

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Рязанский государственный радиотехнический университет

# **МАТЕРИАЛЫ**

III научно-технической конференции магистрантов  
Рязанского государственного радиотехнического  
университета

Рязань 2017

УДК 004

Материалы III научно-технической конференции магистрантов Рязанского государственного радиотехнического университета. – Рязань: РГРТУ, 2017 - 326 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 экономики, финансов, менеджмента, государственного, муниципального и коммунального управления.

Авторская позиция и стилистические особенности публикаций полностью сохранены.

Редакционная коллегия:

Д-р техн. наук Таганов А.И. (председатель);

канд. техн. наук, доц. Миловзоров О.В. (ответственный редактор);

канд. техн. наук, доц. Суворов Д.В.

© Рязанский государственный  
радиотехнический университет, 2017

## **СЕКЦИЯ «ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»**

### **НЕЙРОСЕТЕВОЙ РЕГУЛЯТОР УГЛОВЫМ ПОЛОЖЕНИЕМ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА СО СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ**

А.О. Бозванов

Научный руководитель – Бобиков А.И., канд. техн. наук, профессор

Рассматривается проблема интеллектуального управления нелинейной моделью двигателя постоянного тока (ДПТ), которое позволяет добиться от системы управления достаточно точного воспроизведения задающего воздействия, а также ослабить влияние нелинейностей, присущих двигателю. ДПТ это один из основных компонентов системы управления. Однако несмотря на интенсивные исследования всё ещё ДПТ до сих пор обладают нелинейными свойствами. В качестве одного из источников нелинейности является трение, оказывающее существенное влияние на характеристики двигателя, что требует разработки более сложных систем управления.

В работе [1] проблема ослабления влияния нелинейностей решается с помощью регулятора, настроенного на основе метода характеристического моделирования. Такой регулятор построен с использованием адаптивного закона управления золотым сечением и интегрального закона управления. Данный способ решения проблемы требует большого объёма вычислений. Так же в данной работе представлена лишь реакция системы на ступенчатый входной сигнал 0.5 радиан, таким образом, мы можем предполагать, что данный регулятор был настроен при фиксированных параметрах, и это не дает достаточной информации о реакции системы при других значениях задающего воздействия.

Для уменьшения влияния нелинейностей на работу ДПТ в докладе предлагается метод обучения нейросетевого регулятора на примере самонастраивающегося нечеткого ПИД-регулятора, рассмотренный в статье [2]. Реакция системы управления с обученным таким способом нейросетевым регулятором на ступенчатый и синусоидальный входной сигнал показывает, что рассмотренный подход позволяет добиться высокой точности воспроизведения системой управления задающего воздействия и достаточно сильно ослабить влияние нелинейностей ДПТ. Система управления ДПТ с нейросетевым регулятором достаточно точно обрабатывает ступенчатый сигнал в диапазоне от 0.5 до 12 радиан.

В заключение следует отметить, что рассматриваемый подход к обучению нейросетевого регулятора является инновационным и обеспечивает высокую точность обучения нейронной сети.

#### *Библиографический список*

1. Yifei Wu, Zhihong Wang, Yuanyuan Li, Wei Chen, Renhui Du, and Qingwei Chen: Characteristic Modeling and Control of Servo Systems with Backlash and Friction: - China, 2013.
2. Бобиков А.И., Бозванов А.О. Нейросетевое управление угловым положением двигателя постоянного тока // Вестник РГРТУ (выпуск 57), Рязань, 2016.

# АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КАРТЫ ПРЕПЯТСТВИЙ ВО ВРЕМЯ ДВИЖЕНИЯ МОБИЛЬНОГО ОБЪЕКТА

М.Н. Князев

Научный руководитель – Фельдман А.Б., канд. техн. наук, доцент.

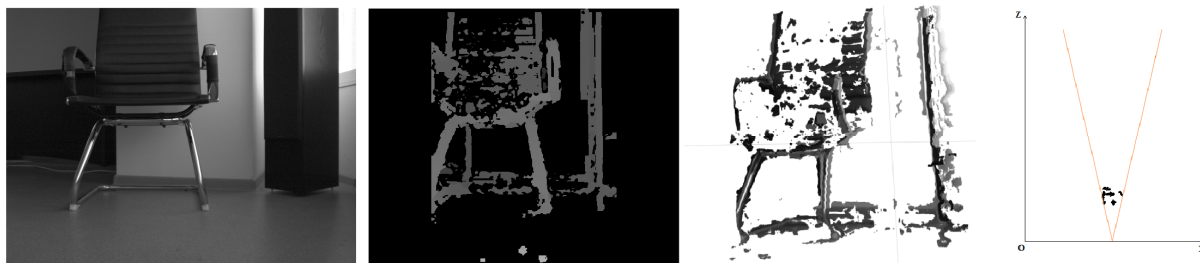
Рассматриваются проблемы установления геометрического соответствия между изображениями, формируемыми каждой из камер, составляющих стереопару, а также восстановления на этой основе трехмерной геометрии наблюдаемой сцены.

Эту задачу можно разделить на несколько частей:

- калибровка камер;
- геометрические преобразования изображений;
- построение карты глубины;
- построение карты препятствий;
- фильтрация шумов и ошибок.

Имея калибровку, а также изображения с каждой из камер, выполним ректификацию изображений. Получив выравненные изображения, можем построить карту глубины. Для каждой точки на первом изображении необходимо найти пару на другом. Далее для каждой из пар выполняется триангуