3D CAD models from digital scans," International Journal of Computational Geometry and Applications, vol. 9, no. 4 & 5. Pp. 327–370, Aug.-Oct. 199.

## **ВЫЯВЛЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РАЗРАБОТКУ ИНТЕГРАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ**

Д.А. Кечин, Н.В. Кечина

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Данное исследование направлено на анализ планируемого интеграционного решения с целью выявления факторов, которые будут влиять на разработку. Подобный анализ необходимо производить до начала программирования, на этапе разработки технического задания к будущему продукту. Также полезно при анализе предусмотреть возможные варианты решения для каждого выявленного пункта [1].

Перечислим допустимые факторы, которые тем или иным образом могут повлиять на интеграцию:

1. Гетерогенность. В больших системах редко имеются возможности придерживаться инструментов и платформ, предоставленных одним производителем, из-за этого необходимо учитывать и поддерживать особенности нескольких платформ.

2. Обусловленность. На сегодняшний день на информационные системы накладывают ограничения не только технические возможности, но и манеры пользователей (которые бывает проблемно переучивать), особенности законодательства (которое зачастую не готово к появлению подобных решений), множество других факторов, не зависящих от программистов.

3. Интерактивность. Заказчик программного продукта постоянно повышает свои требования к скорости работы продукта, быстрдействию и оперативности доставки информации. Большинство процессов стремятся к выполнению в реальном времени.

4. Безопасность. Когда все хранимые данные располагались на личном физическом носителе, то вопрос шифрования данных особо никого не тревожил, но в настоящее время сетевые пакеты зачастую отправляются при помощи беспроводных сетевых технологий, что в свою очередь заставляет заказчика задуматься о безопасности своих данных.

5. Высоконагруженность. На трудность единения систем также влияют: объемы данных, сложность вычислений, насыщенность потока обработки данных и число одновременно работающих в системе пользователей.

6. Межсистемная интеграция. Задачи совмещения программ не ограничиваются только системами заказчика, в настоящий момент чаще необходимо интегрироваться с контрагентами, поставщиками, подрядчиками и даже государственными структурами [2, 3].

Выявление подобных факторов дает разработчику и заказчику более ясное представление о предстоящей работе, а также её сроках и возможных рисках.

### *Библиографический список*

1. Нефедов Ю., Сергеева А. Типовые проблемы интеграции ИС и пути их решения // Litres – 2018.
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 – 268 с.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ**

Ю.Г. Маркина

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

Управление знаниями - запланированное управление деятельностью (и процессами), направленное на увеличение роли знаний в организации, повышение конкурентоспособности за счет лучшего использования как индивидуальных, так и коллективных ресурсов знаний [1].

Управление знаниями можно рассматривать с двух сторон: во-первых, как новое направление в менеджменте, а во-вторых, как направление в информатике для поддержки процессов создания, распространения и обработки знаний. Новизна концепции управления знаниями (УЗ) заключается в постановке новой задачи – скопление не только разрозненной информации, бумаги, графиков, файлов, но и знаний, т.е. закономерностей и принципов, которые позволяют решать реальные производственные задачи. В расчет берутся и «невидимые» знания, которые хранятся непосредственно в памяти специалистов [2].

Рассмотрим стадии развития систем управления знаниями (СУЗ):

1. Появление информационных технологий.
2. Человеческие ресурсы и корпоративная культура.
3. Систематизация контента [3].

Выделяют следующие технологии (СУЗ):

- Интернет-ресурсы и электронная почта;
- системы управления базами данных (СУБД);
- (Data Warehousing) – средства для создания хранилищ данных;
- поддержка групповой работы;
- локальные системы автоматизации;
- технологии системы документооборота и workflow;
- экспертные системы и др.

Существуют практические шаги по созданию СУЗ:

1. Анализ потребностей (накопление информации).
2. Процесс извлечения нужной информации.
3. Структурирование и формализация (иначе – инженерия знаний).
4. Проектирование системы.
5. Программная реализация.
6. Обслуживание (использование, распространение и обучение).

### *Библиографический список*

1. Проектирование систем управления знаниями [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://officemagazine.ru/news\\_politics/30071](https://officemagazine.ru/news_politics/30071).
2. Разработка корпоративных систем управления знаниями [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://blog.iteam.ru/razrabotka-korporativnyh-sistem-upravleniya-znaniyami>.
3. Система управления знаниями – обзор зарубежного опыта [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.ispring.ru/elearning-insights/sistemy-upravleniya-znaniyami-mirovoy-opyt>.

## **МЕТОДЫ БА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТРЕБОВАНИЙ**

О.А. Попова

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Доклад содержит в себе необходимые методы для обработки требований.

Под обработкой требований подразумевается проверка требований на выполнение их свойств.

Свойства требований: полнота, ясность, корректность, верифицируемость, осуществимость, модифицируемость, полезность, трассируемость, упорядоченность [1].

В ходе исследования были выявлены следующие методы:

- прототипирование – используется для проверки полноты требований;
- метод прецедентов – используется для проверки полноты, полезности, упорядоченности требований;
- глоссарий – используется для проверки ясности требований;
- трассировка требований – используется для проверки ясности, корректности, осуществимости, полезности, трассируемости требований;
- графическое представление – используется для проверки ясности, корректности требований;
- CASE-инструмент – используется для проверки корректности требований;
- чек-лист – используется для проверки и верифицируемости требований;
- мониторинг существующих конкурентов – используется для проверки осуществимости требований;
- отслеживание версионности документов – используется для проверки модифицируемости требований;
- использование «Track Changes» для каждой версии документа – используется для проверки модифицируемости требований;
- интервью с заказчиком – используется для проверки упорядоченности требований.

Таким образом, в ходе исследования был выявлен минимальный список методов, который стоит использовать, чтобы удовлетворить все свойства требований.

1. Алистер Коберн. Современные методы описания функциональных требований к системам. - Лори, 2012. - 54 с.

## АНАЛИЗ МИКРОВЫРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ КОДИРОВАНИЯ ЛИЦЕВЫХ ДВИЖЕНИЙ

А.Д. Сергеева

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

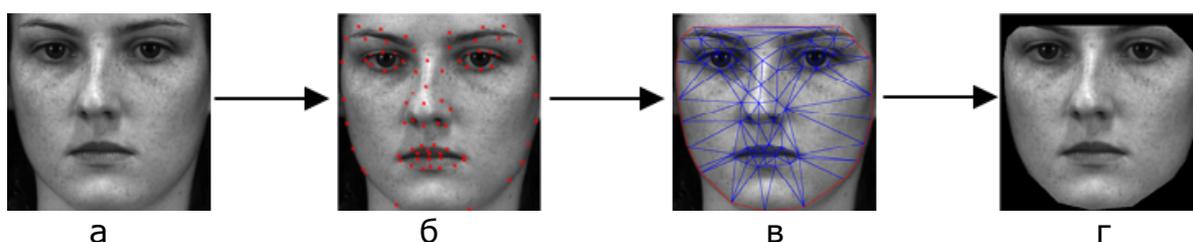
Рассмотрена задача анализа микровыражений на основе системы кодирования лицевых движений. Одной из основных особенностей, которая отличает микровыражения от макровыражений, является их продолжительность. В данной работе рассматриваются микровыражения длительностью менее 300 мс.

Микровыражение лица - это важное поведенческое событие, которое может подчеркнуть скрываемые эмоции или даже обман. Наблюдать за такими выражениями невооруженным взглядом достаточно сложно, поэтому исследования по использованию компьютерного зрения для обнаружения микровыражений лица становятся все более популярны.

Для исследований был выбран набор данных SAMM [1], один из самых многонациональных наборов, скорость съемки 200 кадров в секунду, содержит 159 микродвижений. В отличие от большинства других наборов каждое действие кодируется независимо от его отношения к эмоциям.

Чтобы обеспечить обнаружение только соответствующих движений, выделяют 26 областей на основе системы кодирования лицевых движений. В результате чего каждая из областей может анализироваться и обрабатываться независимо от других [2].

В работе первым этапом являлся поиск антропометрических точек на исходном изображении (рис., а). На первом кадре последовательности было выделено 79 точек, которые в дальнейшем являлись опорными (рис., б). Затем был применен алгоритм триангуляции Делоне, использующийся для разбиения выпуклой оболочки контрольных точек на треугольники (рис., в), отделение лица от исходного изображения для дальнейшей деформации общей маски, предназначенной для выделения анализируемых областей, под конкретное рассматриваемое лицо (рис., г).



Этапы, предшествующие выделению областей лица:  
а – исходное изображение; б – отмеченные антропометрические точки;  
в – применение триангуляции Делоне; г – выделенное лицо

### Библиографический список

1. Adrian K. Davison, Cliff Lansley, Nicholas Costen, Kevin Tan, Moi Hoon Yap. SAMM: A Spontaneous Micro-Facial Movement Dataset. // IEEE Transactions on Affective Computing, Volume 9, No. 1, 2018. Pp. 116-129.
2. Moi Hoon Yap, Kevin Tan, Adrian Keith Davison. Objective Micro-Facial Movement Detection Using FACS-Based Regions and Baseline Evaluation. Manchester Metropolitan University, 2016. – 12 p.

# ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СОВМЕЩЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.В. Толмачёва

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

В докладе рассматриваются различные алгоритмы предварительной обработки для повышения качества совмещения изображений.

Одной из главных целей компьютерного зрения при обработке изображений является интерпретация объектового содержимого на изображении. Когда речь идет про совмещение графической информации на различных изображениях, критически важным этапом становится предварительная обработка изображений – шумоподавление, выделение границ перепадов яркостей и корректировка полученных границ.

Выбор оптимальных с точки зрения итогового результата алгоритмов предварительной обработки способен существенно повысить качество совмещения изображений. В работе подробно рассмотрены следующие алгоритмы шумоподавления и выделения границ перепадов яркостей.

Размытие по Гауссу – это наиболее применяемый фильтр размытия изображения, который использует нормальное распределение (также называется Гауссовским распределением) для вычисления преобразования, применяемого к каждому пикселю изображения [1].

Медианная фильтрация – довольно часто применяемый метод предварительной обработки сигналов. Для каждого пикселя в некотором его окружении проводится поиск медианного значения и присваивается данному элементу изображения. Определяется медианное значение следующим образом: если массив пикселей отсортировать по их значению, медианой будет серединный элемент этого массива [2].

К наиболее популярным методам выделения границ на изображениях относятся: оператор Робертса, Собеля, Превитта, Кирша, Робинсона, алгоритм Кэнни и LoG-алгоритм.

Таким образом, был проведён обзор существующих алгоритмов выделения границ на изображениях, а именно были рассмотрены и изучены наиболее популярные методы. Наблюдая полученные результаты, можно сделать вывод о том, что алгоритм Кэнни справляется намного лучше других, хотя при других условиях лучшим может оказаться совсем другой метод. В рамках алгоритмов шумоподавления были изучены размытие по Гауссу и медианная фильтрация. На практике выбор того или иного алгоритма выделения границ на изображениях зависит от различных параметров изображения, таких как форма объектов, их количество, размер и другие.

## *Библиографический список*

1. Ефимов, А.И. Совмещение изображений и оценка качества совмещения в системах технического зрения [Текст]: доклады / А.И. Ефимов, А.И. Новиков // Цифровая обработка сигналов и ее применение. – DSPA-2014. – М., 2014. – Т. 2. – С. 491-494.

2. Грузман, И.С. Цифровая обработка изображений в информационных системах [Текст] / И.С. Грузман, В.С. Киричук, В.П. Косых и др. – Новосибирск: НГТУ, 2002. – 351 с.

## **РАЗРАБОТКА ИСКУССТВЕННОЙ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СФЕРЫ**

А.М. Фокина

Научный руководитель – Демидова Л.А., д-р. техн. наук, профессор

Рассматривается разработка системы прогнозирования для экономической сферы с применением иммунных алгоритмов. Актуальность создания подобной системы заключается в необходимости иметь представление о краткосрочном развитии экономического процесса, чтобы своевременно реагировать на изменения внешней среды, планировать стратегию развития и принимать управленческие решения.

Искусственные иммунные системы (ИИС) – вычислительные системы, основывающиеся на алгоритмах и принципах работы естественной иммунной системы (ЕИС) млекопитающих. ИИС обладают памятью, способны к самоорганизации, обучению и принятию решений в незнакомой ситуации, что позволяет получать высококачественные решения.

Для решения задачи прогнозирования наилучшим образом подходят алгоритм клональной селекции и иммунносетевой алгоритм. Алгоритм клонального отбора использует операции клонирования и мутации для достижения наилучшего распознавания антигенов. Иммунносетевой алгоритм основан на взаимодействии антител, благодаря чему они объединяются в сеть и функционируют сообща.

В состав иммунной системы прогнозирования входят база антигенов, база статистической информации, библиотека клеток памяти, база прогнозов, программные реализации иммунных алгоритмов, интерфейс пользователя, система управления работой алгоритма, система управления библиотекой иммунологической памяти.

Для повышения качества получаемого решения рассматривается также разработка гибридной модели, включающей в себя помимо иммунных алгоритмов использование метода вывода по прецедентам, фрагментацию исходного ряда, алгоритм для устранения аномалий в данных и параллельную обработку данных.

Система прогнозирования имеет два режима работы: режим обучения и режим формирования прогноза. Перед началом работы необходимо настроить систему, т.е. задать параметры алгоритмов, определить структуры элементов и конкретный вид иммунных операторов. Для оценки прогнозных свойств системы следует использовать совокупность показателей качества: абсолютную ошибку, среднюю процентную ошибку, среднеквадратическую ошибку и др. По достижении заданного порога показателями качества обучение системы заканчивается. В качестве решения принимается прогноз, выданный антителом с наибольшей аффинностью, или прогнозы нескольких антител по желанию пользователя.

# МЕТОД БЫСТРОГО ВЫЧИСЛЕНИЯ СВЕРТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИДЕАЛЬНОГО НИЗКОЧАСТОТНОГО ФИЛЬТРА

Н.И. Хизриева

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Данное исследование направлено на разработку метода вычисления свертки, основанного на нетригонометрических базисных функциях, определенных на конечном определенном интервале, и создание теоретического и методологического базиса для применения систем функций Виленкина-Крестенсона (ВКФ) при обработке изображений [1]. Методология применения данного преобразования основана на ряде теорем [2].

Теорема о диадной свёртке позволяет понять механизм формирования элементов сигнала после фильтрации в спектральном пространстве. Её смысл заключается в том, что свёртка и корреляция есть одна формула.

Также используется теорема о вещественно-диадной свёртке. Ядром вычисления при этом являются спектральные коэффициенты диадного пространства, а сдвиг по полю изображения осуществляется в вещественной метрике. Теорема позволяет строить сложные спектральные фильтры и эффективные алгоритмы корреляционного анализа.

Теорема об инвариантности прореженного базиса позволяет производить некоторые виды фильтрации в процессе получения спектрального представления, что несвойственно другим системам базисных функций.

Теорема об ограничении нетригонометрического спектра неразрывно связана с эффектом пикселизации, который может появиться в ходе прореживания нетригонометрического спектра. Применение этого свойства позволяет создать алгоритм фильтрации изображений, затраты на вычисления которого будут в десятки раз меньше, чем при использовании преобразования Фурье.

Разработанный на основе данных теорем метод имеет ряд преимуществ:

1. Визуально изображение, отфильтрованное предложенным методом, выглядит чище.

2. Предложенный метод приблизительно в  $S$  раз медленнее метода из теоремы 1.

3. При этом он в  $F \times S$  раз быстрее, чем метод из теоремы 2, и более чем в 10 раз быстрее преобразования Фурье, поскольку его вычисление использует только короткие операции сложения и сдвига, а комплексные числа не обрабатываются.

Эти факты могут благоприятно повлиять на аппаратную реализацию этого подхода.

## *Библиографический список*

1. Babaev S.I., Baranchikov A.I., Bastrychkin A., Kolesenkov A.N., Ovechkin G.V. Usage of Vilenkin-Crestenson functions for land image correlation // 6th Mediterranean Conference on Embedded Computing, MECO 2017. – Bar, 2017. – P. 179-183.

2. Костров Б.В. Методология пространственного спектрального анализа изображений в конечных базисах // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. – 2014. – Т. 141, №4. – С. 47-54.

## **ОБЗОР АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ МИКРОВЫРАЖЕНИЙ ЛИЦА ПО ИЗОБРАЖЕНИЯМ**

Е.М. Шашков

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

Рассматриваются основные этапы распознавания микровыражений [1]. Для распознавания микровыражений изображение проходит предварительную обработку, которая включает в себя:

- обнаружение антропометрических точек лица. Есть два способа определения таких точек: ручной и автоматический. В основном вручную выбирают точки лица лишь на первом снимке, а на остальных фиксируются с предположением, что эти точки изменятся минимально из-за микровыражений;

- регистрацию изображения. Процесс выравнивания изображений геометрически. Для определения микровыражений применяются методы регистрации на гранях для удаления больших перемещений головы и поворотов, которые могут повлиять на задачу определения. Как правило, методы регистрации можно разделить на две основные категории: территориальные подходы и функциональные подходы;

- маскирование изображения. Применяется к изображениям для удаления шума, вызванного нежелательными движениями лица, которые могут повлиять на выполнение задачи.

- сегментацию изображения. Применяется ввиду того, что микровыражения чаще наблюдаются в конкретных областях. С более локализованными сегментами можно наблюдать крошечные изменения. Наиболее популярными методами сегментирования являются разбиение на квадранты и разбиение на  $m \times n$  блоков.

После обработки изображений производится их сравнение. На основе различий кадров каждому из них присваивается функция лицевого изменения. Далее производится сравнение этих функций при помощи метода временной интерполяции.

1. Yee-Hui Oh, John See, Anh Cat Le Ngo, Raphael C.-W. Phan, and Vishnu M. Baskaran, "A Survey of Automatic Facial Micro-Expression Analysis: Databases, Methods, and Challenges," *Frontiers in Psychology Journal*, Volume 9, Article 1128, 2018, 21 p.

## **СЕКЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»**

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДЕШИФРАЦИИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ**

В.А. Балакин

Научный руководитель – Таганов А.И., д-р техн. наук, профессор

Задача обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) является чрезвычайно трудоемкой ввиду наличия огромных объемов информации, вследствие чего становится очевидной необходимость построения системы автоматической обработки подобных данных.

Для выбора оптимального метода решения данной задачи требуется адекватный механизм дешифрации, учитывающий самые разнообразные факторы, такие как: шумы различной природы, имеющиеся на спутниковом снимке, влияние облачности, задымленности и прочих факторов, снижающих различимость отдельных объектов, семантическая наполненность снимка и др. К механизму дешифрации предъявляются следующие, наиболее важные, требования:

- полная автоматизация, позволяющая в пакетном режиме тестировать различные методы дешифрации ДЗЗ;

- полнота механизма дешифрации, позволяющая применять ее для различных природных и погодных характеристик сцены.

Построение модели системы автоматической дешифрации данных ДЗЗ, удовлетворяющей перечисленным требованиям, обеспечивает метод, основанный на использовании системы искусственного интеллекта на базе искусственных нейронных сетей (ИНС) прямого распространения без обратных связей [1]. Предлагаемый метод предполагает, в общем случае, выполнение следующих этапов для автоматической дешифрации ДЗЗ:

- 1) предварительная обработка спутникового снимка для устранения шумовой составляющей с помощью ИНС;

- 2) сегментация спутникового снимка с помощью многомерной нейронной карты Кохонена для выделения на нем набора значимых образов;

- 3) классификация выделенных на предыдущем этапе образов с помощью классификатора, представляющего собой двоичное дерево, составленное из ИНС прямого распространения без обратных связей;

- 4) сопоставление отдельным объектам на реальной карте местности образов, выделенных и классифицированных на спутниковом снимке;

- 5) расчет среднеквадратичного отклонения центроидов образов и центров соответствующих им объектов на карте.

Экспериментальные исследования показали возможность применения на практике предложенной модели автоматической дешифрации данных ДЗЗ.

1. Хайкин С. Нейронные сети: Полный курс, 2-е изд.: пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», - 2006. - 1104 с.

# **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ БИБЛИОТЕКИ OpenLayers ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГЕОПОРТАЛА ПО ДОСТУПУ К ДАННЫМ С КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «Аист-2Д»**

С.А. Ларюков

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

В настоящее время в НИИ Фотон РГРТУ ведётся разработка геопортала по удалённому доступу клиентов к архивным спутниковым изображениям, полученным с космического аппарата «Аист-2Д» [1].

Разрабатываемый геопортал проектируется по клиент-серверной архитектуре, которая содержит серверное программное обеспечение (ПО), установленное на интернет-сервере, и клиентское ПО, выполняемое в браузере пользователя. За основу ПО был взят картографический сервер GeoServer как свободно-распространяемый многофункциональный инструмент создания геоинформационных платформ [2].

Основной функцией клиентской части ПО разрабатываемого геопортала является визуализация картографической основы и отображение на её фоне спутниковых данных в графическом виде. Для этих целей решено использовать свободное программное обеспечение с открытым исходным кодом, удовлетворяющее следующим требованиям.

1. Поддержка существующих стандартов передачи по сети географически привязанных карт и изображений (протоколы WMS, WMTS).
2. Отображение картографической информации в многослойном графическом виде.
3. Наличие инструментов создания и редактирования векторных геометрических объектов.
4. Предоставление базовых средств анализа спутниковых снимков.

Проведённый анализ существующих программных средств показал, что две клиентские картографические JavaScript библиотеки OpenLayers и Leaflet соответствуют требованиям. Однако OpenLayers имеет в своём составе дополнительный плагин для отображения картографической сцены в формате 3D [2]. Поэтому принято решение использовать в разрабатываемом геопортале клиентскую библиотеку OpenLayers.

Таким образом, использование картографической библиотеки OpenLayers позволяет реализовать поставленные перед клиентской частью задачи в полном объёме.

В докладе подробно представлена информация об интеграции библиотеки OpenLayers в проектируемый сервис и описаны особенности её использования.

## *Библиографический список*

1. А.Н. Кирилин, Р.Н. Ахметов и др. Опытно-технологический малый космический аппарат «Аист-2Д». Издательство СамНЦ РАН, 2017.
2. А.М. Кочергин, С.А. Ларюков. Использование картографического сервера GeoServer при разработке геопортала по доступу к данным с космического аппарата «Аист-2Д»// Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов: в 2-х томах. Рязань: РГРТУ. 2018.

## АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТИ МЕТОДИКИ СИНТЕЗА ПОЛОСОВЫХ ФИЛЬТРОВ НА СВЯЗАННЫХ МИКРОПОЛОСКОВЫХ ЛИНИЯХ

А.С. Богданов

Научный руководитель - Васильев Е.П., д-р техн. наук, профессор

При синтезе полосовых фильтров (ПФ) с непосредственной связью широкое применение получило использование в качестве прототипа ступенчатого фильтра [1, 2]. Это связано с тем, что данный прототип обеспечивает более простые расчетные соотношения. В то же время он является естественным прототипом для ПФ на связанных микрополосковых линиях, т.к. АЧХ модуля коэффициента передачи его звена всегда "приподнята" над осью частот в соответствии с перепадом волновых сопротивлений ступенек, ФЧХ при этом изменяется по линейному закону.

В дальней области полосы заграждения имеется существенное различие между АЧХ рассматриваемого прототипа и ПФ. Это связано с тем, что характеристики звеньев фильтра имеют полюсы затухания на частотах  $2\theta = 0, 2\pi, \dots, 2n\pi$  ( $\theta$  - электрическая длина) [3], а прототип в данных частотных точках имеет полосу пропускания и не имеет полюсов затухания.

Данное отклонение АЧХ не мешает использованию прототипа, т.к. в дальней области поведение характеристики фильтра оценивается независимо от прототипа. Методика синтеза, основанная на использовании ступенчатого прототипа, является приближенной. Условие эквивалентности звена фильтра и прототипа выполняется точно только на резонансной частоте. Проведены расчеты ПФ с помощью ступенчатого прототипа. Составлялись соответствующие матрицы звена фильтра и, перемножив их, получали АЧХ. Данные расчеты показали, что точность метода синтеза в полосе пропускания  $V_n$  достаточная и какой-либо коррекции не требуется. Эти же выводы относятся к полосе заграждения  $V_z$ , которая превышает полосу пропускания вдвое, если  $V_z \leq 20$  %. При более широких  $V_z$  АЧХ фильтра и прототипа расходятся. Затухание фильтра в области заграждения всегда больше, чем у прототипа, за счет этого можно неэкономично выбрать число звеньев.

Сравнение метода LC-прототипа [1, 4] и ступенчатого прототипа показало, что параметры ПФ (переходное ослабление звеньев), найденные по этим методам для различных  $V_n$ , совпадают с высокой точностью. Метод ступенчатого прототипа дает приемлемую точность до  $V_n \leq 60$  %, а метод LC-прототипа до  $V_n \leq 40$  %.

### *Библиографический список*

1. Фельдштейн А.Л., Явич Л.Р., Смирнов В.П. Синтез четырёхполюсников и восьмиполюсников на СВЧ. – М.: Связь, 1971. - 387 с.
2. Малорацкий Л.Г., Явич Л.Р. Проектирование и расчет СВЧ элементов на полосковых линиях. – М.: Сов. радио, 1972. - 232 с.
3. Боев Н.М., Ходенков С.А., Денисенко В.С. Фильтры на многомодовом резонаторе с полосковым проводником в форме меандра // Успехи современной радиоэлектроники. 2018. - №12. - С.42 - 44.
4. Маттей Д.Л., Янг Л., Джонс Е.М.Т. Фильтры СВЧ согласующие цепи и цепи связи. Т. 1, 2 / пер. с англ. под ред. Л.В. Алексеева и Ф.В. Кушнера. – М.: Связь, 1972. - 931 с.

## МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ РАЗНОВРЕМЕННЫХ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Ю.Ю. Володина

Руководитель – Колесенков А.Н., канд. техн. наук, доцент

Целью работы является рассмотрение подходов к построению 3D моделей в ГИС. На смену классическим двумерным ГИС приходят 3D модели [1, 2]. С помощью трехмерных объектов возможно выполнить следующие задачи:

- 3D визуализация ландшафта;
- представление проекта с различных сторон для реалистичной визуализации;
- создание разнородных эскизов развития территорий;
- проведение анализа ландшафтной территории;
- анализ данных и получение результата этого анализа в удобном для пользователя виде;
- возможность создания презентаций и видео.

Из этого следует, что сейчас наиболее популярными становятся 3D модели ГИС. Создано множество решений 3D ГИС, в том числе:

- решение CLRView – дает возможность генерировать 3D модели из 2D карт для объектов (строений, лесов и т.д.);
- решение NPAC – позволяет сформировать искусственное 3D изображение местности;
- решение 3-Dimensional Marine Geographical Information System of Prydz Bay- дает возможность следить за геологическими и океанологическими изменениями, также за различными видами флоры и фауны;
- решение CityGML – применяется для поиска маршрута.

На данный момент выделяют три метода построения моделей ГИС [2]:

- 1) разработка моделей в программах 3D моделирования вручную;
- 2) полуавтоматическая разработка 3D моделей;
- 3) автоматическая генерация 3D моделей.

У всех алгоритмов ГИС имеются свои недостатки. Ручное моделирование в силу своей трудоемкости считается наиболее невыгодным. Затем по трудоемкости идет полуавтоматический метод, так как в нем также нужна работа оператора и спецоборудование. А вот автоматическим алгоритмам еще и требуются значительные вычислительные мощности [1].

Проведя анализ этих методов, можно сделать вывод о том, что все алгоритмы, вне зависимости от способа реализации, недоступны широкому кругу лиц, так как имеют высокую стоимость. В докладе рассматривается подход к построению 3D моделей в перспективных ГИС.

### *Библиографический список*

1. Лисицкий Д. В. Картографическое отображение трехмерных моделей местности // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 98–102.
2. Шипулин В. Д. Основные принципы геоинформационных систем: учеб. пособие / Шипулин В. Д.; Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. – Харьков: ХНАГХ, 2010. – 337 с.

# **РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА И МОНИТОРИНГА ПРОЕКТНЫХ РИСКОВ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Сушилилин А.В.

Научный руководитель – Таганов А.И., д-р техн. наук, профессор

Проектные риски сложных программных изделий являются объективным явлением, связанным со многими видами неопределенности и нечеткости, имеющими место на различных этапах выполнения программного проекта (ПП) и оказывающими влияние на процессы принятия проектных и управленческих решений [1-3].

В данной работе основным вопросом являются анализ и разработка математической модели управления рисками (ММУР) для итеративных ИТ-проектов. Рассматриваемая модель охватывает достаточно широкий диапазон от идентификации рисков до оценки бюджета рисков и его распределения. Цель состоит в том, чтобы исследовать существующие риски Agile и представить соответствующую модель для комплексного плана быстрого управления рисками. Основным моментом итеративной методологии Agile заключается в реагировании на изменения в ИТ-проекте. По мере того как процесс разработки программного обеспечения ускоряется с помощью применения Agile-подхода, процесс управления рисками должен быть адаптирован к нему. В рамках Agile-процесса были выделены следующие шаги в ММУР:

Шаг 1 – Определение рисков путем их категоризации;

Шаг 2 – Анализ каждого риска на любой итерации;

Шаг 3 – Получение стоимости каждого риска;

Шаг 4 – Вычисление общей суммы риска;

Шаг 5 – Калибровка общего риска в соответствии с используемой Agile-методологией;

Шаг 6 – Вычисление запрашиваемого бюджета риска;

Шаг 7 – Расчет реального бюджета для каждого риска;

Шаг 8 – Контроль процесса устранения риска.

Анализ показал, что методология Agile в полной мере не поддерживает процесс управления проектными рисками качества программных изделий, но при этом она позволяет упростить сам процесс управления рисками. Для расширения функциональности Agile в условиях нечеткости предлагаются адаптация и применение методов, представленных в [1-3].

## *Библиографический список*

1. Основы идентификации, анализа и мониторинга проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости / А. И. Таганов. – М.: Горячая линия - Телеком, 2012. – 224 с.

2. Корячко В.П., Таганов А.И. Процессы и задачи управления проектами информационных систем: учеб. пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 376 с.

3. Таганов А.И., Гильман Д.В. Методологические основы анализа и аттестации уровней зрелости процессов программных проектов в условиях нечеткости. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 168 с.

# ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХДЕЦИБЕЛЬНОГО НАПРАВЛЕННОГО ОТВЕТВИТЕЛЯ X-ДИАПАЗОНА

С.А. Ларюков

Научный руководитель - Васильев Е.П., д-р техн. наук, профессор

При разработке СВЧ техники направленные ответвители (НО) представляют собой важный класс пассивных устройств СВЧ из-за разнообразия их применения, в частности можно выделить диаграммообразующие схемы, балансные смесители, балансные усилители, рефлектометры с измерительными мостами и т.д.

В настоящее время известно более 50 направленных ответвителей в микрополосковом исполнении [1]. Однако основными недостатками предложенных технических решений для трехдецибелльных НО можно считать повышенную сложность технологии изготовления из-за необходимости выполнения перемычек соединяющих отрезки МПЛ для увеличения степени связи [2], что ухудшает характеристики на СВЧ.

Целью данной работы является схемотехническое и электродинамическое моделирование оригинального [3] трёхступенчатого направленного ответвителя, а также его оптимизация в среде AWR Design Environment пакета Microwave Office.

Данный НО с сильной связью не требует перемычек за счет подключения между секциями связанных МПЛ фазосдвигающей цепочки, которая может быть реализована как на сосредоточенных элементах, так и на отрезках линий. Это позволило создать компактные линейки усилительных модулей повышенной мощности [4].

НО на связанных МПЛ с переходным ослаблением -3дБ наиболее чувствителен к конструктивно-технологическому разбросу параметров. Поэтому проведено его схемотехническое и электродинамическое моделирование с помощью пакетов EMSight и AXIEM, входящих в САПР MWO. Абсолютное максимальное расхождение характеристик S12 и S13, рассчитанное двумя указанными электродинамическими модулями, составило в рабочем диапазоне частот (8.5 ГГц - 9.5 ГГц) 0.2 дБ, что подтверждает высокую точность совпадения расчетов.

## *Библиографический список*

1. Останков А.В., Щетинин Н.Н. Микрополосковые направленные ответвители УВЧ и СВЧ диапазонов // Радиостроение. 2017. -№ 05. - С. 1–37.
2. Lange J. Interdigitated stripline quadrature hybrid // IEEE Transactions on Microwave Theory and Technique. 1969. - P. 1150-1151.
3. Трёхступенчатый направленный ответвитель: пат. 2016100276 / 28(000335) Рос. Федерация: МПК H01P 5/18 / Левашов В.Г., Иванов М.А.; заявитель и патентообладатель ООО НПК Радарсервис; заявл. 11.01.2016. Режим доступа: [https://нэб.рф/catalog/000224\\_000128\\_0000165185\\_20161010\\_U1\\_RU/](https://нэб.рф/catalog/000224_000128_0000165185_20161010_U1_RU/). (Дата обращения 20.03.19).
4. Иванов А. Г., Иванов М. А., Левашов В. Г. Технология мощных передатчиков L-диапазона информационно-измерительных систем авионики // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2014. - № 3. - С. 131-134.

## СИНТЕЗ СВЯЗАННЫХ МИКРОПОЛОСКОВЫХ ЛИНИЙ

П.В. Штефан

Научный руководитель - Васильев Е.П., д-р техн. наук, профессор

Связанные микрополосковые линии (СМПЛ) находят широкое применение при конструировании сумматоров-делителей мощности, фильтров, направленных ответвителей, в диаграммообразующих схемах и др. [1, 2]. Синтез СМПЛ реализуется на основе графических методов нахождения конструктивных параметров [3, 4], что неизбежно приводит к погрешностям. В отличие от электродинамических методов расчета, предложенный подход основан на компактных аналитических уравнениях, что позволяет существенно сократить машинное время.

Для определения геометрических размеров СМПЛ и устройств на их основе использовалась аналитическая система нелинейных уравнений, которая показала высокую точность совпадения экспериментальных и теоретических результатов [5]. Исследовались три метода численного решения системы нелинейных уравнений относительно волновых сопротивлений для четного и нечетного типов возбуждения. Это методы итераций, Ньютона и градиентного спуска. Проверка сходимости данных методов применительно к рассматриваемым уравнениям оказалась сложнее их программной реализации. Результаты машинного эксперимента для методов итераций и Ньютона показали, что условия сходимости не удовлетворяются ни при одном начальном приближении. Хороших практических результатов удалось добиться при использовании градиентного метода спуска.

Для примера отметим, что при расчете конструктивных размеров полосового фильтра на СМПЛ при найденных значениях волновых сопротивлений четного и нечетного типов возбуждений (67.6 Ом и 40 Ом) и заданной ширине проводников  $W=0.2$  мм и зазоре между МПЛ  $S=0.45$  мм, при точности расчетов 0.01, были получены значения  $W=0.468$  мм и  $S=0.150$  мм, что соответствует графическим методам синтеза.

### *Библиографический список*

1. Захаров А.В., Ильченко М.Е. Полосовые полосно-пропускающие фильтры миллиметрового диапазона // Радиотехника и электроника.-2017. - № 10. - С. 1021 - 1030.
2. Аристархов Г.М., Звездинов Н.В. Высокоизбирательные одно- и двухрезонансные микрополосковые фильтры // Радиотехника и электроника. - 2017. - № 8. - С. 819 - 824.
3. Справочник по элементам полосковой техники / О.И. Мазепова., В.П. Мещанов, Н.И. Прохорова, А.Л. Фельдштейн, Л.Р. Явич; под ред. А.Л. Фельдштейна. - М.: Связь, 1979. - 336 с.
4. Справочник по расчёту и конструированию СВЧ полосковых устройств / С.И. Бахарев, В.И. Вольман, Ю.Н. Либ и др.; под ред. В.И. Вольмана. - М.: Радио и связь, 1982.- 328 с.
5. Рудешко Г.А. Определение геометрических размеров полосового фильтра для гибридно-интегральной схемы СВЧ // Известия вузов. Радиоэлектроника. - 1973. - №5. - С. 20 - 24.

# ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПАРАМЕТРЫ ПОЛОСОВЫХ ФИЛЬТРОВ НА СВЯЗАННЫХ ЛИНИЯХ

А.В. Сушилин

Научный руководитель - Васильев Е.П., д-р техн. наук, профессор

Постоянная тенденция к повышению функциональной сложности интегральных микроволновых схем требует оценки влияния конструктивно-технологических факторов на параметры устройств в условиях серийного и мелкосерийного производства [1, 2]. Это в свою очередь позволит организовать производство высокотехнологичных изделий с большой вероятностью выхода годных.

В представленной работе исследуются на основе матричных и вероятностных методов полосовые фильтры (ПФ) на связанных микрополосковых линиях (СМПЛ).

Проведенные исследования влияния конструктивно-технологических факторов позволяют наметить пути повышения точности параметров ПФ на СМПЛ.

Величина получаемых конструктивных размеров ПФ зависит от выбранного метода синтеза. Метод синтеза, предложенный Маттеем, в отличие от метода Кона [3], позволяет получить более широкие проводники МПЛ, что способствует повышению точности электрических параметров ПФ. Оконечные звенья ПФ можно конструктивно реализовать на неодинаковых СМПЛ с уравновешенными связями. Это позволит проектировать внутренние звенья фильтра с использованием нормирующего волнового сопротивления, превышающего волновое сопротивление подводящих линий. Такой способ реализации ПФ приводит к увеличению зазора между полосками и к снижению требований к допускам на изготовление фильтра.

При проектировании ПФ с полосой пропускания  $\leq 15\%$  при толщине подложки  $\leq 1\text{мм}$  и относительной диэлектрической проницаемости  $\geq 8$  ужесточение допусков не приводит к ощутимым результатам. Поэтому в этом случае для повышения точности электрических параметров фильтров необходимо производить выборку подложек СВЧ по толщине и диэлектрической проницаемости.

Конструктивные параметры для подстройки электрических параметров фильтров целесообразно выбирать по максимальному значению частотнозависимых коэффициентов чувствительности.

## *Библиографический список*

1. Мешков С.А. Методические и алгоритмические средства автоматизированного вероятностного анализа параметров СВЧ-микросхем // Успехи современной радиоэлектроники. – 2018. – № 9. – С. 15-24.

2. Koziel S., Bandler J.W. Rapid Yield Estimation and Optimization of Microwave Structures Exploiting Feature-Based Statistical Analysis // IEEE Transactions On Microwave Theory And Techniques. 2015. – V. 63. № 1. – P. 107-114.

3. Маттей Д.Л., Янг Л., Джонс Е.М.Т. Фильтры СВЧ согласующие цепи и цепи связи. Т. 1, 2 / пер. с англ. под ред. Л.В. Алексеева и Ф.В. Кушнера. М.: Связь, 1972. – 931 с.

# **АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ СВЯЗАННЫХ МИКРОПОЛОСКОВЫХ ЛИНИЙ К ВЛИЯНИЮ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

Ю.Ю. Володина

Научный руководитель - Васильев Е.П., д-р техн. наук, профессор

В работе получены в аналитическом виде формулы функций чувствительности для волновых сопротивлений и эффективных диэлектрических проницаемостей связанных микрополосковых линий (СМПЛ). СМПЛ являются базовыми элементами для построения фильтров, направленных ответвителей, сумматоров мощности, балансных схем усилителей и смесителей и других микроволновых устройств [1-3].

Вариации геометрических размеров и диэлектрической проницаемости подложки являются случайными величинами, функции распределения которых зависят от технологии изготовления и свойств применяемых материалов. Поэтому полученные функции чувствительности позволили определить вероятностным методом [4-6] статистические характеристики для волновых сопротивлений СМПЛ, а также для эффективной диэлектрической проницаемости.

Проведенный анализ данных функций позволил сделать следующие выводы:

1. Наиболее существенное влияние на погрешность волновых сопротивлений и эффективной диэлектрической проницаемости СМПЛ оказывает разброс диэлектрической проницаемости и толщины подложки. Поэтому при создании высокочастотных узкополосных устройств на СМПЛ необходимо контролировать параметры подложек.

2. При уменьшении коэффициента связи между СМПЛ наблюдается возрастание погрешности характеристического сопротивления при нечетном типе возбуждения и снижение погрешности при четном типе возбуждения.

3. Ужесточение допусков на конструктивные размеры СМПЛ не приводит к ощутимым результатам, если не учитывать или компенсировать влияние нестабильности свойств диэлектрика.

## *Библиографический список*

1. Маттей Д.Л., Янг Л., Джонс Е.М.Т. Фильтры СВЧ согласующие цепи и цепи связи. Т. 1, 2 / пер. с англ. под ред. Л.В. Алексеева и Ф.В. Кушнера – М.: Связь, 1972. - 931 с.

2. Бушминский И.П., Морозов Г.В. Технологическое проектирование микросхем СВЧ: учеб. пособие для вузов. – М: МГТУ, 2001. - 355 с.

3. Гупта К., Гардж Р., Чадха Р. Машинное проектирование СВЧ устройств / пер. с англ. С.Д. Бородецкой, под ред. В.Г. Шейнкмана. – М.: Радио и связь, 1987. - 428 с.

4. Воробьев Е.А. Расчет производственных допусков устройств СВЧ. – Л.: Судостроение, 1980. - 230 с.

5. Гехер К. Теория чувствительности и допусков электронных цепей. М.: Сов. радио, 1973. - 199 с.

6. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. – Изд. 2-е, перераб. и доп.– М., 2004. - 573 с.

## **СУБМОДУЛЬ ПЕРЕДАТЧИКА НАЗЕМНОЙ СТАНЦИИ СВЯЗИ**

А.И. Беклемищев

Научный руководитель - Васильев Е.П., д-р техн. наук, профессор

В работе дается краткий обзор и анализ структурных схем построения микроволновых передатчиков. Возможны два подхода для реализации передатчиков повышенного уровня мощности. Первый основан на использовании магнетронов и ламп бегущей волны [1], второй – на использовании транзисторов, включенных в различные схемы суммирования мощности [2, 3]. Использование электронных приборов требует больших энергетических затрат и их надежность невысока. Вариант построения передатчика на транзисторах с различными схемами суммирования позволяет повысить надежность и технологичность, снизить энергопотребление при увеличении вариантов схмотехнического построения субмодуля усилителя мощности.

Разработанный субмодуль состоит из двух идентичных каналов, построенных по схеме "бегущая волна", питание осуществляется преобразователем с широтно-импульсной регулировкой, устройство управления осуществляет управление и контроль параметров передатчика. Субмодуль реализован на многослойной плате с разделением питающих, управляющих и сигнальных цепей. Для реализации деления/суммирования импульсного сигнала применены оригинальные двухкаскадные направленные ответвители с фазосдвигающей цепочкой на связанных микрополосковых линиях с переходным ослаблением 3, 4.7, 6, 7, 7.78 и 8.45 дБ. Точность настройки переходного ослабления направленных ответвителей составляла  $\pm 0.15$  дБ, что обеспечивало получение заданной выходной мощности и КПД.

Фазовращатель и аттенюатор позволяют реализовать требуемое амплитудно-фазовое распределение в раскрыве антенны. В процессе проектирования субмодуля получены следующие выходные параметры в рамках комплексного подхода к этапу схмотехнического проектирования: время переключения между каналами составило не более 1.5 мкс, усиление входной импульсной мощности с 5 – 15 мВт до 700 Вт на выходе.

### *Библиографический список*

1. Парамонов П.П., Жаринов И.О. Интегрированные бортовые вычислительные системы: обзор современного состояния и анализ перспектив развития в авиационном приборостроении // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2013. – № 2 (84). – С. 2-17.
2. Иванов А.Г., Иванов М. А., Левашов В.Г. Технология мощных передатчиков L-диапазона информационно-измерительных систем авионики // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2014. – №3. – С. 131 - 134.
3. Иванов А.Г., Иванов М.А. Приемопередающий модуль L-диапазона средств воздушного движения // Фундаментальные исследования. 2014. – №12. – С. 1631-1634.

## **СВЧ ТРАКТ ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩЕГО МОДУЛЯ СТАНЦИИ СВЯЗИ С ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ**

А.В. Ануфриев

Научный руководитель - Васильев Е.П., д-р техн. наук, профессор

Приемопередающие модули (ППМ) являются основными устройствами передачи и приема информации для обеспечения связи, наведения на цель, распознавания воздушных объектов, контроля маршрута и места положения летательного аппарата (ЛА).

В работе рассматривалась перспективная структура цифровой адаптивной антенной решетки (АЦАР) [1]. Отличительной особенностью данного подхода к построению радиолокационной системы (РЛС) является отсутствие в каналах приемопередающего модуля аналоговых фазовращателей и аттенюаторов, их заменяют цифроаналоговые преобразователи (ЦАП) - канал передатчика и аналого-цифровые преобразователи (АЦП) - канал приемника. Это способствует снижению потерь в СВЧ тракте на 3 - 5 дБ и формированию диаграммы направленности, близкой к теоретической, из-за повышенной точности установки амплитуды и фазы в раскрыве антенны.

Со специального вычислителя на ЦАП подаются цифровые сигналы с определенной амплитудой и фазой. На выходе ЦАП формируется аналоговый сигнал, который последовательно усиливается выходными усилителями мощности (УМ) до требуемого уровня и подается на антенные излучатели АЦАР. При этом в раскрыве антенной решетки устанавливается требуемое амплитудно-фазовое распределение.

УМ проектировался на нитрид-галиевых транзисторах IGN2729M400 по следующим исходным данным: диапазон частот 2.7 - 2.9 ГГц; коэффициент стоячей волны со стороны входа менее 1.5; длительность импульса 1 - 50 мкс; скважность 10; выходная мощность 400 Вт.

Проведено схемотехническое моделирование входной и выходной согласующей цепи по известным импедансам транзистора в среде Microwave Office [2, 3]. Разработанные топологии согласующих цепей со схемой питания и смещения потребовали дополнительной подстройки макетного образца для получения требуемой выходной мощности. Это обусловлено уходом центральной частоты в сторону верхних частот из-за отклонения толщины и диэлектрической проницаемости подложки от номинальных значений.

### *Библиографический список*

1. Степанов С.Н., Худаков А.А. Основные направления развития отечественных маловысотных РЛС // Радиотехнические и телекоммуникационные системы, 2015. - № 3. - С. 94 - 103.
2. Разевиг В.Д., Потапов Ю.В., Курушин А.А. Проектирование СВЧ устройств с помощью Microwave Office / под ред. В.Д. Розевига. - М.: СОЛОН-Пресс, 2003. - 496 с.
3. Васильев Е.П. Моделирование согласующих цепей по известным импедансам микроволновых транзисторов // Технические науки: проблемы и решения: сб. ст. по материалам XII междунар. науч.-практ. конф. - № 6 (11). - М.: Интернаука, 2018. - С. 70-81.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ ПОДСИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ МИКРОСПУТНИКА**

М.В. Грачев, О.В. Конова, В.А. Туманов

Научный руководитель – Гусев С.И., д-р техн. наук, профессор

Целью работы является разработка методики для лабораторного исследования принципов построения современной энергосистемы микроспутника на основе использования макета CubeSat [1,2].

Макет микроспутника CubeSat является в полной мере функциональным и спроектирован таким образом, чтобы обеспечить возможность исследования основных идей и принципов построения современных космических аппаратов, а также устройств и методов взаимодействия подсистем космического корабля в формате CubeSat.

В состав комплекта микроспутника входят следующие подсистемы и компоненты:

- подсистема электропитания (electrical power subsystem - EPS);
- оборудование наземной системы обслуживания (ground support equipment - GSE);
- подсистема управления и обработки данных (command and data handling subsystem - C&DH);
- подсистема связи (comm subsystem);
- подсистема ориентации и стабилизации (attitude determination & control subsystem - ADCS);
- термальная подсистема или солнечный коллектор (thermal subsystem).

Методика процесса исследования системы электропитания микроспутника ориентирована на лабораторный анализ следующих основных частей: системы солнечных батарей для преобразования солнечной энергии в электрический ток (фотоэлементы); перезаряжаемых батарей или вторичных источников электропитания для хранения энергии; модуля управления зарядом батарей для увеличения срока службы аккумуляторов и предотвращения перезаряда и т.д.; модуля распределения и контроля электропитания, предназначенного для преобразования питающего напряжения батарей в напряжения, необходимые для работы остальных модулей и подсистем спутника; модуля формирования телеметрической информации об уровне заряда батарей и значениях напряжений в различных точках системы распределения электропитания.

### *Библиографический список*

1. Гусев С.И., Колесников С.В., Спиркина О.В., Таганов А.И. Специализированный стенд для исследования принципов построения радиоэлектронных и информационных наноспутниковых систем // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIII Всероссийской НТК «НИТ-2018». РГРТУ, 2018. Том 2. С. 158-159.

2. Гусев С.И., Колесников С.В., Таганов А.И. Отработка базовых технологий создания инфокоммуникационных систем на основе стенда реконфигурируемой группировки малых космических аппаратов // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIII Всероссийской НТК «НИТ-2018». РГРТУ, 2018. Том 2. С. 159-161.

## **АЛГОРИТМЫ СОРТИРОВКИ И ОБРАБОТКИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ДАННЫХ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ GEONETCAST**

М.В. Грачев, Д.И. Лбов, В.А. Туманов

Научный руководитель – Бодров О.А., к.т.н, доцент, директор ИМиА

Рассматривается ряд проблемных вопросов по приему и обработке метеорологических данных, принимаемых с метеорологических спутников системы GEONETCAST.

Данные принимаются при помощи приемника АУЕСКА SR1 и антенны, направленной на геостационарный ретрансляционный спутник Eutelsat-10A. Данные с низкоорбитальных и геостационарных спутников по широкополосным каналам направляются в главный телекоммуникационный центр, с последующей передачей на ретрансляционный спутник, с которого ретранслируется пользователям [1].

Поскольку метеорологических спутников большое количество, а их назначения различаются, различается и формат передаваемых данных, что вызывает необходимость в фильтрации принимаемой информации. Для этого была разработана вспомогательная программа, следящая за появлением новых файлов в локальной сети и сортирующая их по папкам, основываясь на формате файлов. После перемещения файла в соответствующую папку, вспомогательная программа вызывает основную программу, передавая ей информацию о файле.

Файлы имеют схожую структуру. В каждом из них содержится набор данных (dataset) а также набор метаданных о спутнике и его состоянии, а также содержании этого набора данных. В этот набор данных входит несколько дочерних наборов данных, характеризующих определенные измерения, например уровень влажности или задымленности. Дочерние наборы данных содержат в себе растровые наборы – матрицы чисел, характеризующие значение свойств поверхности в соответствующих областях планеты. Также в дочерние наборы данных входят наборы метаданных, описывающие свойства растровых наборов и значительно упрощающие их считывание.

Основная программа при помощи библиотеки GDAL открывает переданный файл и начинает обработку. Сначала считывается метаданные материнского набора данных, на основе которой программа принимает решение о необходимости дальнейшей обработки данных [2]. В случае необходимости данных этого файла, считывается информация о дочерних наборах. Далее из дочерних наборов данных, представляющих интерес, считываются растровые наборы, значения которых преобразуются в матрицы цветов. Затем матрицы цветов при помощи библиотеки PILLOW сохраняются как растровые изображения [3].

### *Библиографический список*

1. EUMETCast. EUMETSAT's Broadcast System for Environmental Data. Technical Description/EUM TD 15. Issue 5. September 2004., 34 pp.
2. GDAL - Geospatial Data Abstraction Library [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gdal.org>, свободный. Загл. С экрана.
3. Саммерфилд М. Программирование на Python 3. Подробное руководство. - Пер. с англ. - СПб.: Символ-Плюс, 2009. - 608 с, ил.

## **СЕКЦИЯ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА»**

### **СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДСКИМИ ЗАПАСАМИ**

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.

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 распределению товара на складе;
- оптимальное использование складских площадей.

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[1].

Ключевыми параметрами выбора программного продукта выступают:

- 1) соотношение цены и функциональных возможностей продукта;
- 2) наличие демоверсии и 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 [2].

#### *Библиографический список*

1. 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: 10.04.2019).

2. Обзор: программы и сервисы для складского учета //Жажда бизнес журнал.- URL: <https://zhazhda.biz/lifestyle/programmy-i-servisy-dlya-skladskogo-ucheta>(дата обращения: 10.04.2019).

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА**

С.В. Антропкина

Научный руководитель - Крошилин А.В., д-р техн. наук, профессор

В докладе рассматривались различные методы идентификации экономического объекта, в ходе которых проводятся эксперименты, изучаются и сравниваются входные и выходные процессы и производится выбор соответствующей математической модели. Её выбирают таким образом, чтобы реакция объекта и реакция модели на один и тот же входной сигнал были схожи. Итог процесса идентификации является исходными данными для создания систем управления, оптимизации, анализа параметров систем, прогнозирования поведения системы и т.д.

Основными задачами идентификации являются:

1. Нахождение параметров и характеристик объекта.
2. Оценка переменных состояния. Состояние объекта определяется вектором, который однозначно определяет все его свойства.
3. Генерация случайных сигналов с определенными свойствами или вычисление свойств случайных сигналов.

В зависимости от типа модели существуют разные методы идентификации. При этом не существует универсальных методов. В данном исследовании рассматривались два метода идентификации: статическая идентификация (метод производственных функций) и динамическая идентификация. В статической идентификации можно проигнорировать возможные изменения, т.к. их учета не требуется для достижения цели моделирования. К тому же изначально предполагается, что все процессы, протекающие в системе, не требуют развертывания во времени при их описании [1]. Использование динамических моделей позволяет решать такие задачи планирования и прогнозирования экономических процессов, как определение траектории экономической системы, ее состояний в заданные моменты времени, анализ системы на устойчивость, анализ структурных сдвигов [2].

Создание динамических моделей значительно более трудоемкий процесс, но результат получается значительно более точным, чем при статическом моделировании. Это обусловлено тем, что данные модели учитывают изменения, происходящие в системе с течением времени. При этом на данный момент практическое применение динамических систем только начало развиваться и пользоваться популярностью.

### *Библиографический список*

1. Райбман Н.С. Что такое идентификация? - М.: Наука, 1970.
2. Чернецкий В.И. Математическое моделирование динамических систем/ В.И. Чернецкий. Петрозаводск: изд-во Петр.ГУ, 1996.

# РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ЕЖЕДНЕВНЫХ ОБЪЕМОВ ПРОДАЖ

В.О. Брюхнова

Научный руководитель – Цуканова Н.И., канд. техн. наук, доцент

Для одной торговой сети известны данные о ежедневных объемах продаж товаров первой необходимости. В настоящее время эти данные хранятся в виде больших массивов, анализ таких данных ручными и полуручными методами малоэффективен. Поэтому встает вопрос внедрения автоматического программного средства для анализа и прогнозирования объемов продаж, которое поможет значительно уменьшить временные и интеллектуальные ресурсы.

Для того чтобы разработать такую систему, необходимо выбрать метод прогнозирования. В последние годы используются методы машинного обучения, суть которых состоит в настройке параметров некоторой модели в процессе обучения на экспериментальных данных, накапливаемых в базах [1]. В качестве моделей обучения наиболее успешно используются различные регрессионные модели, деревья решений, нейронные сети и т.п.

Многие модели являются слабыми (неустойчивыми), т.е. при небольшом изменении параметров обучения или исходных данных они дают разные по точности результаты. Для улучшения качества этих моделей (повышения точности и стабильности прогноза) в теории машинного обучения используются ансамбли моделей [1]. Для анализа и прогнозирования объемов продаж были разработаны модели ансамблей деревьев решений и ансамблей нейронных сетей.

Для оценки качества моделей была вычислена средняя относительная ошибка прогноза MAPE (Mean Absolute Percentage Error):

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \cdot 100\%. \quad (1)$$

Каждый метод был протестирован на реальных данных. Результаты приведены в таблице.

Название метода	Регрессионный анализ	Одно дерево	Ансамбль деревьев решений (бэггинг)	Нейронная сеть	Ансамбль нейронных сетей		
					Бэггинг	Градиентный бустинг	Бустинг с весами примеров
Ошибка обучения, %	-	0,0874	<b>1.2731</b>	3.4470	<b>3.326</b>	1.6707	3.8842
Ошибка тестирования (обобщения), %	9,72	2,5202	<b>1.8352</b>	5.6241	<b>5.636</b>	5.9823	6.2841
Время моделирования, сек	-	4.589	<b>6.520</b>	2.660	<b>9.476</b>	10.177	10.133

Из сравнительного анализа делаем вывод, что трудозатраты для ансамблей большие, но они оправдываются стабильностью прогноза, за счет усреднения результатов.

### Библиографический список

1. Паклин Н. Б., Орешков В. И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям (+CO): учеб. пособие. – 2-е изд., испр. –СПб.: Питер, 2013. – 704 с.: ил.

## **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ПО ОСНОВАМ РОБОТОТЕХНИКИ**

Л.А. Горохова

Научный руководитель – А.В. Пруцков, д-р техн. наук, профессор

Современный мир тесно связан с разработками программного обеспечения (далее ПО) и робототехники. Необходимость создания информационной системы (далее ИС) для такой востребованной сферы очевидна. В некоторых регионах России уже реализуется программа обучения робототехнике через Интернет [1].

Другая цель – создание общей информационной системы для проверки знаний по основам робототехники для учеников Клуба инженерного творчества «Робошкола» [2], что позволит вести постоянный мониторинг успеваемости детей, а также даст возможность всем ученикам отслеживать свой прогресс в обучении.

Разработанная информационная система должна показать возможность автоматизирования обучения детей основам робототехники в нашем регионе.

Главным достоинством такой разработки в образовании детей является наличие самостоятельной работы, что дает возможность ребенку программировать и выполнять различные задания по робототехнике в удобное для него время и в комфортной для него обстановке. Задачи дистанционной школы робототехники сформулированы так, что не требуют от учащегося использования какой-то определенной робототехнической платформы или языка программирования. Гибкая модульная структура методических материалов обучения в школе дает возможность подключения к образовательному курсу с любого этапа, а большое количество актуальных робототехнических тем для изучения обеспечивает возможность обучения в школе в течение нескольких лет.

При разработке ИС было использовано современное программное обеспечение, с одной стороны, отвечающее всем требованиям, на сегодняшний день предъявляемым к подобного рода ПО, с другой - предоставляющее удобные инструменты интеллектуальных сред разработки. Для разработки ИС будет использован язык php, html и javascript. Разработчики указанных продуктов предоставляют кроме всего прочего удобные инструменты для их взаимодействия, что во многом определило выбор именно этих средств.

### *Библиографический список*

1. Innopolis university [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://university.innopolis.ru/education/pre/remote-robotic-school/>
2. Современные технологии в науке и образовании [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docplayer.ru/81744358-Sovremennyye-tehnologii-v-nauke-i-obrazovanii.html>

## ГЕНЕРАЦИЯ ЗНАЧЕНИЙ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ С ФРАКТАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Е.А. Жданкина

Научный руководитель – Демидова Л.А., д-р техн. наук, профессор

Временным рядом (ВР) называют последовательность измерений  $y(t), t \in [1...N]$ , которая, как правило, упорядочена по времени. Источниками ВР могут являться: реальные данные, тестовые наборы из репозитория данных, сгенерированные значения.

Одной из фаз разработки программного обеспечения является тестирование - процесс проверки ПО на соответствие требуемым качествам. При тестировании ПО для анализа ВР возникают следующие проблемы:

1. Необходимо большое количество различных данных для тестирования. При этом их свойства должны быть заранее известны и покрывать все тестовые сценарии.

2. Для unit тестов данные должны быть очищены от пустых значений, выбросов, сезонности, циклов. Данные должны обладать только теми свойствами, поиск и оценка которых производится в каждом конкретном алгоритме. Посторонние особенности ряда могут негативно сказаться на работе алгоритма и привести к некорректным результатам тестирования

3. Для интеграционного тестирования системы данные должны содержать набор заранее известных свойств, чтобы проверять все этапы обработки: оценку, очистку, построение модели, прогнозирование.

Решением поставленных проблем могут быть алгоритмы для генерации ВР. В частности, для наращивания самоподобных ВР разработаны алгоритмы, основанные на динамической трансформации временной шкалы (DTW – dynamic time warping). Метрика, полученная с помощью алгоритма DTW, эффективно вычисляет расстояния между рядами, смещенными друг относительно друга. Главной идеей алгоритма является усреднение набора ВР и использование среднего ВР как нового искусственного образца.

Также существуют алгоритмы, основывающиеся на модификации алгоритма DTW Baruscentic Averaging (DBA). В этом случае вместо отдельного точного рассмотрения каждого ВР они учитываются с применением весовых коэффициентов. Эта модификация позволяет моделировать бесконечное число новых значений из данного набора ВР [1].

Таким образом, задача генерации тестовых данных с различными наборами свойств является важной при разработке ПО для анализа ВР, т.к. свойства реальных данных заранее не известны, а подбирать все необходимые комбинации свойств из тестовых репозитория – непростая, в некоторых случаях и вовсе не решаемая задача.

1. Germain Forestier, F. Petitjean, H.A. Dau, G.I. Webb, E. Keogh., Generating synthetic time series to augment sparse datasets. – University of Haute-Alsace, Mulhouse, France.

# МЕТОДЫ ПОДБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

М.С. Ивкина

Научный руководитель – Демидова Л.А., д-р техн. наук, профессор

Интеллектуальный анализ данных (Data Mining) – это процесс поддержки принятия решений, целью которого является обнаружение неявных закономерностей в наборах данных. Анализ данных предназначен для поиска в больших объемах данных неочевидных, объективных и полезных на практике закономерностей, которые обнаруживаются стандартными методами обработки информации или экспертным путем [1].

Основными задачами интеллектуального анализа данных являются: классификация, регрессия, кластеризация.

Для повышения качества классификации с помощью подбора оптимальных значений параметров алгоритма классификации могут быть использованы: алгоритм подбора по сетке, алгоритм роя частиц, байесовская оптимизация [2].

*Метод поиска по сетке* – простейший метод поиска значений параметров по какому-либо критерию. Метод делает полный перебор по заданному подмножеству пространства параметров обучающего алгоритма.

*Случайный поиск* заменяет полный перебор значений по сетке всех комбинаций на выборку, образованную случайным образом.

*Байесовская оптимизация* – это метод, основанный на вероятностной модели для нахождения экстремума любой функции.

*Рой частиц* (PSO) представляет собой вычислительный метод, который оптимизирует функцию путем улучшения кандидатов переменных, дающих лучшее значение функции при каждой итерации.

В таблице представлены результаты сравнения методов по скорости и качеству нахождения параметров.

Сравнение методов

	<b>Grid Search</b>	<b>Random Search</b>	<b>Grid Search</b>	<b>Bayesian Optimization</b>	<b>PSO</b>
<b>Скорость</b>	Низкая	Средняя	Grid Search	Высокая	Низкая
<b>Качество</b>	Высокое	Среднее	Grid Search	Выше среднего	Высокое

Все рассмотренные методы имеют свои достоинства и недостатки, поэтому не следует говорить, что какой-либо метод лучше всех остальных. Каждый из них следует использовать в зависимости от выборки, вычислительной мощности машины и доступного времени.

## *Библиографический список*

1. Ивкина М.С. Решение задачи классификации на основе случайного леса // Прикладные исследования и технологии ART2018: сб. тр. региональной конференции ART2018. 2018. С. 79-87.

2. Чистяков С. П. Случайные леса: обзор: Труды Карельского научного центра РАН. № 1. 2013.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ ОТЧЕТОВ К БД**

Е.А. Илюхина

Научный руководитель – Макаров Н.П., канд. техн. наук, доцент

В мире высоких технологий очень важно получать актуальную информацию в нужной форме. Для проведения бизнес-анализа наиболее эффективной формой являются отчеты, отражающие актуальные данные за определенный период времени. Поэтому быстрое и качественное формирование таких отчетов во многом определяется эффективностью, полнотой бизнес-анализа. Конструирование таких отчетов может быть выполнено как средствами, встроенными в сами СУБД, так и специальными генераторами отчетов. Они обеспечивают более высокую производительность при разработке отчета и наглядность отображаемых данных. В качестве примера можно выделить такой продукт, как Reporting Services.

Сама реализация конструирования может осуществляться в Visual Studio. При этом необходимо указать источник данных (базу данных) и путь для сохранения (развертывания) отчета. Далее написать SQL-запрос для получения нужных данных, как обычный, так и параметрический [1].

После этого становятся доступны все поля построенного запроса, которые требуется разместить в нужном формате и месте отчета. Информация может представляться в виде таблиц, карт, диаграмм и т.д. Полученный таким образом отчет сохраняется в указанном месте.

При необходимости пользователи в онлайн режиме могут самостоятельно запросить (запустить) нужный отчет с нужными значениями его параметров, например за указанный период. Это позволяет сократить время разработчиков по созданию отчетов, которые требуются для проведения бизнес-анализа или сбора данных [2].

Для повышения защищенности доступ к отчетам осуществляется через модуль проверки подлинности пользователя, уровень доступа которого при необходимости может быть изменен.

В настоящее время на предприятии для выполнения основных расчетов используется информационная система (ИС) на базе СУБД Access и отчеты сохраняются в ЭТ Excel. Специализированный генератор отчетов позволяет получать данные из СУБД различных типов, например СУБД Access, СУБД MS SQL Server и т.д., и выбрать нужный режим для сохранения сформированного отчета: просмотр, сохранение в файл или печать.

Таким образом, использование генераторов отчета дает следующие преимущества:

- 1) быстрота реализации вновь создаваемого отчета;
- 2) возможность экспорта данных в различные форматы;
- 3) наглядность полученных данных;
- 4) высокая производительность при экспорте;
- 5) безопасность данных.

Использование специализированных генераторов отчетов позволит повысить оперативность бизнес-анализа.

### *Библиографический список*

1. Что такое SSRS? Описание SQL Server Reporting Services. Режим доступа: [<https://info-comp.ru/softprodobes/478-ssrs-sql-server-reporting-services.html/> 08.04.2019].
2. Microsoft Reporting Services. Режим доступа: <http://serversql.ru/microsoft-reporting-services.html/> 08.04.2019].

## **ФИЛЬТРАЦИЯ ШУМОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ**

А. А. Камордин

Научный руководитель - Бубнов С.А., канд. физ.-мат. наук, доцент

В докладе рассматривается проблема визуального восприятия, а именно шумы на изображении. Следующие типы шумов являются наиболее распространенными: Гауссов шум, импульсный, а также их комбинация. Также выделяют основные источники возникновения шумов: проблемы или особенности работы оборудования (фотокамера, видеокамера и т.д.), плохие условия съемки, помехи при передаче [2].

Для подавления шумов существуют различные фильтры: сглаживающие, медианные, ранжирующие и фильтры Винера. Каждый из перечисленных алгоритмов имеет свои преимущества и область применения. Однако медианные фильтры имеют лучшие результаты в сохранении перепадов оттенков, границ объектов, и локальных пиков яркости на зашумленном изображении [1].

В роли основного фильтра выступил медианный как наиболее потенциальный. Он представляет собой скользящее по полю изображения окно, охватывающее нечетное число пикселей. Центральный пиксель заменяется медианой всех элементов, попавших в окно.

Многократное применение медианного фильтра показало его высокую способность к подавлению шумов, однако присутствует потеря качества изображения, которая в основном связана с выбором размера скользящего окна.

Модификация медианного фильтра позволила снизить потерю качества изображения до приемлемого качества, однако возможно последующее улучшение алгоритма для улучшения качества и скорости его работы.

### *Библиографический список*

1. Бухтояров С. С. Удаление шума из изображений нелинейными цифровыми фильтрами на основе ранговой статистики. – М. 2007. – 187 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНСАМБЛЯ МОДЕЛЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ ДАННЫХ**

О.А. Кельцына

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

В различных областях исследований, науки, медицине, экономике, современной техники часто возникает необходимость решить задачу классификации. В связи с такой значимостью, задача классификации требует качественного решения. Она заключается в том, чтобы определить, к какому классу относятся объекты, в зависимости от значений их признаков (характеристик), по которым определяется классовая принадлежность.

Принимая важное решение, опытные руководители часто обращаются за помощью к экспертам в различных предметных областях. Решение, полученное на основе выводов экспертов, обладающих определенным опытом в той или иной сфере, считается наиболее оптимальным. Таким образом, комбинируя полученные результаты, можно найти наилучшее решение.

Аналогичная ситуация складывается при использовании моделей, основанных на машинном обучении. Эти модели фактически играют роль экспертов и предоставляют свой «голос», который учитывается при принятии общего решения.

Если обученной модели хорошо удастся разделить объекты на классы и она допускает мало ошибок, то такая модель считается сильной. Слабая модель не может надежно разделить объекты на классы и допускает в работе большое количество ошибок.

Часто встречаются ситуации, когда были применены все способы усовершенствования слабой модели, а качество ее работы по-прежнему неудовлетворительно. Ожидать от такой модели хорошей работы с новыми данными не следует, при этом ее возможности уже исчерпаны. Здесь возникает вопрос: как усилить слабую модель, что сделать для улучшения результата классификации? Вполне логично применить к неудовлетворительным результатам работы слабой модели еще одну модель, задача которой — классифицировать те примеры, что остались нераспознанными. Если и после этого результаты неудовлетворительны, можно добавить еще одну модель и так до тех пор, пока не будет получено достаточно точное решение.

Таким образом, для решения одной задачи классификации можно применить сразу несколько моделей и рассматривать результаты работы не отдельной модели, а результат, который дает весь набор моделей. Такие совокупности моделей называются ансамблями моделей. Ансамбль позволяет улучшить решение, которая дает отдельная модель.

### *Библиографический список*

1. Вьюгин В. Математические основы теории машинного обучения и прогнозирования. – МЦМНО, 2013. – 390 с.

## **ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ СРЕДСТВ СТРУКТУРИРОВАННОГО ХРАНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ КОНФИГУРАЦИИ**

О.В. Крылова

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

В фирмах, занимающихся разработкой на платформе «1С», значительная часть заказов поступает на адаптацию типовых решений (таких, как «1С:Бухгалтерия», «1С:Зарплата и управление персоналом» и т.д.) под экономические потребности и бизнес-процессы заказчика (определённой организации или предприятия).

Одной из особенностей доработки типовых конфигураций является схожесть требуемых для различных организаций, работающих в определенной сфере, объектов конфигурации (отчетов, обработок и документов). Аналогичные отчеты, обработки и документы рационально разрабатывать не заново, а используя ранее разработанные решения для данной сферы деятельности. Повторное использование кода сокращает время разработки, тем самым повышая эффективность работы разработчиков.

Таким образом, возникает потребность в использовании системы структурированного хранения разработанных объектов конфигурации. Рассмотрим существующие решения для этого решения.

4. Хранилище конфигурации в 1С 8.2 и 8.3 – это средство для групповой разработки решения, встроенное в платформу 1С: Предприятие 8. Хранилище позволяет вести многопользовательскую разработку решений неограниченным количеством пользователей. Также хранилище предоставляет возможность увидеть полную историю разработки конфигурации и каждый шаг разработчиков в подробностях. Основным недостатком хранилища конфигурации при рассмотрении с точки зрения хранения разработанных объектов конфигурации является ее предназначение только для одной конфигурации, для обеспечения синхронизации работы группы разработчиков по модификации конфигурации. Хранить разработки для разных типовых конфигураций не представляется возможным.

5. Файловый хостинг DropBox позволяет пользователям создать персональное облачное хранилище, содержимое которого можно просматривать с любого устройства. Применительно к хранению разработанных файлов файловый хостинг имеет достоинство в том, что пользователь имеет возможность создавать папки, таким образом структурируя объекты по типу конфигурации и отрасли, для которой разработка предназначалась. Еще одним достоинством является совместный доступ группы разработчиков к хранилищу. Недостатки файловых хостингов: ограниченный объем памяти, предоставляемый пользователю бесплатно; ограниченный срок хранения истории изменения файлов без покупки дополнительных опций; невозможность работы при неполадках с подключением к сети.

Подводя итог, можно сказать, что создание программного обеспечения для структурированного хранения разработанных объектов является необходимым для обеспечения более эффективной работы программистов, занимающихся доработкой типовых конфигураций под требования организации.

## ОБОСНОВАНИЕ ПОРЯДКА ПОЛИНОМА ПРИ ПОСТРОЕНИИ МОДЕЛИ ВРЕМЕННОГО РЯДА

И.В. Лапкина

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.

Так, например, для многочлена первого порядка:

$$\Delta(a_0 + a_1 t) = a_0 + a_1(t + 1) - a_0 - a_1 t = a_1,$$

$$\Delta^2(a_0 + a_1 t) = 0.$$

Аналогично для многочлена  $m$  – го порядка:

$$\Delta^{m+1} \sum_{i=0}^m a_i t^i = 0.$$

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:

$$D_{\Delta}(k) = \frac{1}{C_{2k}^{N-k}} \sum_{i=1}^{N-k} (\Delta^k y[i])^2,$$

где  $C_{2k}^k = \frac{(2k)!}{k!k!}$  – биномиальные коэффициенты.

Регистрируется такое значение  $k = k^*$ , начиная с которого статистика  $D_{\Delta}(k)$  перестает изменяться, т.е. стабилизируется. Тогда приближенно принимается  $m = k^* - 1$ .

# ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

С.А. Моньяков

Научный руководитель — Крошилин А.В., д-р техн. наук, профессор

Рассмотрим проблему процесса принятия решения. Сравнение достоинств и недостатков различных вариантов решений – самая трудная задача для лица, принимающего решения. Следовательно, многокритериальность и неопределенность — основные препятствия в принятии решений. Для получения информации о показателях важности альтернатив целесообразно использовать метод экспертных оценок. Получение конечного результата при использовании метода экспертных оценок можно определить с помощью четырех способов: 1) метод простой ранжировки, 2) метод задания весовых коэффициентов, 3) метод парных сравнений, 4) метод последовательных сравнений. Лучшим алгоритмом для решения этой задачи является метод анализа иерархий – математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решения, использующий метод парных сравнений в сочетании с методом последовательных сравнений [1]. Рассмотрим пример покупки лучшего автомобиля. Критерии — это коэффициент, по которому происходит попарное сравнение альтернативных вариантов. Альтернативы — это коэффициент получения, при программном вычислении матриц парных сравнений получают веса или относительные важности этих вариантов. Самая большая весомость является наиболее лучшим вариантом.



## Покупка лучшего автомобиля

Полученные результаты в ходе компьютерного моделирования показывают наглядное применение метода анализа иерархий в задачах с применением экспертов. Данный метод дает возможности увеличения надежности при принятии решений и увеличения защищенности лиц, принимающих решение (см. рисунок).

1. Саити Т. Принятие решений: метод анализа иерархий/пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. М.: Радио и связь, 1993. —10–68 с.

## РАСЧЕТ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ СОТРУДНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ В VISUAL BASIC

А.А. Натёсова

Научный руководитель – Бубнов С.А., канд. физ.-мат.наук, доцент

Заработная плата – это денежное вознаграждение, которое работник получает в обмен за свой труд.

Различают три системы оплаты труда: тарифную, бестарифную и смешенную.

Т.к. предприятия имеют разное число сотрудников, очень сложно и трудоемко просчитывать заработную плату каждого сотрудника предприятия.

Для упрощения подсчета заработной платы можно использовать Visual Basic. Он подходит для быстрого создания прототипов программ.

В данной статье рассмотрим тарифную повременно-премиальную форму оплаты труда, которая рассчитывается как

$$Z_{п.п.} = T_c * t_{ф} + \text{Премия, руб.} ,$$

где  $T_c$  - тарифная ставка;

$t_{ф}$  - фактически отработанное время.

С помощью объектно-ориентированного языка программирования VBA [1] напишем программу расчета заработной платы и проверим её работоспособность на конкретном примере.

Для начала нужно создать форму и расположить кнопки.

Далее введем алгоритм обработки нажатия на кнопку «*Рассчитать*».

Взяв данные конкретного предприятия в качестве исходных для разработанной программы, проведя расчет, получим следующие результаты (см. рисунок):

Расчет повременно-премиальной оплаты труда	
Тс	7000
Тф	8
Премия	5000
ИТОГО	61000

Вывод результата на созданной форме

При желании можно выводить получившиеся результаты в таблице Microsoft Excel.

1. Гусева О.Л. Практикум по Visual Basic. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 544 с.

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕПЛО ВЫДЕЛЕНИЯ

Д.И. Нефедов

Научный руководитель - Цветков И.А., д-р техн. наук, проф.

Сейчас 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. Входной и выходной термодатчики измеряют температуру воды соответственно на входе и выходе радиатора. *Недостатки бытового счетчика тепла*: 1) требуется «врезка» расходомера и термодатчиков в трубы; 2) если в квартире несколько стояков, то счетчик нужен для *каждого* радиатора; 3) *погрешность* счетчика со временем *увеличивается* из-за примесей в воде.

В докладе предлагаются модель и программное средство для оценки количества тепла, потребляемого в квартире, «неинвазивным» (без «врезок» 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 первоначальной программной реализации разработана *упрощенная модель теплопередачи* из помещения. В этой модели приняты допущения: 1) помещение *неугловое*; 2) в помещении наружная стена *одна*, окно *одно*; 3) форточка и дверь *закрыты*; 4) температура в помещении *равна* температуре в каждом смежном помещении на данном этаже, в помещениях над потолком и под полом. Поэтому через внутренние стены, пол, потолок, форточку и дверь теплопередачи нет. Тепло передается только через одну наружную стену и одно окно со стеклопакетами и рамой.

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.

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.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕНЫ ЗАКУПКИ ЛОМА ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

А.А. Проничева

Научный руководитель – Бубнов С.А., канд. физ.-мат. наук, доцент

Разработка модели ценообразования при закупке лома черных металлов является достаточно актуальной, потому что при данной экономической ситуации необходимо понимать, из чего складывается цена закупки, какие факторы влияют на ее изменение. При формировании цены приходится оперировать диапазоном цен, так как он позволяет получить информацию об области допустимых значений цены. Цена на лом формируется в результате переговоров между ломозаготовителями и потребителями лома, поэтому знание диапазона цен поможет более точному позиционированию цен на рынке [1].

В статье рассматриваются основные подходы к определению интервалов цен и их виды. Для выведения формулы использовалась математическая модель ценового диапазона по экспертному паритету. На ее основе были рассчитаны средневзвешенные цены для Рязанской области за последние полгода.

Средневзвешенные цены по экспортному паритету для Рязанской области за октябрь 2018 г. – март 2019 г., руб. за тонну

	<b>Март 2019</b>	<b>Февраль 2019</b>	<b>Январь 2019</b>	<b>Декабрь 2018</b>	<b>Ноябрь 2018</b>	<b>Октябрь 2018</b>
3А	11386	11129	11314	11443	11543	11900
5А	11343	11086	11271	11400	11500	11857
12А	11314	11057	11243	11371	11471	11829

Предложенная модель позволит реализовать дифференцированный подход к формированию цен на металлолом разных категорий за счет имитации конкурентной борьбы за рынки ломосбора.



Средневзвешенные цены по категориям металлолома

1. Иванова Т. А., Трофимова В. Ш., Калитаев А. Н., Степанов Д. Г. Математическое моделирование ценового диапазона закупа лома черных металлов для металлургических предприятий РФ // Экономика региона. — 2018. — Т. 14, вып. 1. — С. 137-149.

## **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТРАНСПОРТА НА ЭКОЛОГИЮ ГОРОДА**

Д.С. Савин

Научный руководитель – Цуканова Н.И., канд. техн. наук, доцент

Оптимизация транспортной системы в XXI веке становится приоритетной задачей большинства городов. И ее немаловажным аспектом является учет экологической безопасности средств передвижения и их влияния на окружающую среду. По данным Федерального министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, в 2017 г. общий объем выбросов загрязняющих веществ составил почти 240 тыс. т. Это превышает показатель 2016 г. практически на 6 тысяч. Отметим, что, начиная с 2010 г., происходит сокращение выбросов от стационарных источников – на 28,3%, но имеется невысокое повышение выбросов транспорта на 5 % [1]. В 2017 г. стало известно, что наш город вошел в тройку городов с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

В связи с полученными результатами возникают вопросы:

1. Какие вредные вещества выделяют в атмосферу транспортные средства?
2. Какие из видов транспорта приносят наибольший ущерб экологии города?
3. Что необходимо предпринять для уменьшения количества загрязняющих веществ, попадающих от транспорта в атмосферу города?

По данным международного совета по экологической безопасности транспорта, личные ТС, автобусы и грузовики выделяют наибольшее количество вредных веществ в атмосферу. Среди них альдегиды, свинец, углеводород, оксид углерода и оксид азота, а также сажа. Наиболее экологически приемлемым видом транспорта являются рельсовые средства – трамваи, метрополитен, а также троллейбусы.

В Рязани ситуация с атмосферными выбросами, как уже было сказано ранее, сложная. В воздухе обнаружено большое количество таких опасных веществ, как сероуглерод, оксид углерода, формальдегид, диоксид азота, бензапирен и взвешенные вещества. Из них около 80 % приходится на транспортные средства. В нашем городе основными источниками передвижения являются личные автомобили, общественный транспорт (автобусы, троллейбусы, маршрутные такси), ж/д транспорт (поезда и электрички).

Таким образом, чтобы уменьшить количество выбросов в атмосферу, необходимо принять такие меры, как популяризация экологического транспорта, соблюдение правил эковождения и ужесточение норм по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2018. 888 с.

# РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

В.Н. Семенова

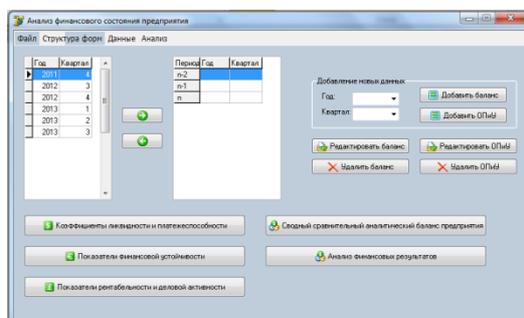
Научный руководитель – Смирнов Е.В., канд. экон. наук, доцент каф. ВПМ

Большинство организаций, которые работают с большим объемом информации, используют в своей работе вычислительные комплексы и системы. В связи с этим все чаще возникает большая необходимость в использовании специализированных информационных систем по анализу финансового состояния предприятий [1].

Существующие системы помимо положительных особенностей имеют ряд недостатков, которые ограничивают их использование. Таким образом, становится актуальным создание специализированной информационной системы, которая позволит реализовать более универсальный, качественный и глубокий анализ финансового состояния предприятия и не будет иметь недостатков, присущих нынешним системам.

При проектировании информационной системы были выдвинуты следующие требования к функциональности с использованием объектно-ориентированного подхода: расчет всех групп финансовых показателей, модификация, замена, удаление и добавление необходимых финансовых данных. Также разработана база данных, которая хранит информацию о финансовой отчетности предприятия – бухгалтерском балансе и отчете о прибылях и убытках.

Разработанная система обладает простым интерфейсом, который изображен на рисунке, и представляет удобный инструмент для сбора и подготовки к выводу большого объема данных, с которыми она работает. Система является открытым программным продуктом и не имеет ограничения в использовании.



Интерфейс информационной системы

Например, для того, чтобы дать согласие на поставку товара, поставщик обращает внимание на коэффициент абсолютной ликвидности, а банк, который выдает кредит, – на коэффициент критической ликвидности. В результате любой пользователь сможет с помощью данной разработки проводить расчет и анализ финансового состояния любой организации.

1. Ивасенко А.Г., Гридасов А.Ю. Информационные системы и технологии в экономике и управлении – М.: КноРус, 2007. – 160 с.

## ОБЗОР МЕТОДОВ АНАЛИЗА ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ОКРАСКИ ТЕКСТА

Н.И. Стерлюкин

Научный руководитель – Коротаев А.Н. канд. техн. наук, доцент

Тема анализа тональности текста (эмоциональной окраски) является очень важной в современном мире. Такой анализ позволит получить срез мнений по большому количеству текстов. Вот лишь краткий список направлений, где анализ тональности может сильно помочь [2]: работа PR-служб, политическая борьба, использование частными лицами для получения среза мнений о чём-либо.

Для анализа тональности текста существует несколько основных методов [1]: метод, основанный на правилах и словарях, машинное обучение(с/без учителя) , метод, основанный на теоретико-графовых моделях. Ниже будет подробно рассмотрен первый метод – метод, основанный на правилах и словарях, а также вкратце будет описан метод Машинное обучение с учителем.

Для начала рассмотрим наиболее применимый к анализу тональности текстов метод – метод, основанный на правилах и словарях. Этот метод можно разделить на две основные составляющие. Во-первых, рассмотрим словарную составляющую. Её суть заключается в том, что составляются словари по типу ключ-значение. Ключ – слово, а значение – коэффициент его тональности. Такие словари, желательно, составлять для каждой предметной области, т.к., например, слово “большой” будет положительной тональности для объёма памяти, но отрицательным, если это касается, например, физического размера спортивного музыкального плеера.

Второй составляющей данного метода является использование правил. Правила позволяют анализировать слова не по отдельности, а в совокупности в контексте использования. Пример простейшего правила: “Если в словосочетании есть глагол, содержащийся в группе положительной тональности, и перед ним нет отрицаний, – классифицировать словосочетание как положительное”.

Следующим методом является машинное обучение. Метод обучения без учителя здесь рассмотрен не будет по причине его слабой применимости к анализу тональности текста.

Порядок анализа тональности текста при машинном обучении с учителем:

1. Составляется набор документов, на основе которого идёт обучение модели, и каждый документ разбивается на последовательность признаков, по которым он будет анализироваться.
2. Каждому отрезку (в итоге всему тексту) присваивается тональность.
3. Модели дают текст и корректируют работу, пока выходное значение не будет совпадать с заранее вычисленным.

### *Библиографический список*

1. Юсупова Н.И., Богданова Д.Р., Бойко М.В. АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТОВЫХ СООБЩЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ. – Уфимский государственный авиационный технический университет, 2012.
2. <https://habr.com/ru/post/149605/> (Дата просмотра: 11.03.2019).

# ОБЗОР ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

А.П. Теняев

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

Современная организация имеет большое количество финансовых показателей, отражающих эффективность её функционирования. На расчет и анализ всех показателей могут затрачиваться большие временные и трудовые ресурсы, тогда как современные экономические условия диктуют более рациональное использование всех видов ресурсов предприятия. Решение этой проблемы может стать более эффективным при использовании систем автоматизированного анализа финансового состояния организаций [1-7].

Российский рынок информационных систем автоматизированного финансового анализа организации предлагает различные программные продукты: «ИНЭК-АФСР» (фирма ИНЭК), «Альт-Финансы» (фирма АЛЪТ), «Audit Expert» (фирма Про-Инвест-ИТ), «ФинЭкАнализ 2018» (фирма ЮАК), «АБФИ - Предприятие» (фирма Вестона), также можно выделить систему, разработанную Организацией Объединенных Наций по промышленному развитию, «COMFAR Expert» (ЮНИДО).

Можно выработать следующие требования к разрабатываемой системе анализа финансового состояния организации: система должна автоматически выгружать данные из систем бухгалтерского учета; формировать графики, диаграммы и иллюстрации; прогнозировать показатели финансового состояния организации; включать в себя возможность частичного программирования пользователем; соответствовать российскому законодательству в сфере бухгалтерского учета.

## *Библиографический список*

1. Архангельская Е.А., Пахомов А.В. Проблемы выбора ИС финансового анализа инвестиционных проектов // Менеджмент и бизнес-администрирование. Издательство: Академия менеджмента и бизнес-администрирования (Москва)
2. Евстигнеев В.В., Пятковский О.И. Технологии искусственного интеллекта в информационных системах хозяйствующих субъектов // Ползуновский альманах. – 1998. - №1. – С. 16-26.
3. Каширин И.Ю., Крошила А.В., Крошила С.В. Автоматизированный анализ деятельности предприятия с использованием семантических сетей. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 140 с.
4. KPi SHOP. Решения для бизнеса [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.kpishop.ru/>
5. Альт-Инвест. Официальный сайт [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.alt-invest.ru/>
6. Блог Молодого Аналитика [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://humeur.ru/>
7. Economics.Studio [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://economics.studio/>

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНТОЛОГИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ БИБЛИОТЕЧНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

О.В. Тинин

Научный руководитель – Цуканова Н.И., канд. техн. наук, доцент

Цель данной работы — разработка программного средства для автоматизированной распределённой библиотечно-информационной системы.

Актуальность темы работы определяется:

- 1) стремительными темпами развития интернет-технологий за последние несколько лет;
- 2) необходимостью появления средств, автоматизирующих максимальное число библиотечных процессов для более эффективного их выполнения и максимального удовлетворения пользователей библиотек;
- 3) повышением сервиса, предоставляемого библиотеками, более оперативным обслуживанием пользователей;
- 4) необходимостью библиотек вести электронный каталог, автоматизировать процесс учёта выдачи (возврата) книг.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования программного средства в областных, городских, районных библиотеках, научных библиотеках при институтах и школах, в которых есть необходимость организации ведения электронного каталога книжной продукции, происходит выдача и приём печатной литературы.

Онтология – это формальная, явная спецификация общей концептуализации [1]. Также можно сказать, что это способ представления знаний с помощью конечного множества понятий и отношений между ними. Онтологии используются для формального описания области знания, в данном случае для конкретной области работы библиотечной системы.

Для более качественного и удобного поиска пользователем интересующей его книги будет создана иерархия книг. В ней книги будут распределены по тематике, автору, дате издания. На основе полученной иерархии будет разработана онтология.

Использование онтологий для представления знаний имеет ряд преимуществ. Например, онтология содержит общее видение области знания. Математический аппарат дескриптивной логики предоставляет средства логического вывода новых фактов на основе существующих. Благодаря ему имеется возможность превращать скрытое знание в явное и находить противоречия в онтологиях. Кроме этого, появляется гибкость модели данных, которая позволяет сравнительно легко ее изменять и расширять. Также имеется возможность повторного применения существующих онтологий.

1. Gruber, Thomas R. A translation approach to portable ontology specifications / Thomas R Gruber // Knowledge Acquisition. — 1993. — Vol. 5, no. 2. — Pp. 199–220.

## **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ КОРРЕКЦИИ ОШИБОК В ОПТОВОЛОКОННЫХ ЛИНИЯХ СВЯЗИ**

К.И. Тодоренко

Научный руководитель – Овечкин Г.В., д-р техн. наук, доцент

При передаче данных по оптоволоконной линии связи на больших скоростях порядка 40 Гбит/с и выше на процесс передачи начинают оказывать существенное влияние нелинейные эффекты. Обладая различной природой, они вносят нелинейные помехи в канал связи. Это приводит к тому, что различные виды данных передаются по каналу с различным качеством — одна последовательность символов передается практически без ошибок, в то время как на долю другой может приходиться половина всех ошибок в канале. Это явление называется паттерн-эффектом.

В оптических линиях паттерн-эффект может быть вызван различными причинами. Например, паттерн-эффект может возникнуть из-за перекрытия соседних импульсов, что создает опасность неверного детектирования символа в канале. С учетом постоянного увеличения скоростей передачи данных, сопровождающегося уменьшением длительности импульсов, можно предположить, что паттерн-эффект будет иметь место и в будущих оптоволоконных системах.

Были рассмотрены существующие решения корректирующих кодов:

- Два ортогонально сцепленных кода BCH и super FEC
- LDPC super FEC код
- Рид-Соломон (2720,2550) super FEC код

В соответствии с теоремой Шеннона для заданных параметров канала, если скорость создания сообщения меньше пропускной способности канала, то теоретически можно обеспечить сколь угодно малую вероятность ошибки.

Для ДСК (двоичный симметричный канал, который используется при получении представленных результатов) для заданной избыточности можно оценить максимальную вероятность ошибки в канале, при которой можно обеспечить сколь угодно малую вероятность ошибки декодирования:

- избыточность 25 % - теоретически можно работать при вероятности ошибки 0.0311
- избыточность 11 % - теоретически можно работать при вероятности ошибки 0.0128
- избыточность 7 % - теоретически можно работать при вероятности ошибки 0.0077

Рассмотренные коды работают при меньших вероятностях, следовательно, результаты можно улучшить. Так как в ОЛС сверхвысокие скорости, разрабатываемые алгоритмы кодирования и декодирования должны быть простыми, поэтому в дальнейшей разработке предполагается использование многопороговых декодеров самоортогональных кодов, т.к. они обеспечивают высокую эффективность исправления ошибок при малой вычислительной сложности.

## СКОРИНГОВЫЕ МОДЕЛИ И КЛАССИФИКАТОРЫ

А.В. Тупицын

Научный руководитель - Крошилин А.В., д-р техн. наук, профессор

В докладе рассматривались история возникновения скоринговых систем и классификаторов, возможные сферы их применения, основные этапы создания таких систем, а также были приведены некоторые статистические и математические модели.

Скоринг (от англ. scoring – подсчет очков в игре) – это эвристический способ построения рейтингов и классификации различных объектов на группы, если неизвестна характеристика, которая разделяет эти группы, но известны другие факторы, связанные с интересующей нас характеристикой. Чаще всего скоринг используется для отличия «хороших» от «плохих» объектов, однако развитие скоринговых моделей позволило также вычислять апостериорную вероятность принадлежности объекта к каждому из классов. Результатом работы скоринговой системы является числовое значение, присвоенное каждому новому объекту с учетом предустановленных критериев. Эта оценка нужна для принятия решения, к какой группе принадлежит новый объект.

В настоящее время во многих областях можно применить скоринговые модели или классификаторы: банковская сфера, маркетинг, медицина, социология, страхование, туризм и т.д.

Можно выделить основные этапы создания скоринговой системы:

1. Определение интересующей характеристики.
2. Сбор данных о существующих объектах и значения интересующей характеристики.
3. Выбор оптимальной модели ранжирования объектов.
4. Обучение скоринговой системы, т.е. присвоение весов второстепенным характеристикам на основе имеющихся объектов.
5. Автоматическое распределение новых объектов по группам с помощью скоринговой системы [1].

Самым главным из перечисленных этапов является выбор модели, на основе которой в дальнейшем будет производиться классификация объекта. В данный момент нет скоринговой модели, которая будет работать наилучшим образом в любой ситуации. Выбор модели зависит от исходных данных и цели, на которую направленно создание модели. Таким образом, необходимо провести анализ существующих классификаторов для определения их преимуществ и недостатков.

1. Скоринг. Что такое кредитный скоринг? [Электронный ресурс]. URL: <http://statsoft.ru/solutions/tasks/scoring> (дата обращения 03.04.2019).

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Н.А. Тярт

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

С течением времени в нашу повседневную жизнь и трудовую активность всё больше входят различные цифровые устройства, в том числе с электронными дисплеями. Это означает постоянно увеличивающуюся нагрузку на глаза. Однако многие люди не задумываются о проверке и контроле состояния своего зрения. В первую очередь это вызвано тем, что проверка зрения чаще всего ассоциируется с походом к врачу.

Целью проектируемого решения является повышение простоты и доступности проверки зрения для простых пользователей. Были проанализированы текущие решения – различные Интернет-ресурсы и приложения, содержащие в себе разнообразные тесты для зрения [1]. В данных решениях был выявлен ряд недостатков:

1. В большинстве решений представлены далеко не все возможные виды тестов.
2. В половине случаев результаты проведенных тестов не сохраняются совсем, в другой половине – сохраняются, но никак не анализируются.
3. Ни одно решение никак не учитывает различие размеров дисплеев устройств, на которых проводятся тесты.
4. Ни одно решение не пытается откалибровать тесты под особенности конкретного пользователя.

С учетом сказанного было решено начать разработку приложения для мобильных устройств, обладающего следующими преимуществами:

1. Большой список тестов для зрения.
2. Хранение результатов проведенных тестов.
3. Сохранение и загрузка результатов.
4. Настраиваемые напоминания о необходимости тестирования.
5. Анализ динамики состояния зрения.
6. Поправка показателей с учетом ухудшения зрения к концу дня.
7. Корректное отображение тестов с учетом размеров дисплея и физических параметров пользователя (длина руки).
8. Составление сводных отчетов за выбранные промежутки времени.
9. Выгрузка отчетов для их представления в качестве справочной информации лечащему врачу.
10. Опционально – интеграция в приложение справочной информации по методикам тренировки зрения.

Таким образом, проектируемое решение призвано повысить точность измерений и предоставить качественный анализ динамики зрения пользователей, сохранив при этом удобство и простоту тестирования.

1. Кладов Г.К., Винокуров А.С., Подригало Л.В., Мителева Т.Ю. Апробация компьютерных тестов для проверки зрения // Вестник НТУ «ХПИ»: сб. науч. тр. Тематический выпуск: Информатика и моделирование, № 34. - Харьков: НТУ «ХПИ», 2004. - С. 73-78.

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОРРЕКЦИИ ОШИБОК ДЛЯ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ**

В.Д. Шаров

Научный руководитель – Овечкин Г.В. д.т.н., Профессор

Современные компьютеры и средства передачи данных не могут обеспечить полное отсутствие ошибок. Вне зависимости от всех принимаемых мер, ошибки будут всегда. Они могут появляться на любых этапах обработки данных.

Для того, чтобы обеспечить надежность обработки данных используют разные методы: как программные, так и аппаратные. Однако, большая их часть базируется на использовании устойчивых к ошибкам кодов, или использовании дополнительной информации, используемой для восстановления исходных данных. Чаще всего используется код Рида-Соломона и код Хэмминга.

Коррекция ошибок позволяет продолжить обработку данных, даже если невозможно устранить причину возникновения ошибок, а ошибки носят систематический характер. Разумеется, никакой метод не обходится без недостатков. Его применение требует затрат ресурсов компьютера, и он неприменим, когда ошибок возникает больше, чем алгоритм способен исправить.

Код Хэмминга позволяет обнаруживать две и исправлять одну ошибку. У него, относительно, простые кодер и декодер. Поэтому его чаще всего используют при передаче данных по надежным каналам, так как в них редко происходят одиночные ошибки. Недостатком данного кода считается достаточно низкая способность к исправлению ошибок.

Коды Рида-Соломона, в отличие от кода Хэмминга, обеспечивают гораздо большую корректирующую способность. С его помощью может быть исправлена половина от всего объема избыточных данных. Однако его реализация сложнее, чем у кода Хэмминга.

Основная идея, заложенная в кодах Рида-Соломона, заключается в умножении информационного слова, представленного в виде полинома  $D$ , на неприводимый полином  $G$ , который является одинаковым для кодера и декодера, в результате чего получается кодовое слово  $C$ , представленное в виде полинома. Декодирование осуществляется с точностью до наоборот: если при делении кодового слова  $C$  на полином  $G$  получается остаток, то мы можем сделать вывод, что в полученном слове есть ошибка.

У данного метода есть и ощутимый недостаток. В связи с тем, что операции с кодами Рида-Соломона необходимо исполнять по правилам работы с полиномами, а не по арифметическим правилам, к тому же в полях Галуа, то для восстановления поврежденных данных требуется достаточно большие затраты ресурсов вычислительной машины.

## **АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В АУДИТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Ю.В. Шигина

Научный руководитель – Бубнов С.А., канд. физ.-мат. наук, доцент

Для одних предприятий аудит бухгалтерской отчётности является обязательной процедурой в соответствии с законодательством, для других – возможностью сформировать благоприятное мнение о компании у инвесторов и клиентов и выявить ошибки и противоречия в учёте. По этой причине актуальность аудита в условиях стремительного изменения положений законодательства и развития информационных технологий не вызывает сомнений.

Аудиторская проверка всегда неразрывно связана с обработкой объёмных массивов данных и осуществлением многочисленных математических вычислений. Как следствие, одной из ключевых проблем аудиторской деятельности является выбор программного обеспечения профессиональной деятельности аудиторов.

Сегодня существует множество программных решений, способных автоматизировать деятельность аудитора. Наиболее интересными представляются системы, используемые при внешнем аудите. Все они могут быть классифицированы в три группы в зависимости от полноты реализации специфических функций аудита: системы финансового анализа деятельности предприятия, дополнения к системам внутреннего учёта, самостоятельные специализированные программные продукты.

Основным преимуществом программных продуктов первой группы (ФинЭкАнализ Онлайн, IDEA Data Analysis Software и др.) является доступность и удобство использования. Однако при аудиторской проверке подобные программы могут иметь лишь вспомогательный характер, так как не имеют специфических возможностей.

Вторая группа включает в себя промежуточные формы программного обеспечения, которые не обладают специфическими особенностями, но могут в той или иной степени быть задействованы при проведении аудиторской проверки (различные конфигурации 1С, MS Office Excel и Word и др.).

Третья группа является наиболее сложной, так как реализация таких систем требует комплексного подхода к их проектированию (IT Audit, AuditXP, AuditFile и др.). Здесь заметна существенная разница в возможностях российских и зарубежных продуктов. Наиболее очевидными преимуществами зарубежных информационных систем является возможность их использования на мобильных устройствах и одновременной работы нескольких пользователей.

Существенная разница между возможностями российских и зарубежных информационных систем для аудиторской деятельности отражает отставание развития отечественного аудита. Представленные на российском рынке программные продукты не могут в полной мере удовлетворить потребности аудиторских компаний, что ставит задачу проектирования, реализации и внедрения информационной системы, имеющей все необходимые российскому аудитору функции и максимально автоматизирующей его работу.

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ФИНАНСОВОГО АНАЛИЗА**

К.С. Бормотова

Научный руководитель – Бубнов С.А., канд. физ.-мат. наук, доцент

В статье рассмотрена роль информационных систем в финансовом анализе.

В современном мире для того, чтобы предприятие успешно функционировало и приносило прибыль, руководству необходимо проводить тщательный анализ его деятельности. От достоверности информации и верно определенных экономических показателей во многом зависит дальнейшее направление деятельности предприятия. Проведение финансового анализа процесс трудоёмкий. Рассчитывается множество значений, среди которых значения показателей рентабельности деятельности, капитала, продаж и т.п., оборачиваемости активов, платежеспособности, финансовой устойчивости, кредитоспособности, эффективности производства и другие. Для сокращения сроков проведения анализа целесообразно применять компьютерные технологии. На основе данных бухгалтерского баланса, приложения к бухгалтерскому балансу и других отчетных документов информационные системы автоматизируют процессы финансового анализа экономических объектов.

На сегодняшний день российский рынок предлагает отечественные и зарубежные компьютерные программы для расчета и сравнительного анализа инвестиционных проектов.

Среди отечественных можно назвать «Project Expert» фирмы «Про-Инвест ИТ», «Инвестор» фирмы «ИНЭК», «Альт-Инвест» фирмы «Альт» (Санкт-Петербург), FOCCAL фирмы «Центр ИнвестСофт», «ТЭО-ИНВЕСТ» Института проблем управления РАН; среди зарубежных – COMFAR и PROPSPIN, созданные в UNIDO – Организации Объединенных Наций по промышленному развитию [1].

Пользуются наибольшей популярностью разработки фирм ИНЭК, Альт, Росэкспертиза, Центра информационных технологий «Телеком-Сервис».

С помощью информационных систем финансового анализа пользователи могут получить более детальное экспертное заключение, сократить время проведения финансового анализа и, более того, получить прогноз на следующие отчетные периоды.

1. Стешин А.И. Информационные системы финансового планирования и инвестиционного анализа. Режим доступа: [ <http://business-prognoz.ru/?p=664/> 05.04.2019].

# ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ КРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРОДВИЖЕНИЯ ТОВАРОВ НА РЫНОК

П.В. Лозовик

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

Понятие «продвижение продукции» – это способы внедрения на рынки сбыта нового вида продукции с целью ее реализации и донесения до конечного пользователя, т. е. потребителя.

Для того, чтобы внедрить продукцию на определенный рынок, необходимо его проанализировать с целью определения:

- 1) необходимости потребителей в данном товаре;
- 2) стоимости доставки товара на рынок или до конечного потребителя через рыночные каналы поставок;
- 3) наличия конкурентов в данной сфере товаров;
- 4) возможности применения программ автоматизации маркетинга [1].

Достаточно большое количество программ применяется для автоматизации маркетинговой деятельности организации, например:

1) «HubSpot» – родоначальник термина «Inbound Marketing», что означает «входящий маркетинг». В данном сервисе собраны инструменты для команды продаж, автоматизации маркетинга, CRM. В ближайшее время должен выйти патч, который доработает онлайн-консультанта;

2) «Carrot quest» – представляет собой многоканальное решение для поддержки клиентов и увеличения продаж продукции организации. Данный сервис совмещает в себе мультимедийную коммуникацию, её автоматизацию и аналитику;

3) «Klaviyo» – данный сервис является инструментом сегментации, который может подключиться к «E-commerce» или маркетинговой платформе для получения данных о пользователях. Также у данного ПО есть возможность триггерных сообщений для возврата клиентов интернет-магазинов. Кроме всего, в сервисе вы можете посмотреть статистику рассылок и отчеты о продажах [2].

Программ для автоматизации маркетинга достаточно много, но эти являются основными в деятельности организаций. К сожалению, у вышеперечисленных программ есть свои недостатки:

- 1) высокая стоимость приобретения;
- 2) сложность внедрения из-за несоответствия в системных требованиях компьютеров предприятия;
- 3) редкое обновление программного обеспечение программ или его отсутствие.

В конечном итоге, можно отметить, что технологии массово внедряются в маркетинговую структуру, поскольку маркетинг должен быть эффективен, а без эффективности в XXI веке нет прогресса в работе предприятия.

## *Библиографический список*

1. Баззел, Р.Д. Информация и риск в маркетинге / Р.Д. Баззел, Д.Ф. Кокс, Р.В. Браун. - М.: Финстатинформ, 2018. - 587 с.;
2. Божко, В.П. Информатика: данные, технология, маркетинг / В.П. Божко, В.В. Брага, Н.Г. Бубнова. - М.: Финансы и статистика, 2015. - 224 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕГИОНА

А.Ю. Павлова

Научный руководитель – Крошилина С.В., к.т.н., доцент

Для формулировки критериальной оценки социально-экономического роста регионов, изменения степени их роли (оказываемого воздействия на социально-экономическое развитие) и динамического изменения показателей, характеризующих макроэкономические условия в регионе, используются различные подходы. Для оценки уровня развития региона по различным направлениям – экономическому потенциалу, экономической безопасности, инвестиционно-инновационной привлекательности, конкурентным позициям региона используется метод экспертных рейтинговых оценок интегральных характеристик социально-экономического развития региона, который является наиболее распространенным методом [2].

Методология критериальной оценки социально-экономического развития региональной системы имеет следующие достоинства:

- 1) практичность сравнения уровня социально-экономического развития среди регионов;
- 2) учет взаимозависимостей между макроэкономическими признаками социально-экономического развития в конкретном регионе;
- 3) разнообразие критериев социально-экономического развития;
- 4) ориентация на качество и условия социально-экономического развития регионов страны;
- 5) простота расчёта [3].

Приведена классификация методов проектирования информационных систем, в которой все методы делятся на 3 основных группы: по мере использования средств автоматизации, по мере использования типовых решений, по мере использования адаптивности к предполагаемым изменениям.

Комбинация различных признаков классификации методов объясняет характер используемых технологий проектирования информационных систем, среди которых выделяют каноническую и индустриальную технологии. Индустриальная технология проектирования делится на два подкласса: автоматизированное (использование CASE-технологий) и типовое (параметрически-ориентированное или модельно-ориентированное) проектирование [1]. Причем возможно использование индустриальных технологий и канонических технологий одновременно.

Постоянное усложнение информационных систем в различных областях экономики объясняется стремительностью развития современных информационных технологий.

## *Библиографический список*

1. Гвоздева В.А., Лаврентьева И.Ю. Основы построения автоматизированных информационных систем. - М.: Форум, Инфра-М, 2016. - 320 с.
2. Зайцев Д.В. Организация, управление и администрирование в социальной работе. - М.: Дашков и Ко, Наука-Спектр, 2015. - 264 с.
3. Коцюба И.Ю., Чунаев А.В., Шиков А.Н. Основы проектирования информационных систем : Учебник. Санкт-Петербург, 2015. - 257 с.

## **ВНЕДРЕНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИЕ С ЦЕЛЬЮ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

И.О. Блохина

Научный руководитель – С.А. Бубнов, канд. физ.-мат. наук, доцент

Рассматриваются наиболее благоприятные условия для применения на практике бизнес-процессов, а также дается описание основных этапов процессного подхода для эффективного управления предприятием.

Перед руководителем часто возникает вопрос о том, как повысить эффективность деятельности его предприятия. Интерес исследователей к данной теме возник не так давно, но многозадачность в управлении активами компании, высокие скорости в принятии решений обусловили развитие данной темы в широких кругах. С увеличением объема производства растет количество информации, которую необходимо своевременно получать, а также быстро и качественно обрабатывать. Для оптимизации данного процесса в последнее время все чаще стали применять автоматизацию бизнес-процессов. Актуальность данной темы неоспорима, так как существует необходимость быстро реагировать на постоянно изменяющуюся конъюнктуру рынка.

Однако это довольно затратный метод для решения проблем компании, поэтому необходимо проанализировать рациональность осуществления данного мероприятия. Итак, каким субъектам целесообразно использовать автоматизированные бизнес-процессы [1]?

1. Вновь создаваемым предприятиям.
2. Фирмам на этапе расширения производства.
3. Предприятиям, которые желают повысить конкурентоспособность.
4. Компаниям, главной целью которых на данном этапе является повышение их стоимости.

Для решения поставленных задач управления зачастую прибегают к системе, построенной на процессном подходе. Этот метод основан на изучении результатов деятельности компании, то есть конкретные особенности и пожелания фирмы будут учитываться при построении бизнес-процессов. Именно поэтому в период внешней нестабильности процессный подход является наиболее подходящим для управления [2].

Итак, с внедрением на предприятии автоматизированных бизнес-процессов руководитель сможет оперативно получать достоверные данные, в том числе для объективной оценки работы сотрудников. При этом исчезнет необходимость повсеместного контроля собственника за всей деятельностью компании. Также в процессе использования бизнес-процессов наблюдается снижение случаев сбоя поставок из-за снижения количества уровней управления и подчинения, что благоприятно сказывается на повышении конкурентоспособности фирмы.

### *Библиографический список*

1. Громов А.И. Управление бизнес-процессами: современные методы. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 367 с.;
2. Репин В.В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление - М.: Манн. Иванов и Фербер, 2013. - 512 с.

# РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОРАЗРЯДНЫХ ИНДИКАТОРОВ

Д.М. Горин

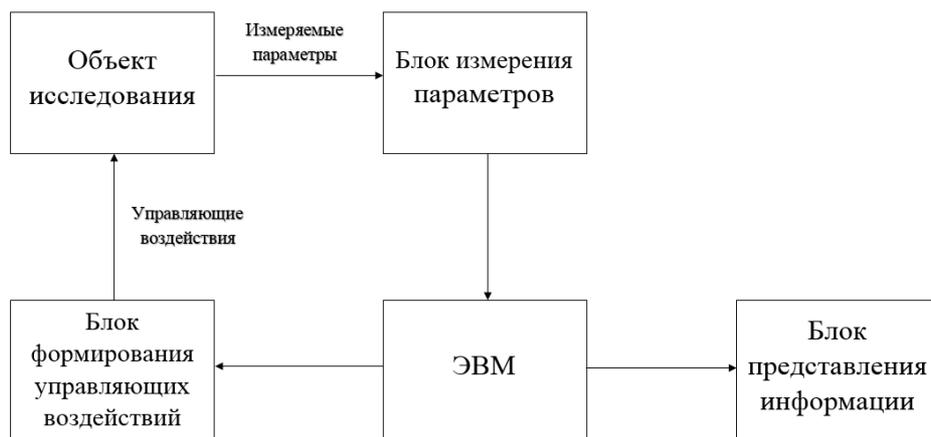
Руководитель: А.Н. Шестеркин, д-р. техн. наук, профессор

Основные достоинства газоразрядных индикаторов в сравнении с индикаторами других типов – это высокая яркость, большие углы обзора, значительная информационная емкость и высокая надежность. Несмотря на перечисленные достоинства, у индикаторов есть некоторые недостатки – случайное время запаздывания зажигания элементов и значительный разброс напряжения возникновения разряда.

Целью настоящей работы является разработка программного комплекса для измерения характеристик газоразрядных индикаторов.

Из большого числа параметров газоразрядных знаков синтезирующих индикаторов наиболее важными являются: напряжение возникновения разряда  $U_{в.р.}$ , напряжение поддержания разряда  $U_{под.р.}$ , время запаздывания возникновения разряда  $t_{зап.р.}$ , яркость свечения  $V$ .

Для измерения данных параметров разработана структурная схема устройства, представленная на рисунке.



Структурная схема устройства автоматизированного измерения параметров ГЗСИ

Оценка параметров распределения времени запаздывания возникновения разряда заключается в циклическом формировании на электродах индикатора стимулирующих сигналов  $N$  раз в течении времени  $T$  в каждом цикле и измерении времени запаздывания  $t_i$ . В случае наличия пропусков зажигания они принимаются за величину  $n$ . Далее находится среднее время запаздывания методом максимального правдоподобия, или модифицированным методом максимального правдоподобия.

В работе были получены плотности распределения времени запаздывания зажигания для нескольких различных условий исследования.

## **СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ»**

### **РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИТОЧНО- ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ**

Ю.Н. Калинкина

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

Приточно-вытяжная вентиляция является сочетанием двух видов: приточного и вытяжного типа. Процесс вентиляции заключается в следующем: установка забирает отработанный воздух из помещения, в котором она установлена, и осуществляет приток нового.

Вентиляционная система состоит из наборных устройств и ряда специальных функциональных секций, таких как: гибкая вставка, воздушная заслонка с приводом, фильтр, нагреватель воздуха канальный (электрический или водяной), рекуператор, шумоглушитель и система автоматики, которая позволяет управлять данной канальной группой.

Для управления системы могут использоваться регуляторы скорости, которые используются для регулирования скорости вращения вентилятора; частотные преобразователи, которые позволяют регулировать производительность вентилятора. А также используются системы автоматики, которые позволяют не только регулировать скорость вращения вентилятора и его производительности, но и осуществлять защиту клапанов от низких температур, имеется сигнализатор аварии, возможность проведения мониторинга работы отдельного механизма канальной группы с помощью датчиков.

В зависимости от содержания канальной группы выбирается автоматика, которая будет ей управлять. Данный подбор зависит от различных показателей, входящих в состав ее элементов. Исходя из показателей расхода воздуха, подбирается вентилятор нужного размера, а также фильтр, рекуператор (позволяет у выходящего воздушного потока забрать часть тепла и передать его свежему воздуху из люка притока), нагреватель воздуха, охладитель воздуха и шумоглушитель. Правильный подбор системы автоматики влияет на производительность установки и правильность выполнения заданных функций.

Системы автоматизации, которые реализованы на базе контроллеров Segnetics, имеют возможность подключения с помощью программы MasterScada. Контроллер Segnetics (Pixel) поддерживает работу с сетевыми модулями Ethernet и LON.

Таким образом, система автоматики позволяет выполнять все поставленные задачи при проектировании, исходя из правильности подбора оборудования. А также регулирование вентиляции с помощью автоматики снижает влияние человеческого фактора и сводит к минимуму возможность ошибок при эксплуатации оборудования.

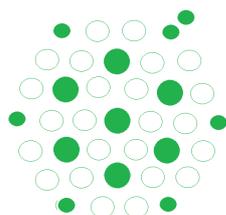
## ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ И РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ОПТИЧЕСКИМ КАНАЛАМ СВЯЗИ

Н.В. Захаркин

Научный руководитель – Федоров В. П., к-т техн. наук, доцент

В первой части доклада рассматривается концепция кодирования информации с помощью штрихов цветовой модели СМҮК (С-голубой, М-пурпурный, Y-желтый, К-черный), а также способ и система реализации передачи такой закодированной информации с помощью линейно-поляризованных электромагнитных волн [1]. Каждому цвету соответствует заданное фиксированное положение вектора  $E$  напряженности электрического поля. Каждое слово кодируется четырехразрядным двенадцатеричным числом, каждая цифра передается за 4 такта, между цифрами 2 такта отсутствия сигнала, и еще один такт между словами, что исключит ошибку в восприятии цифр и слов. Таким образом, передача одного слова осуществится за 25 тактов, если считать по средней длине слова, то при традиционной передаче тактов потребуется несколько больше. Данная система позволит увеличить скорость передачи сообщения по сравнению с традиционной передачей, а главное – при передаче комбинациями поляризуемых волн обеспечится целостность передачи данных, а следовательно, и надежность.

Во второй части доклада рассматривается технология передачи информации роботу с помощью оптических маркеров, отображающих сообщения в виде двумерных кодов. Разрешать противоречие между повышением информационной емкости и надежным распознаванием передаваемого сообщения возможно переходом от статистического двумерного кода к динамическому [2]. Но более радикальным решением будет устранение решетчатой структуры из черно-белых штрихов, чтобы не различать несколько градаций толщины однородных по цвету. Предложен вид оптического маркера со светящимися элементами, которые расположены на определенном расстоянии друг от друга (см. рисунок).



Предлагаемый вид оптического маркера

Данный вид оптического маркера определяет преимущество по различаемости высвечиваемой информации, что позволяет увеличить дальность передачи сообщения.

### *Библиографический список*

1. Патент РФ №2359421/ 20.06.2009 – Греш О. Г., Матасов Ф. В. – Способ передачи информации с помощью линейно-поляризованных электромагнитных волн и система для его осуществления.
2. Алексеев А.Ю. Оптический канал беспроводной передачи данных коллектива мобильных роботов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОРТАТИВНОГО ЛОКАТОРА ВЫСТРЕЛА

И.А. Лебедев

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

Рассматривается внутренняя структура портативного локаатора выстрела; описываются принцип его работы, математическая модель и возможный способ реализации.

На вооружении Российской армии имеются звукометрические комплексы для определения местоположения огневых позиций объектов полевой артиллерии, а для акустической пеленгации выстрелов из стрелкового оружия – отсутствуют [1]. В связи с этим возникает необходимость в разработке малогабаритной системы обнаружения стрелка, которую военнослужащий сможет переносить на себе без особых усилий.

Вычислительным ядром является центральный процессор, обрабатывающий информацию с подключенных устройств: микрофонов, цифрового компаса, акселерометра и GPS-датчика. В результате математических операций на выходе ЦП появляется информация о положении стрелка и выводится в удобной форме: на наушники и/или на наручный дисплей.

В качестве обрабатываемой информации используется время прихода конусной (баллистической) волны от пули и сферической волны от порохового заряда. По пиковым значениям громкости звука определяется момент прихода волны на каждый из трех микрофонов  $t_1, t_2, t_3$ .

Для получения математической модели необходимо перейти к решению геометрической задачи. Тогда можно получить очень важные параметры относительно самого устройства (обозначенного треугольником ABC): 1) угол конусной волны от пули относительно AB; 2) угол сферической волны от порохового заряда относительно AC; 3) угол между линией полета пули и стороной AB; 4) половина угла конуса.

Для реализации данного устройства будет использоваться микроконтроллер Arduino Nano, а также подключаемые к нему периферийные блоки: микрофоны, цифровой магнитометр, GPS-датчик, гироскоп-акселерометр, LCD-дисплей. Данный вариант реализации устройства является бюджетным, но достаточным для проверки общих принципов работы системы.

1. Акустические системы обнаружения огня. «COBA» слышит пулю: [Электронный ресурс] // Альтернативная история, 2009 – 2018. URL: <http://alternathistory.com/akusticheskie-sistemy-obnaruzheniya-ognya-sova-slyshit-pulyu/>. (Дата обращения: 03.03.2019).

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ПЛИС ALTERA CYCLONE IV ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ**

М.А. Зенина

Научный руководитель – Перепелкин Д.А., д.т.н., профессор

В докладе рассмотрены схема структурная системы и методы детектирования объектов в режиме реального времени с использованием программируемой логической интегральной схемой (ПЛИС) Altera Cyclone IV.

Основным звеном в рассматриваемом проекте выступает сама ПЛИС и реализованный на ней алгоритм обработки информации [1,2]. ПЛИС Altera Cyclone IV имеет возможность подключения монитора, программатора, мыши, а также ряд свободных выводов для дополнительных устройств. Так, для построения системы детектирования дополнительным устройством является камера. В данном случае рационально использование камерного модуля с CMOS матрицей. Такая матрица преобразует энергию падающего на нее света сразу в цифровую информацию.

Еще одним устройством, необходимым для полноценной работы системы, является устройство для визуального отображения информации – монитор. Монитор подключается к ПЛИС, используя VGA разъем, расположенный на плате.

Большинство алгоритмов детектирования работают с большим объемом данных и требуют многократного доступа к ним. Для обеспечения быстрого действия работы необходимо обеспечить ПЛИС дополнительными ресурсами памяти. Для этого подключается чип оперативной памяти, который позволяет хранить данные о предыдущем кадре, а также подготавливает их для передачи на устройство отображения (монитор).

Предложенная структура предназначена для основных методов детектирования движения: вычитание фона и метод разности кадров [3].

Любой алгоритм, как и описание по управлению периферийными устройствами, записывается в ПЛИС с помощью специального устройства – программатора. С его помощью производится конфигурирование структуры ПЛИС.

Таким образом, структурную схему системы детектирования движущихся объектов можно реализовать, используя следующие основные устройства: ПЛИС, камера, монитор и оперативное запоминающее устройство.

## *Библиографический список*

1. Гаганов В., Конушин А. Сегментация движущихся объектов в видеопотоке //Компьютерная графика и мультимедиа. Выпуск № 3. 2004.
2. Ярославский Л.П. Введение в цифровую обработку изображений. – М.: Мир, 1988.
3. Зенина М.А. Исследование алгоритмов обработки видеосигнала / Информационные технологии: межвуз. сб. науч. тр. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2018 – С.28-31.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАКОМ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ДИАГНОСТИКИ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ С ТТЛ ЛОГИКОЙ**

А.А. Матюхин

Научный руководитель – Федоров В.П., к-т техн. наук, доцент

В докладе рассмотрен диагностический комплекс ДИАКОМ, а также пути его модернизации.

Система контроля ДИАКОМ позволяет производить контроль сложных смесных цифровых элементов электронной аппаратуры, построенной на ТТЛ логике. Данный комплекс позволяет реализовать в своей работе следующие тестовые воздействия [1]:

- исчерпывающие;
- псевдослучайные;
- детерминированные;
- комбинированные.

В качестве управляющего компьютера в диагностическом комплексе ДИАКОМ используется персональный компьютер. Блок контроллера имеет в своем составе:

программно-управляемые устройства для генерации цифровых тестовых сигналов;  
цифровой осциллограф;  
программируемые и дополнительные источники питания тестируемого объекта диагностирования (ОД).

На жестком диске управляющего компьютера комплекса размещены ремонтные базы данных (РБД) для всех ОД, которые когда-либо тестировались. Для ускорения поиска информации эти базы структурированы. Тестирование может производиться в двух режимах - «стандартный» и «расширенный». На жестком диске располагается база РБД со всеми эталонными значениями, это позволяет ускорить процесс локализации неисправности ОД.

При выборе способов модернизации комплекса были рассмотрены продукты отечественных производителей. Так, предварительно, в качестве микросхемы память DRAM Alliance 128 Мб.

Таким образом, мы сможем получить прирост вычислительной мощности, что поможет ускорить процесс диагностирования объектов.

### *Библиографический список*

1. Руководство пользователя Диаком -ЗМ Часть 1. М., 2001.
2. Руководство пользователя Диаком -ЗМ Часть 3. М., 2001.

## **РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ**

Д.С. Носенко

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

Рассматривается ряд проблемных вопросов по качеству выпускаемых изделий, вызванных расширением функциональных возможностей и усложнением устройств.

Как известно, отказы возможны даже в хорошо отлаженном производстве. Распространенным способом повышения качества и надежности выпускаемой аппаратуры является тренировка [1].

Долгое время тренировка проводилась вручную, но зачастую человеческий фактор препятствовал грамотному ее проведению. Изделия низкого качества, ошибочно выпущенные с предприятий, попадали к потребителю, а также устанавливались на военную технику, что сказывалось на обороноспособности нашей страны.

Для упрощения и повышения качества эффективности отбраковки разработано схемотехническое решение устройства технологической тренировки, составляющей частью которого является модуль управления, которое обеспечивает установку режимов согласно специальным требованиям. Модуль управления необходим для автоматизации процесса отбраковки изделий. Это позволит получить более строгие показатели качества, а также сократить время тренировки, что, в свою очередь, позволит увеличить производительность труда. Как показывает практика, большинство успешных зарубежных предприятий не допускают выпуска 5 % бракованных изделий, что предусмотрено военным стандартом США MIL-STD-883. Устройство технологической тренировки применяется для первичной диагностики специальной аппаратуры [2].

Создание данного устройства в наше время очень актуально, а также экономически выгодно, так как с помощью устройства тренировки, а в частности модуля управления, будут получены более строгие показатели качества специальной аппаратуры.

### *Библиографический список*

1. ОСТ 4.052.000-86 «Аппаратура радиоэлектронная. Методы проверки».
2. ОСТ 4ГО.091.219-76 Узлы и блоки радиоэлектронной аппаратуры. Методика оценки и нормативы показателей технологичности конструкции.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ ФОРМАЦИИ БПЛА**

С.В. Попов

Научный руководитель – Скоз Е.Ю., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассмотрена система технического зрения (СТЗ), применяемая в самоорганизующихся формациях беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), а также представлены обобщённая структурная и принципиальная схемы.

В процессе формирования формации, а также при выполнении специальных задач, каждая единица формации - БПЛА должна исследовать окружение, а при необходимости изучать удаленные объекты [1]. Чтобы обеспечить БПЛА необходимыми данными, предложено использовать СТЗ, состоящую из двух частей: подсистема просмотра окружения и подсистема дальнего наблюдения. Такая СТЗ позволяет обеспечить необходимый уровень достоверности информации [2].

Для получения необходимой информации БПЛА во время полета обрабатывает большой объем данных, поступающих от СТЗ, поэтому было принято решение дополнить ее специальным вычислительным устройством – программируемой логической интегральной схемой (ПЛИС). ПЛИС в отличие от микроконтроллера обладает высоким быстродействием, которое необходимо для выполнения трудоемких задач, таких как: выделение объекта и определение его положения в пространстве, классификация объекта по отличительным признакам, подготовка информации перед передачей на головное устройство [3].

При выборе элементной базы были рассмотрены продукты отечественных производителей. Так, предварительно в качестве вычислительного устройства выбрана ПЛИС 5576XC2T («Конструкторско-технологический центр «ЭЛЕКТРОНИКА», г. Воронеж), а видеосенсорные датчики могут быть предоставлены компанией «ЭВС» (г. Санкт-Петербург).

Таким образом, СТЗ обеспечивает обработку данных в режиме реального времени с необходимым уровнем достоверности об окружении.

### *Библиографический список*

1. Ликучев В.Ю. Специальная задача для группы беспилотных летательных аппаратов // Информационные технологии: межвуз. сб. науч. тр. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2018 – с.46-50.

2. Козлов В.А., Потапов А.С. Анализ методов выделения движущихся объектов на видеопоследовательностях с шумами// Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. Санкт-Петербург. 2011. № 3 (73). С.39-43.

3. Держановский А.С., Соколов С.М. Обработка зрительных данных в системе технического зрения реального времени с использованием ПЛИС // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2016. № 126. 16 с.

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ (АСК) АВИАЦИОННОГО ВООРУЖЕНИЯ**

В.П. Трухачев

Научный руководитель – Орешков В.И., канд. техн. наук, доцент

Данная работа посвящена разработке и проектированию АСК авиационного вооружения.

Одной из важнейших отраслей современной промышленности является производство военной техники. Развитие современной военной промышленности РФ невозможно представить без создания новых видов ракет. Повышение требований к эффективности средств технического обслуживания ракетных комплексов требует постоянного совершенствования комплектующей аппаратуры. При этом важное значение имеет снижение массогабаритных показателей и повышение надёжности и безопасности аппаратуры.

Современные ракетные комплексы представляют собой технически сложные изделия, производство и эксплуатация которых требуют больших затрат, и существенным образом зависят от средств обслуживания и контроля, находящихся в эксплуатирующих организациях и на заводах-изготовителях. Применение современных автоматизированных систем контроля (АСК) значительно снизит стоимость эксплуатации и в несколько раз уменьшит трудоемкость контрольно-измерительных операций при производстве авиационного вооружения.

Создание унифицированных АСК позволит:

- обеспечить заданные уровни боеготовности и исправности авиационного вооружения;
- использовать единые средства контроля и технического обслуживания ракет на всех этапах их жизненного цикла;
- сократить время поиска отказов и неисправностей у авиационного вооружения;
- снизить в несколько раз стоимость средств технического обслуживания и контроля;
- ввести безбумажную технологию обслуживания ракет;
- заменить устаревшие неавтоматизированные средства технического обслуживания и контроля.

Реализация АСК на современной элементной базе определяет его высокие технические характеристики. Изделие содержит современные, высокой степени интеграции, элементы. Их использование уменьшает габариты и вес устройства, что снижает расходы на материалы. Кроме того, аппаратура долговечна и надежна, что уменьшает долю амортизационных отчислений в расходах на его эксплуатацию, сокращает расходы на ремонт и убытки от простоев в ремонтах.

Совершенствование военной авиационной техники не только увеличивает обороноспособность нашей страны, но также, несомненно, выгодно в экономическом плане. Это объясняется тем, что торговля вооружением является одной из основных доходных статей в России, и представление на рынке военной продукции более новой и совершенной техники позволит удержать старые и завоевать новые рынки сбыта, оставив конкурентов далеко позади.

## КОНСТРУИРОВАНИЕ ВЫСОКОСТАБИЛЬНОГО РАЗРЯДНИКА

И.В. Цуканов

Научный руководитель – Бакулева М.А., канд. техн. наук, доцент

Газоразрядные приборы (ионные приборы) – это электровакуумные приборы, действие которых основано на использовании различных видов электрического разряда в газе [1]. Они наполняются различными чистыми составными инертными газами. Газ подбирался исходя из нужного Упр.ст, и это является одним из главных критериев при выборе смеси газов. Данный выбор подчиняется закону Пашена. “Сердцем” прибора является электрод.

Электроды изготавливают из тугоплавкого металла (например, W), иногда с добавлением щёлочноземельных металлов (например, Ba, Ca, Sr) и связующего вещества, в роли которого выступает Ni.

Активный состав играет главную роль в развитии разряда, и такие химические элементы, как барий, кальций или стронций, со своей низкой работой выхода электрона с их поверхности могут выступать в его роли. Все они относятся к щёлочноземельным металлам 2-й группы периодической таблицы Менделеева. Но в связи с тем, что их температура плавления соизмерима с температурой плавления никеля, а при достижении жидкофазного спекания получаемой заготовки нужно добиться твёрдой фазы активного состава, будем рассматривать их оксидные фазы с более высокой температурой плавления (см. таблицу)

Название, символ	$t_{пл}, ^\circ\text{C}$	$t_{кип}, ^\circ\text{C}$
Оксид кальция (CaO)	2570	2580
Оксид стронция (SrO)	2430	3200
Оксид бария (BaO)	1920	2000

При этом мы можем говорить о том, что работа выхода наших элементов находится на том же уровне, что и их составляющих в чистом виде, и равна для кальция – 2,76-3,2 эВ, для бария – 2,74 эВ и для стронция 2,74 эВ.

Однако за счёт своих свойств и достаточно высокой температуры плавления оксид стронция выигрывает у своих «коллег», обеспечивая стабилизацию параметров прибора в течение жизненного цикла.

Данные факты подтверждаются экспериментальными данными, основанными на одном из производств города Рязани, которое занимается аналогичным производством и активно применяет оксид стронция.

### *Библиографический список*

1. Каганов И. Л. Ионные приборы. - М., 1972.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Т.С. Шестакова

Научный руководитель – Скоз Е.Ю., канд. техн. наук, доцент

Математическая обработка электрофизиологической информации на ЭВМ широко применяется как при диагностике, так и для лечения больных в условиях реанимационного отделения. Уже много лет ведущие фирмы по производству электронной аппаратуры для электрофизиологического исследования выпускают компьютерные системы для получения вызванных потенциалов, спектрального анализа и т. д. Стандартизация методов обработки физиологической информации и выпуск специализированных вычислительных устройств сопровождаются поиском новых, а также совершенствованием известных методик. Всё больше применяется нейромониторинг, интра- и послеоперационный контроль за состоянием тяжёлых больных с помощью ЭВМ.

В данном докладе рассматривается комплекс для обработки электрофизиологической информации. Описываются включенные в него приборы, а также разработка печатной платы 4-канального аналого-цифрового преобразователя.

В состав разрабатываемого вычислительного комплекса входят:

1) система обработки и визуализации информации (микроконтроллер на базе МикроЭВМ, ППЭВМ, печатающее устройство);

2) устройства связи с объектом (магистральный расширитель, одноканальный цифроаналоговый преобразователь, устройство сопряжения с цифровым вольтметром и частотомером, быстродействующий 8- и 16-канальный аналого-цифровые преобразователи (АЦП), устройства управления фото-, фоно- и электронным стимуляторами, устройство подачи звуковых щелчков, а также фотостимулятор для мониторингового контроля).

Был произведён анализ схемы электрической принципиальной 4-канального аналого-цифрового преобразователя для конструкции комплекса для обработки электрофизиологической информации. Данный блок состоит из 8 печатных плат, каждая из которых выполняет свои функции. Таким образом, разработанная конструкция подвижного комплекса удовлетворяет эксплуатационным, конструктивно-техническим, технологическим требованиям, обладает достаточно высоким качеством и надёжностью.

Из сказанного выше можно сделать вывод, что данный разрабатываемый вычислительный комплекс удовлетворяет всем требованиям, поставленным для научно-исследовательской работы.

## **КОНСТРУИРОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ БОЛЬШИХ РАССТОЯНИЙ**

М.Р. Миронова

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

В докладе рассматриваются особенности работы ультразвуковых измерителей расстояний при различных параметрах окружающей среды

Ультразвуковой измеритель расстояния – это устройство для измерения расстояния бесконтактным способом. Он, как правило, состоит из двух частей - приемной и передающей. Обе части управляются микроконтроллером, который нужен также для дальнейшей передачи результатов измерения. Измерение расстояния происходит следующим образом: измеритель посылает короткий пучок ультразвуковых волн в направлении нужного объекта, который, отразившись, возвращается обратно. После электронная схема производит расчет времени между моментом посылки сигнала и моментом приема отраженного сигнала.

Ультразвуковые датчики действуют по следующему принципу: расстояние до объекта рассчитывается на основании измерения промежутка времени между моментами посылки и приема звукового импульса и скорости звука в среде.

Важными критериями работы ультразвуковых измерителей расстояния являются точность измерения расстояния, а также дальность распространения звуковой волны или максимальное рабочее расстояние, на которое датчик способен производить измерение. Это расстояние зависит от затухания звука, то есть уменьшения амплитуды звукового давления с увеличением расстояния от источника звука.

Если измеряемый объект находится на расстоянии, большем, чем максимальное рабочее расстояние, то отправленная и затем отразившаяся обратно волна успевает полностью поглотиться средой и измерение становится невозможным [1].

Следующие параметры среды влияют на рабочее расстояние измерителя: температура, давление, относительная влажность, частота ультразвука.

Измерение расстояния ультразвуковым измерителем до объектов, имеющих высокое акустическое сопротивление (сталь, стекло, пластик, дерево, жидкости), при нормальных условиях окружающей среды (давление, температура, влажность) возможно на максимальное рабочее расстояние, а до объектов, имеющих низкое акустическое сопротивление (шерсть, пух, пена, поролон), может стать невозможным даже в пределах рабочего диапазона, так как эти объекты имеют высокую степень пористости, большая часть энергии поглощается ими.

Также важной особенностью работы ультразвуковых датчиков является невозможность измерения уровня на близком от датчика расстоянии.

### Библиографический список

1. Особенности измерения расстояния / уровня ультразвуковыми датчиками [Электронный ресурс], URL:[https://totalkip.ru/articles/osobennosti\\_izmereniya\\_rasstoyaniya\\_urovnya\\_ul\\_trazvukovymi\\_datchikami](https://totalkip.ru/articles/osobennosti_izmereniya_rasstoyaniya_urovnya_ul_trazvukovymi_datchikami) (дата обращения 2.04.19).

## **СТРУКТУРА И ПРИНЦИП РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ НА ВОДОРОДЕ**

А.В. Чудинин

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

В докладе приведен анализ известных видов двигателей внутреннего сгорания – поршневой, газотурбинный и роторно-поршневой - на предмет функционирования на водородном топливе, а также приведена структурная схема топливной системы двигателя внутреннего сгорания на водородном топливе.

Основными параметрами ДВС являются верхняя и нижняя мертвые точки, радиус кривошипа, ход поршня, такт, объем камеры сгорания, рабочий объем цилиндра, полный объем цилиндра, рабочий объем двигателя для многоцилиндровых двигателей [1]. Но определяющими в данном контексте являются – КПД, степень сжатия, надежность, износостойкость.

На основе проведенного анализа был сделан вывод, что на данном этапе большими перспективами для работы на водородном топливе обладает поршневой ДВС [2]. Газотурбинный и роторно-поршневой двигатели требуют доработки и, возможно, изменения концепции применения.

Структуру топливной системы составляют модуль управления, электролизер, водный резервуар, газовый резервуар, устройство управления клапанами резервуаров, устройство коммутации модуля управления.

Таким образом, данная работа является предварительным этапом процесса разработки конструкции устройства, позволяющего получать водород и кислород из воды, а также питать водородным топливом двигатель внутреннего сгорания.

### *Библиографический список*

4. Ховак М.С., Маслов Г.С. Автомобильные двигатели. 2-е изд. М.: Машиностроение, 1971. С.178-186.

5. Райков И.Я. Испытания двигателей внутреннего сгорания. М.: Высшая школа, 1975. С.276-297.

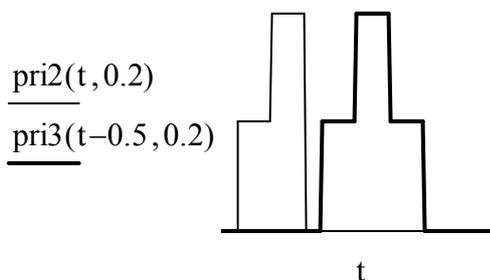
# МОДЕЛИРОВАНИЕ СПОСОБОВ УСКОРЕНИЯ ИМПУЛЬСНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ЧЕРЕЗ ВОЗДУШНЫЙ ЗАЗОР

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]. Традиционные элементы радиоканала (модулятор, демодулятор, фильтр) усложняют тракт бесконтактной передачи данных, вносят дополнительные погрешности преобразования сигналов и увеличивающих время передачи одного разряда кода данных из-за переходных процессов, возникающих в тракте преобразования. Устройства на основе ВТ предполагают передачу данных в импульсной форме и лишены указанных недостатков. Целью моделирования является поиск возможных способов ускорения передачи данных

Были продолжены исследования различных вариантов импульсного возбуждения. Моделировались реакции индуктивно связанных контуров (ИСК), образованных обмотками ВТ и соответствующими RC-компонентами, в режиме, граничном между апериодическими и колебательными. Известно, что наименьшей по длительности реакцией обладает способ возбуждения вращающегося контура ИСК экспоненциальным импульсом [2]. Однако амплитуда сигнала, получаемая при этом на вторичном контуре ИСК, значительно уступает амплитуде реакции на прямоугольный импульс. В поисках компромиссного решения были исследованы реакции ИСК на сложные воздействия, показанные на рисунке и получающиеся в результате комбинирования импульсов прямоугольной формы. Оказалось, что оба возбуждающих сигнала вызывают на выходе ИСК импульсы, превосходящие по амплитуде реакции контуров на прямоугольный импульс, если нормированная длительность элементарных прямоугольных импульсов, образующих комбинированный сигнал, меньше 0,24 с. При их длительности, равной 0,1 с, выигрыш по амплитуде для сигнала pri3 составит более 64 %, а снижение быстродействия окажется менее 9 %. Та-



ким образом, рассмотренный способ возбуждения ИСК представляет интерес при создании устройств бесконтактной передачи данных через воздушный зазор, хотя и не позволяет добиться ожидавшегося сокращения длительности переходного процесса в ИСК.

## 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.

## СЕКЦИЯ «ИНОСТРАННЫЕ ЯЗЫКИ»

### OPTIMIZATION THE ZEOLITE REGENERATION PROCESS

А.С. Самойлов

Научный руководитель – Андреева Г.Ю., ст. преподаватель

The isomerization unit is designed for transformation of the pentane-hexane fraction into the high-octane component of commercial gasoline using the licensed IZOMALK-2 low-temperature isomerization technology [1]. The process is carried out in a hydrogen-containing gas by the strong acid platinum SI-2. The acidity of the catalyst is provided by the sulfate group grafted on a matrix of zirconium and aluminum oxides. This catalyst allows to conduct the process at temperatures of 130-180 ° C, which, in accordance with the classification adopted in the modern world, relates it to low-temperature ones.

The maintenance of low humidity in the system is important for maintaining the activity and selectivity of the SI-2 isomerization catalyst.

02-K-5 A, B (C, D) adsorbers are intended for drying the circulating hydrogen-containing gas in the isomerization process and drying the circulating nitrogen-oxygen mixture during regeneration and activation of the SI-2 isomerization catalyst to a moisture content of not more than 5 ppm. Drying is carried out on the adsorbent NaX.

As the zeolites are saturated with moisture, the dryers alternately switch to regeneration, with the backup desiccant being put into operation.

The process of regeneration of the adsorbent in the 02-K-5A-D columns includes stripping the absorbed moisture and hydrocarbons by heating the adsorbent to the evaporation temperature of the components that were previously absorbed by the adsorbent.

During installation operation, zeolite regeneration is carried out with hydrogen-containing gas "per duct".

The consumption of hydrogen-containing gas effectively remove moisture should be at least 300 Nm<sup>3</sup> / m<sup>3</sup> of zeolite per hour. The regeneration process is considered complete when the gas temperature at the outlet of the adsorber reaches 270 ° C. Prodal at 270 ° C at the exit of 02-K-5A-G should last at least 2 hours.

Before the activation operation, the regeneration of the SI-2 catalyst and in the process of these operations (1 time in 6 years), the zeolite in the adsorbers-desiccants must be regenerated with nitrogen.

Regeneration is carried out by circulating nitrogen with a booster compressor 03-PK-2A, B.

When carrying out the regeneration of zeolites on a hydrogen-containing gas, there are non-returnable losses of a large amount of GSS of about 1,500,000 Nm<sup>3</sup> / year. In order to optimize this process, I have considered several schemes:

- discharge of hydrogen-containing gas to the flare;
- carrying out the regeneration of zeolites during the circulation of hydrogen gas (for implementation it is only necessary to provide a scheme for feeding raw hydrogen, with a discharge of the minimum amount of hydrogen gas to the torch, to maintain pressure in the system);
- circulation of hydrogen gas with discharge of excess to the torch.

## **DEVELOPMENT OF WIRELESS CONTROL UNIT FOR HOME LIGHTING BASED ON ARDUINO CONTROLLER**

A.A. Konoplev

Scientific adviser – Kashirin I.U., D-r of Technical Sciences, professor

The report discusses its own design of a wireless lighting control unit for use in living conditions. Design features are:

- Easy assembly;
- Cheapness of elements relative to ready-made analogues
- Modern elemental base;

Cost of modern analogs starts from one and a half thousand rubles and more, which is inaccessible to the average consumer, since a separate unit must be bought for each light source. Most ready-made units come with a remote controller, which is only suitable for the unit with which it was purchased, and the average user has no way to customize the controller to control other units or several units.

Based on this, I propose my own development of the control unit. Since the design involves only lighting control, it was decided to begin development based on the Arduino Nano controller.

The unit will be used in the domestic environment, so it was decided to use to interact with it a remote controller that works via infrared communication channel. Therefore, in addition to the Arduino controller, there is a single-channel relay module and an IR sensor for receiving the signal from the controller in the finished circuit. We will use components specially designed to work with the Arduino family, since they cost the same as regular ones, but their connection requires virtually no complicated expenses on specialized equipment, since all components require a modular assembly. The whole structure will be installed in a hermetic case and can work from replaceable power sources or from the network. With the help of ready-made instructions, the user will be able to customize any home remote controller that works on the IR channel to work with our unit. The cost of all elements is about 300 rubles (for March 2019).

Based on this, almost any ordinary consumer will be able to reduce the number of cables in his home and simplify his life a little.

### *References*

1. Скубилин М.Д., Письменов А.В. Конспект лекций по курсу "Технология и автоматизация производства электронной аппаратуры". Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. -345 с.
2. Технология электронных средств : учебник / Ю.Д. Лазутин, В.П. Корячко, В.В. Сускин, - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013.- 286,[2] с. : ил.
3. Преснухин Л.Н., Шахнов В.А. Конструирование электронных вычислительных машин и систем. М.: Высшая школа, 1986г. - 512с

## **DETERMINATION OF THE OIL COMPOSITION BY INFRARED FOURIER - SPECTROSCOPY**

Т. А. Модина

Научный руководитель – Андреева Г.Ю., ст. преподаватель

The study of the group chemical composition of oils is a necessary condition for choosing the most rational method of its processing, solving production problems, transport and storage.

Among the various methods of research the structure of organic and inorganic compounds, including oil origin, an important place is the method of infrared spectroscopy (IRS), based on the absorption, reflection and dispersion of infrared energy when passing through a substance. IR spectra are successfully used to research the phase transitions and structure of solid petroleum hydrocarbons

Characteristic absorption bands in the IR spectra give all the oscillations of the bonds in which the hydrogen atom takes part (groups CH; CH<sub>2</sub>; CH<sub>3</sub>; OH; NH<sub>2</sub>; SH, etc.), as well as groups containing multiples of the bonds (C=O; SO<sub>2</sub>; NO<sub>2</sub>; N=N, etc.). as a result of generalization of the empirical material, tables with frequency ranges of characteristic bands corresponding to their structural fragments are compiled.

The IR spectrum allows to be more reliable than chemical analysis to determine the functional group, especially when it is required to jointly conduct qualitative and quantitative analyses.

The IR spectrometry method is almost universal in its capabilities. The test samples can be liquid, solid or gaseous. They can be organic and inorganic, but inorganic substances sometimes do not give well-defined spectra.

Due to the use of Fourier transform for spectral studies, including in the IR range, significantly expanded the boundaries and capabilities of the corresponding methods. When working with liquids and solids, high spectral resolution is usually not required. In these cases, high performance of the IR-Fourier spectrometry method (the time of spectrum registration can be less than a second) and a significant value of the signal/noise ratio in the obtained spectra are useful, which allows working with low-transparent objects, such as oil and petroleum products.

IRS is widely used in research related to the determination of fractional composition; group chemical and structural group composition of oil and petroleum products; determination of the index, etc.

The improvement of instrumentation, the widespread introduction of computer processing of results, the creation of new programs and algorithms for processing the resulting spectra makes IR spectrometry highly informative method and significantly expands the scope of its application, especially in the production sphere in the analysis of the quality of petroleum products: compliance with the quality of oil products, recognition of impurities (oxidation products, external contaminants), determination of the concentration of additives.

## **THE ECOLOGICAL COMPATABILITY OF RUSSIAN TRANSPORT**

D.S. Savin

Scientific advisor – Nechaeva I.Y., senior lecturer

The priority task that many cities face in the XXI century is optimization of transport system. In addition, its significant element is ecological safety of transport means and their influence on environment in cities. According to Ministry for the Protection of the Environment and Natural Resources of the Russian Federation, the total amount of pollution emissions in 2017 is about 240 thousand tons. It exceeds 6 thousand tons of the emissions in 2016. It is worth noting, that since 2010 there has been the emission reduction, produced by stationary emitters (by 28.3%). Nevertheless, there have also been a slight increase of pollution caused by transport vehicles (by 5%) [1]. It is known, that our city – Ryazan – has become one of the three cities with high level of atmosphere pollution in 2017. That is why such a problem needs solving and discussing. There are some questions that resulted from this research:

4. What kinds of repugnant substance are produced by transport vehicles in atmosphere?
5. What kinds of transport vehicles needs replacing because of their damaging the environment?
6. What steps should be taken by people to prevent further ecological disaster?

International Council on Clean Transportation reports that personal cars, buses and trucks are the main reason of overall volume of emissions caused by transport vehicles. It is aldehydes, lead, hydrocarbons, and oxides of carbon, nitrogen oxide and carbon black. In addition, the ecological safest ones are trams, trolleybuses and metro. They could be regarded as preferable means of transportation along with cycles, walking and eco-mobiles.

There are carbon disulfide, carbon monoxide, formaldehyde, nitrogen dioxide, benzopyrene and suspended solids in Ryazan atmosphere. Moreover, about 80% of them are produced by vehicles. So that is why our city needs to take into account this information for future restructuration of city's transport system.

In conclusion, some solutions are provided concerning improving current situation. We need to make public transport more popular among citizens. People must keep eco-rules while travelling by cars. The government should pass a law about restriction of the emission amounts. The current car's fuel must be replaced by a new one – more ecological: (unleaded petrol, compressed air, solar heating system, electricity, biodiesel based on biological products or products of animal origin).

1. The government report "About the state and protection of the environment in the Russian Federation in 2017". – Moscow: Ministry for the Protection of the Environment and Natural Resources of the Russian Federation, 2018. - 888 p.

## **OPTIMIZATION OF THE OPERATION OF THE DEISOHEXANIZER UNIT OF THE NTI INSTALLATION.**

И.И.Синев

Научный руководитель – Андреева Г.Ю., ст. преподаватель

The goal is to optimize the operation of the deisohexanizer unit by reducing the heat load on the reboiler on the K-3 stabilization column without losing the quality of the stable isomerizate. This event is necessary to improve the energy efficiency of the apparatus and to save considerable money.

It is known that the operation mode of the distillation column is varied by the amount of distillate selected, the reflux number, or the amount of reflux fed to the column. At the same time, increasing the irrigation increases the load on the condenser designed to condense and cool the steam streams leaving the column and return them to the column to create a cold liquid irrigation flow, and to the tube furnace or reboiler needed to heat the residue leaving the column and return it to column in the form of a hot ascending steam flow. In this regard, an engineering model has been developed that has sufficient data convergence with respect to the actual stabilization column, and based on the model obtained, the effect of the amount of irrigation introduced into the column on the composition of the isomerizate in light hydrocarbons is analyzed : propane, izo- and n-butane.

As a result of reducing the volume of irrigation, the composition of C1-C4 changes. The amount of isobutane and normal butane increases, but does not exceed the normalized indicators for these components (isobutane 0.06, n-butane 0.16). The content of propane for irrigation 51 m<sup>3</sup> / h increases by 1.5 times compared with the norm, which is unacceptable and suggests that a further reduction in irrigation consumption will affect the quality of the stable isomerizate. Therefore, the irrigation consumption should be at least 52 m<sup>3</sup> / h. Then, the main technological parameters remain practically unchanged, but at the same time, the energy efficiency of the installation will be increased by reducing the thermal load on the condenser and furnace 02-P5 (reboiler). The thermal load on the reboiler decreased by 0.348 Gcal / h due to a reduction in irrigation consumption from 57.5 m<sup>3</sup> / h to 52 m<sup>3</sup> / h.

Before optimization, the thermal load on the reboiler was  $Q = 4.434$  Gcal / h. The cost of 1 Gcal of steam = 1,153.81 rubles means  $4,434$  Gcal / h \* 1,153.81 rubles / Gcal = 5116 rubles / h. As a result of the optimization, the thermal load on the reboiler decreased to 4.086 Gcal / h. That is now 4.086 Gcal / h will be spent \* 1,153.81 rubles / Gcal = 4714.47 rubles / h. Saving money will be 5116 rubles / h - 4714.47 rubles / h = 401.53 rubles / h. During the year, the savings will be 401.53 rubles / h \* 8000 h = 3212240 rubles / year.

As a result of the stabilization column simulation, the optimal technological regimes for the column irrigation were determined, which made it possible to reduce the thermal load on the condenser and furnace and, in this connection, to obtain the economic effect of optimization by saving energy resources in the amount of 32,12240 rubles / year.

## **FINDING SOLUTIONS FOR CHOOSING THE BEST TECHNOLOGY FOR UTILIZING SEWAGE SLUDGE**

М.С.Шестакова

Научный руководитель – Андреева Г.Ю., ст. преподаватель

The main waste generated in the process of treatment facilities is sewage sludge, which is formed continuously in the process of life of the population and requires placement or processing.

There are a number of known technologies for the disposal of sewage sludge presented in the best available techniques (BAT) reference book: Burning, pyrolysis, heat drying, geotubing, processes based on bioremediation.

Each of the presented technologies has its own advantages and disadvantages. Having analyzed them, I have developed a technology for the production of soil based on bioremediation.

I was tested technology in the laboratory. At the first stage, I dehydrated sewage sludge using sawdust. Next, I selected the optimal ratio of waste when mixed with peat, sand and clay. The next step was the introduction of microorganisms to start the process of bioremediation in order to stabilize the composition of the soil.

During the experiment, I found out that the optimal ratio is 50% of sewage sludge, 50% of the components.

After 44 days, the mixture stabilized and began to comply with the standards imposed on soil-remediation, including in terms of pH and toxicity index.

In addition, a study of the soil before and after the introduction of microorganisms on metals was carried out. According to the results of laboratory studies, the content of mobile forms of metals decreased, while the concentration of gross forms did not exceed the norm.

When implementing the technology can be achieved:

- Improving the environmental situation in the region; by switching to the best available waste management technologies;
- Reducing social tensions due to the elimination of additional sources of air pollution;
- Exclusion of overpayment of the population of the city for water disposal.

## **REDUCTION OF COMPONENTS LOSSES OF DRY GAS OIL PRODUCT**

Д.В.Мельников

Научный руководитель – Андреева Г.Ю., ст. преподаватель

In general, cracking refers to the process of splitting hydrocarbons into several smaller molecules under the action of elevated temperatures (thermal cracking). If it is carried out in the presence of a catalyst, it is called catalytic cracking.

In the process of catalytic cracking, the following products are formed: dry gas, propane-propylene and butane-butylene fractions, stable gasoline, light gas oil and bottom product (heavy gas oil).

The problem with gas is that a sufficient amount of C3-C5 components are spent in revenge with it. The output of which directly depends on the temperature regime of the top of the column, the product of which it is.

A study of the influence of the parameters of the technological composition of dry gas. The reasons for changing the content of certain components are considered.

To solve such a problem as reducing the loss of C3-C4, C5 + components with dry gas is possible in the following ways:

- Replace contact devices in the column.
- Reduce the gas temperature after the separator at the inlet to the column.
- Reduce the temperature of stable gasoline, which in this case is an absorbent in the column.

All methods otherwise lead to lower component losses. But other things being equal, lowering the temperature of a stable gasoline would be more expedient, since it does not lead to large economic costs and is most simply realized.

The current scheme of the gas fractionation unit is analyzed and the heat exchange equipment is calculated. As a result of the analysis, it was found that to effectively reduce the loss of components, it is necessary to lower the temperature of the absorbent stream to 14 degrees.

This change will allow to reduce the amount of C3-C5 components in dry gas, and the output of light gasoline, propane-propylene and butane-butylene fractions will also hang.

## СОДЕРЖАНИЕ

Секция РАДИОУПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗИ.....	3
Коченкова Ю.С. Разработка методики проектирования сетей IP-телефонии на основе телефонной сети для крупных предприятий.....	3
Абдурасулов А.Б. Разработка алгоритма определения параметров акустических шумов и уменьшения их влияния в речевом сигнале.....	4
Али М.А. Особенности технологии LTE сети.....	5
Бауков А.А. Разработка алгоритма интеллектуальной обработки видеоизображений при действии мешающих факторов для систем связи.....	6
Дрокина Г.С. Методы разнесенного приема.....	7
Золотарев Г.М. Проектирование ЦРПЛ с помощью программного комплекса PROFEDIT+DRRL.....	8
Карпухина А.В. Проектирование цифровой радиорелейной линии в условиях межсистемных помех.....	9
Косицына С.И. Разработка алгоритма оценки смеси речи и акустического шума на входе первичного кодера.....	10
Тарасов М.Ю. Разработка модификации адаптивного к речи полосового вокодера.....	11
Евтенко А. Н. Разработка алгоритма выделения слитной речи из зашумлённого акустического сигнала.....	12
Мещеряков Е. В. Разработка алгоритма идентификации диктора в условиях акустических шумов.....	13
Светиков С.М. Разработка формирователя сигнала с TRELIS модуляцией.....	14
Сивков А.А. Многокритериальный выбор кодеков речевых сигналов.....	15
Степанов Д.С. Разработка процедуры выбора оптимального алгоритма сжатия видеоинформации.....	16
Беликов В.А. Исследование модификации алгоритма кодирования речевых сигналов CELP при действии на входе передатчика акустических шумов.....	17
Бусурина Е.В. Разработка широкополосной системы передачи данных. Анализ стандартов мобильной связи.....	18

Игнатов И.А. Проектирование бортовой антенны в качестве невыступающего излучателя.....	19
Секция «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ» .....	21
Астаркин И.В. Построение лазерного растрового изображения на удаленных протяженных объектах.....	21
Кожин П.Е. Ускорение переходных процессов в нерекурсивных фильтрах.....	22
Кожин П.Е. Использование метода изменения межимпульсных интервалов для расширения диапазона однозначных измерений скорости и дальности.....	23
Лошкарев А.Ю. Исследование способов постановки активных помех.....	24
Приходько К.И. Определение временных параметров уводящей помехи при её воздействии на двухкоординатную РЛС.....	25
Прытков Д.А. Моделирование алгоритмов формирования уводящих помех.....	26
Родин П.А. Исследование алгоритмов работы зенитных ракетных комплексов ближнего действия.....	27
Слободяник И.А. Исследование алгоритмов защиты РЛС от активных помех.....	28
Сычев А.С. Алгоритмы комплексирования изображений в многоспектральных системах технического зрения.....	29
Храмцов Е.М. Исследование алгоритмов постановки активных шумовых помех.....	30
Широков В.И. Исследование алгоритмов оценивания угловых координат источников излучения.....	31
Щигорев Е.Ю. Оценка эффективности подавления полезного сигнала в аппаратуре потребителей спутниковых радионавигационных систем структурными помехами.....	32
Секция «БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» .....	33
Алёхин В.И. Исследование параметров канала связи между устройствами в закрытых помещениях.....	33
Холопов И.В. Моделирование высокочастотного колебания на ПЛИС с использованием различных алгоритмов.....	34
Зверев Е.Г. Повышение точности управления параметрами ВЧ колебания.....	35

Давыдов С.А. История развития и устройство газовых лазеров.....	36
Дунцев Р.В. Алгоритм оптимизации пространственной структуры радионавигационных ориентиров .....	37
Ермолаев В.И., Ушенина М.Ю. Исследование влияния весовой пространственной обработки на интермодуляционные искажения и шумовые свойства в приемном тракте.....	38
Секция «ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И ОСНОВЫ РАДИОТЕХНИКИ» .....	40
Нгуен Т.Н. Анализ и оценка потерь при передаче данных в сетях VSAT.....	40
Макаркин И.И. Исследование условий разработки модели ICIC алгоритма в LTE сетях....	41
Елецкий В.Н. Обзор отечественной элементной базы для применения в имитаторе предстартовой подготовки.....	42
Золотов Д.Р. Обзор отечественной элементной базы для применения в лазерно- лучевых системах.....	43
Валуйский Д.В. Исследование эффективности инверсной фильтрации при обработке кодированных последовательностей Уолша.....	44
Панарина А.А. Исследование отражающих свойств препятствий, характерных для дорожных ситуаций.....	45
Рыбаков Д.А. Помехозащищенность систем с использованием ППРЧ-ШПС.....	46
Заверткин К.Н. Реализация декодера на основе искусственной нейронной сети на языке PYTHON с использованием библиотеки NUMPY.....	47
Скворцов С.Н. Исследование библиотек (плагинов) для SDR#.....	48
Александров И.С. Сравнение видов модуляции для передвижной радиостанции.....	48
Лошкарев А.И. Исследование современных схем помехоустойчивого кодирования, использующих недвоичные коды.....	50
Ложкин М.А. Исследование модели открытого проекта OPENDVB.....	51
Секция «ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ» .....	52
Атаева Э.З. Исследование зависимости характеристик квадрупольного масс- анализатора от параметров источника ионов.....	52
Пахомов В.Р. Оптимизация коллекторной системы для многолучевого клистрона.....	53

Зимин В.С. Разработка электронного устройства для формирования вибрационной частотной подставки в лазерном гироскопе.....	54
Серединин В.И. Формирование высоковольтных импульсов напряжений с амплитудой до 200 кВ и временем нарастания до 10нс.....	55
Иваненко Ю.Р. Гауссов пучок и дифракционные потери основной моды в резонаторе кольцевого лазера.....	56
Звонков А.В. Исследование антенны типа волновой канал для сотовой связи 4G.....	57
Галицын М.И. Исследование эффективности диодов синего света в люминофорных источниках белого света.....	58
Доронин В.Н. Автогенератор виброчастотной подставки кольцевого лазерного гироскопа с регулируемым уровнем «мягкого» ограничения.....	59
Дукардт А.Э. Формирователь напряжения пьезокорректоров для системы регулировки периметра кольцевого лазерного гироскопа.....	60
Кирюхин Г.В. Моделирование и исследование волнового твёрдотельного гироскопа с металлическим резонатором.....	61
Некрасова Т.И. Генерация мощного когерентного излучения в области 2-4 мкм на переходах атомов Хе.....	62
Доронин С.Н. Широкополосный фотодиодный усилитель первичных сигналов лазерного гироскопа.....	63
Романихин Н.С. Численное моделирование электронной пушки с сеточным управлением.....	64
Сбродова Г.С. Определение размеров зерен мультикристаллического кремния.....	65
Пьянченков С.А. Генераторы высоковольтных импульсов на основе одновиткового и спирального импульсных трансформаторов.....	66
СЕКЦИЯ «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА» .....	68
Авраменко С.А. Исследование особенностей электрохимического синтеза сплава кобальт-вольфрам.....	68
Абрамова Г.Е. Разработка системы питания анода специализированным газоразрядным прерывателем тока.....	70
Алмазов Г.В. Исследование процессов газовой выделенности из материалов на универсальном вакуумном стенде.....	71

Бочкарева А.В. Исследование теплопроводности твердых тел с постановкой лабораторной работы по курсу «Тепловые процессы в электронике» .....	72
Завьялова Е.Д. Теплоотдача при естественной конвекции около вертикального и горизонтального теплоисточника.....	73
Белов Р.А. Разработка устройства многоточечного контроля температуры.....	74
Любушин В.С. Разработка алгоритмов и модулей программы обработки рентгеновских изображений и реконструкции трёхмерных данных.....	75
Килякова Н.С. Разработка теплопроводящих устройств для интенсификации теплообмена электронных устройств.....	76
Крутых В.М. Исследование передачи тепла излучением с постановкой лабораторной работы по курсу «Тепловые процессы в электронике».....	77
Лабанов В.Г. Исследование внутренней структуры объектов методом цифровой рентгеноскопии.....	78
Никишов Е.М. Исследование вынужденной конвекции, постановка лабораторной работы по курсу «Тепловые процессы в электронике» .....	79
Оськин Д.В. Устройство многоточечного контроля температуры.....	80
Серезин С.А. Разработка и исследование специализированного газоразрядного прерывателя тока с радиальным отверстием сложной формы в сеточном узле.....	81
Серов С.С. Разработка и исследование специализированного газоразрядного прерывателя тока с двухщелевой конструкцией сеточного узла.....	82
Сидорин С.С. Разработка высоковольтного стабилизированного источника питания для генератора озона.....	83
Тарасов А.А. Исследование состава остаточных газов с помощью квадрупольного масс-спектрометра.....	84
Толченков А.Е. Разработка системы управления автоклавом.....	85
Шурмин Д.С. Моделирование характеристик и работы виброподвеса и пьезокорректоров лазерного гироскопа.....	86
Серегин А.Е. Разработка программного обеспечения расшифровки картин дифракции рентгеновских лучей на монокристалле (лауэграмм) .....	87
Титов Н.В. Автоматическая система термообработки автоклава.....	88

Астанкович А.Д. Разработка системы сбора и анализа данных, мониторинга и контроля зданий и сооружений.....	89
Васин А.А. Автоматизация процесса расчета наведенного напряжения.....	90
Доронкин О.А. Математические модели и измирительные комплексы наведенного напряжения в электрических сетях.....	91
Жижнов Д.А. Энергоэффективность обеспечения электрической энергией потребителей и сооружений РГРТУ.....	92
Провоторов П.С. Разработка макета установки для управления энергоэффективными оптическими переключателями на основе тонких халькогенидных пленок.....	93
Протасова Р.С. Моделирование магнитной системы привода.....	94
Гречихин А.О. Технологии цифровой подстанции.....	95
Чернов С.М. Индикаторы короткого замыкания для ВЛ 6-10 кВ.....	96
Афонин А.К. Разработка защиты от внутренних повреждений элементов батарей конденсаторов компенсаторов реактивной мощности.....	97
Слёзкин А.В. Баланс электрической энергии системы электроснабжения Спасского района ПАО «МРСК Центра и Приволжья» филиала «Рязаньэнерго» .....	99
Шевлякова В.В. Выбор оборудования цифровой подстанции.....	100
Давыдкина Е.В. Глобальные тренды развития современной «умной» энергетики.....	101
Буданцов А.В. Безопасность при разработке системы электроснабжения.....	102
Ерохина Ю.Е. Микропроцессорные устройства РЗАИПА.....	103
Секция «МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА».....	104
Голованова М.В. Исследование электрофизических свойств полупроводниковых гетерост- руктур на основе оксида цинка.....	104
Лариков К.В. Актуальные вопросы использования солнечной энергетики.....	105
Липатова С.В. Внесение изменений в конструкцию электронного блока управления технологическим оборудованием.....	106
Максимов О.А. Разработка методики определения концентрации глубоких центров по спектрам токовой релаксационной спектроскопии глубоких уровней.....	107

Степанов Д.В. Исследование тонких слоёв $Al_2O_3$ , перспективных для создания мемристорных структур.....	108
Трусов Е.П. Исследование фотолюминесценции полупроводниковой наноструктуры ZnSe/CdSe с квантовыми точками.....	109
Трынов Д.Ю. Применение методики scale-space к исследованию корреляционных свойств поверхностей.....	110
Тюшин А.С. Исследование влияния глубоких уровней на электрофизические свойства кремниевых барьерных структур.....	111
Секция «ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» .....	112
Жорниченко А.А. Использование смешанного экстрагента для извлечения ароматических углеводов.....	112
Лебедев Я.Э., Пыриков А.В., Гришина А.А. Исследование условий проведения щелочной очистки дизельных фракций и тяжелых нефтяных остатков.....	113
Самойлов А.С., Фокин П.А. Оптимизация процесса регенерации цеолитов.....	114
Ларькина Е.Ю. Определение необходимости оптимизации блока очистки углеводородного газа на установке Л-24-600 АО «РНПК» .....	115
Секция «АВТОМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ» .....	117
Буркина О.Н. Цифровой ЗСУР-регулятор для нелинейного объекта управления в виде конического резервуара.....	117
Афони娜 Н.А. Исследование возможностей PARALLEL COMPUTING TOOLBOX системы MATLAB.....	118
Коньков А.Д. Оценка работоспособности алгоритма измерения координат объектов в последовательности изображений.....	119
Федичкин А.А. Исследование корреляционно-экстремальных алгоритмов определения координат объекта в последовательности изображений.....	120
Секция «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ» .....	122
Абдыев Т.А. Моделирование передачи данных через воздушный зазор с помощью биполярных импульсов.....	122

Антонов А.А. Разработка подсистемы функционального преобразования формы представления информации для информационной системы с использованием частотных датчиков.....	123
Бушуев В.С. Программно-алгоритмическое обеспечение для решения прямой геодезической задачи на больших расстояниях.....	125
Градов В.Д. Сравнительный анализ информационных систем ранжирования и кластеризации информации.....	126
Дягилев А.А. Использование разреженных матриц в задачах расчета объема и стоимости жилищно-коммунальных услуг.....	127
Игнатов Д.А. Обзор методов идентификации личности по цифровому изображению...	128
Комарова Н.А. Оценка эффективности автоматизации тестирования веб-компонента программного комплекса расчетов с населением за жилищно-коммунальные услуги.....	129
Мжельский С.В. Информационная система контроля качества изделий трубопрокатного производства.....	130
Кузнецова М.С. Моделирование реакции индуктивно связанных контуров на короткие импульсы возбуждения.....	131
Куликов Н.В. Анализ методов и средств создания графовых баз данных информационных систем.....	132
Маркин И.А. Программное средство для оценки потерь информации при фильтрации входных данных системы обработки информации.....	133
Тиханович А.И. Использование модели распределенных вычислений для расчета объемов и стоимости жилищно-коммунальных услуг.....	135
Ляхова О.Л. Методика оценки компетенций персонала на основе Internet-ресурса...	136
Наборщикова Д.А. Анализ инструментов для создания информационно-справочной системы социального назначения в сети Интернет.....	137
Нечаев Т.Ю. Применение маркетинговых информационных систем на региональных рынках.....	138
Артамонова М.А. Оценка состояние девиантного поведения подростков средствами IT-технологии.....	139
Попкова Ю.С. Анализ особенностей формулирования решений по социальному обеспечению детей-сирот.....	140

Дойникова Т.С. Информационно-справочная система определения пенсионного обеспечения сотрудников ОВД РФ.....	141
Афанасьева Н.С. Разработка программного средства расчета кредитоспособности сельхозпроизводителя.....	142
Стенищева А.А. Идентификация и анализ типовых сценариев деятельности коммерческих организаций в сфере государственных закупок.....	143
Шампанова А.В. Информационная система аттестации персонала детских государственных учреждений.....	144
Петрухин П.В. Обзор информационных систем в финансировании спортивных федераций города.....	145
Фирсов Д.А. Разработка подсистемы сбора и передачи инкассационных данных по протоколу SOAP.....	146
Морозова А.Э. Разработка информационной системы энерго-диагностического центра на основе машины баз данных.....	147
Секция «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ» .....	148
Пшеничников В.А. Автоматизация процесса включения вибрационных механизмов при литье по газифицируемым моделям.....	148
Дронов Н.Ю. Типы датчиков измерения инструмента на фрезерном обрабатывающем центре.....	148
Цветков К.Ю. Методы повышения быстродействия микропроцессорных систем.....	150
Гончаров А.И., Кучеренко А.Я. Использование генетического алгоритма в задачах маршрутизации беспилотных летательных аппаратов.....	151
Беспелюхина С.А. Программирование микропроцессорных плат ARDUINO.....	152
Бровкин М.А. Асинхронный электродвигатель с магнитными усилителями.....	154
Васюков В.В. Автоматизация установки предварительного вспенивания полистирола.....	155
Рябенко А.А., Паршков А.Н. Алгоритм проверки цепей безопасности платы управления лифтом.....	156
Максимов К.А. Разработка автоматизированной системы управления качеством технологического процесса изготовления моделей из пенополистирола.....	157

Секция «ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ И БИОМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА» .....	158
Гальцова К.О. Система диагностики и стимуляции мышц конечностей в послеоперационный период.....	158
Колбенева К.И. Алгоритмы измерения осадки, крена и дифферента судна.....	160
Трифан А.С. Разработка метода коррекции погрешностей оценивания параметров посадки судна.....	161
Чудин О.И. Анализ особенностей измерения расстояния с помощью акустики.....	162
Якименко Н.А., Гуржин С.Г. Оптический способ регистрации пульсовой волны в магнитотерапии.....	163
Секция «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА» .....	165
Алтухова Е.А. Исследование и реализация методов сеток и покрытий в задаче корреляционно-экстремального совмещения.....	165
Абашин А.В. Влияние типов страниц на ранжирование в Яндексе.....	166
Бастрычкин А.С. Ортогональные преобразования в цифровой обработке двумерных сигналов.....	167
Богачёв А.А. Формирование импульсных последовательностей с заданными параметрами на основе микроконтроллера семейства CORTEX M3.....	168
Бармин Е.В. Анализ возможностей системы мониторинга Nagios.....	169
Брусник П.П. Исследование информационных технологий создания электронных учебников и систем дистанционного обучения в ВУЗах.....	170
Булгаков В.В. Применение технологии OpenMP в методах редукции размерности при корреляционном совмещении изображений.....	171
Вьюгина А.А. Кластеризация в беспроводных сенсорных сетях.....	172
Геращенко Е.С. Алгоритмы обработки ЭКГ для контроля ритма.....	173
Гудков А.Н. Совмещение разнородных изображений с помощью проективного преобразования.....	174
Дерябин В.А. Исследование метода выделения контуров на цифровых изображениях.....	175
Карпов А.И. Разработка программного комплекса для поддержки процесса управления коммерческими проектами.....	176

Колесников А.Д. Упорядочение базисных функций.....	177
Кузин И.Н. Программный модуль для вычисления приоритетов альтернатив в методе анализа иерархий в контексте достижения цели.....	178
Морокин А.В. Настройка параметров генетического алгоритма в задаче корреляционного совмещения изображений.....	179
Перекатов А.С. Обзор и сравнительный анализ CASE-средств для проектирования информационных систем.....	180
Симонян А.А. Краткий обзор алгоритмов интеллектуального анализа данных. Алгоритмы нейронных сетей и логистической регрессии.....	181
Тарасов А.С. Система визуального контроля состояния водителя.....	182
Тарасова В.Ю. Применение операции свертки для поиска похожих изображений.....	183
Михалин Н.С. Особенности внедрения системы мониторинга производственных показателей на предприятии оборонно-промышленного комплекса.....	184
Терентьева Е.С. Анализ продаж.....	185
Терехина А.А. Использование ключевых точек для построения 3D-модели.....	186
Тумаков Н.С. Реализация и использование «умного поиска» в электронной коммерции.....	187
Федотова М.А. Классический подход оптимизации бизнес-процессов, как средство улучшения деятельности коммерческих организаций.....	188
Халявина М.В. Многомерные базы данных.....	189
Царамов М.В. Исследование влияния повышения цитируемости Интернет-ресурса на поисковую выдачу.....	190
Чирков Р.А. Системы контроля состояния водителя.....	191
Шарко К.И. Расчет карты диспаратности из двух ректифицированных стереоизображений.....	192
Гбоу М. У. Э. Г. Сравнительный анализ современных СУБД.....	193
Чалов А.С. Обзор и анализ специализированных систем научной визуализации.....	194

Секция «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И АДМИНИСТРИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ».....	195
Агейкова В.С. Анализ задачи подготовки данных для обработки результатов в образовательной сфере.....	195
Барышникова Ю.А. Анализ бизнес-процессов методом SWOT-анализа.....	196
Борщев А.Б. Обзор алгоритмов классификации категорий изображений с помощью методов глубокого обучения.....	197
Андрианова Е.Н. Изучение существующих методов проектирования аналитических систем.....	198
Виноградова И.И. Обзор методов и алгоритмов векторизации растрового изображения.....	199
Гуськова М.В. Анализ задачи повышения достоверности исходных данных в бизнес- анализе.....	200
Егорова М.А. Создание сети блокчейн на платформе Ethereum.....	201
Елагина Н.А. Обзор методов триангуляции трехмерных облаков точек.....	202
Кечин Д.А. , Кечина Н.В. Выявление и исследование факторов влияющих на разработку интеграционного решения.....	203
Маркина Ю.Г. Проектирование систем управления знаниями.....	204
Попова О.А. Методы БА, используемые для обработки требований.....	205
Сергеева А.Д. Анализ микровыражений на основе системы кодирования лицевых движений.....	206
Толмачёва А.В. Исследование алгоритмов предварительной обработки для повышения ка- чества совмещения изображений.....	207
Фокина А.М. Разработка искусственной иммунной системы для решения задач экономической сферы.....	208
Хизриева Н.И. Метод быстрого вычисления свертки изображения с использованием идеального низкочастотного фильтра.....	209
Шашков Е.М. Обзор алгоритмов распознавания микровыражений лица по изображениям.....	210

Секция «КОСМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ» .....	211
Балакин В.А. Моделирование системы автоматической дешифрации данных дистанционного зондирования Земли с применением нейросетевых моделей.....	211
Ларюков С.А. Использование картографической библиотеки OpenLayers при разработке геопортала по доступу к данным с космического аппарата «Аист-2Д» .....	212
Богданов А.С. Анализ погрешности методики синтеза полосовых фильтров на связанных микрополосковых линиях.....	213
Володина Ю.Ю. Методы и алгоритмы распознавания разновременных аэрокосмических изображений.....	214
Сушили́н А.В. Разработка моделей и алгоритмов анализа и мониторинга проектных рисков качества программных изделий.....	215
Ларюков С.А. Электродинамическое моделирование трехдецибельного направленного ответвителя X-диапазона.....	216
Штефан П.В. Синтез связанных микрополосковых линий.....	217
Сушили́н А.В. Оценка влияния конструктивно-технологических факторов на параметры полосовых фильтров на связанных линиях.....	218
Володина Ю.Ю. Анализ чувствительности связанных микрополосковых линий к влиянию конструктивно-технологических факторов.....	219
А.И. Беклемищев Субмодуль передатчика наземной станции связи.....	220
Ануфриев А.В. СВЧ тракт приемопередающего модуля станции связи с летательными аппаратами.....	221
Грачев М.В., Конова О.В., Туманов В.А. Исследование принципов построения подсистемы электропитания микроспутника.....	222
Грачев М.В., Лбов Д.И., Туманов В.А. Алгоритмы сортировки и обработки геоинформационных данных спутниковой системы GEONETCAST.....	223
Секция «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА».....	224
Акаме́ева С.В. Современные информационные системы автоматизации управления складскими запасами.....	224
Антропки́на С.В. Идентификация экономического объекта.....	225

Брюхнова В.О. Разработка алгоритмов на основе машинного обучения для практического применения к прогнозированию ежедневных объемов продаж.....	226
Горохова Л.А. Разработка информационной системы проверки знаний по основам робототехники.....	227
Жданкина Е.А. Генерация значений временных рядов с фрактальными свойствами.....	228
Ивкина М.С. Методы подбора оптимальных параметров для методов интеллектуального анализа данных.....	229
Илюхина Е.А. Автоматизация конструирования отчетов к БД.....	230
Камордин А.А. Фильтрация шумов на изображениях.....	231
Кельцына О.А. Использование ансамбля моделей при решении задачи классификации данных.....	232
Крылова О.В. Обзор существующих средств структурированного хранения объектов конфигурации.....	233
Лапкина И.В. Обоснование порядка полинома при построении модели временного ряда.....	234
Моньяков С.А. Особенности применение метода анализа иерархий в системах поддержки принятия решений.....	235
Натёсова А.А. Расчет заработной платы сотрудников предприятия в VISUAL BASIC.....	236
Нефедов Д.И. Разработка программного средства для оценки тепловыделения.....	237
Проничева А.А. Моделирование цены закупки лома черных металлов.....	238
Савин Д.С. Влияние различных видов транспорта на экологию города.....	239
Семенова В.Н. Разработка информационной системы анализа финансового состояния предприятия.....	240
Стерлюкин Н.И. Обзор методов анализа эмоциональной окраски текста.....	241
Теняев А.П. Обзор информационных систем автоматизированного анализа финансового состояния организации.....	242
Тинин О.В. Использование онтологий при разработке распределённой библиотечно-информационной системы.....	243

Тодоренко К.И. Анализ существующих методов коррекции ошибок в оптоволоконных линиях связи .....	244
Тупицын А.В. Скоринговые модели и классификаторы.....	245
Тярт Н.А. Разработка программного обеспечения для офтальмологических исследований.....	246
Шаров В.Д. Анализ методов коррекции ошибок для систем хранения данных.....	247
Шигина Ю.В. Анализ информационных систем, используемых в аудиторской деятельности.....	248
Бормотова К.С. Информационные системы финансового анализа.....	249
Лозовик П.В. Исследование методов критериального анализа для проектирования информационных систем продвижения товаров на рынок.....	250
Павлова А.Ю. Исследование существующих систем оценки социально-экономических показателей региона.....	251
Блохина И.О. Внедрение бизнес-процессов на предприятие с целью совершенствования системы управления.....	252
Д.М. Горин Разработка программного обеспечения для оценки статистических характеристик газоразрядных индикаторов.....	253
Секция «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ».....	254
Калинкина Ю.Н. Разработка конструкции системы управления приточно-вытяжной вентиляции.....	254
Захаркин Н.В. Исследование способов и разработка средств передачи данных по оптических каналам связи.....	255
Лебедев И.А. Проектирование портативного локатора выстрела.....	256
Зенина М.А. Проектирование и моделирование цифровых устройств на основе ПЛИС ALTERA CYCLONE IV для обработки видеоизображений.....	257
Матюхин А.А. Использование Диаком для проведения диагностики цифровых устройств с ТТЛ логикой.....	258
Носенко Д.С. Разработка и внедрение модуля управления устройства технологической тренировки.....	259
Попов С.В. Исследование и разработка системы управления самоорганизующейся формации БПЛА.....	260

Трухачев В.П. Разработка автоматизированной системы контроля (АСК) авиационного вооружения.....	261
Цуканов И.В. Конструирование высокостабильного разрядника.....	262
Шестакова Т.С. Исследование и разработка комплекса для обработки электрофизиологической информации.....	263
Миронова М.Р. Конструирование ультразвукового измерителя больших расстояний.....	264
Чудинин А.В. Структура и принцип работы двигателя внутреннего сгорания на водороде.....	265
Матюшова Д.И. Моделирование способов ускорения импульсной передачи данных через воздушный зазор.....	266
Секция «ИНОСТРАННЫЕ ЯЗЫКИ».....	267
Самойлов А.С. Optimization the Zeolite regeneration process.....	267
Konoplev A.A. Development of wireless control unit for home lighting based on ARDUINO Controller.....	268
Модина Т. А. Determination of the oil composition by infrared Fourier – spectroscopy....	269
Savin D.S. The ecological compatability of Russian transport.....	270
Синев И.И. Optimization of the operation of the deisohexanizer unit of the NTI installation.....	271
Шестакова М.С. Finding solutions for choosing the best technology for utilizing sewage sludge.....	272
Мельников Д.В. Reduction of components losses of dry gas oil product.....	273

V - я научно-техническая конференция магистрантов  
Рязанского государственного радиотехнического  
университета

Редакторы Н.А. Орлова  
М.Е. Цветкова  
Корректор С.В. Макушина

Подписано в печать 20.05.2019. Формат бумаги 60×84 1/16.  
Бумага писчая. Печать трафаретная. Усл. печ. л.  
Тираж      экз. Заказ №  
Рязанский государственный радиотехнический университет.  
390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1.  
Редакционно-издательский центр РГРТУ.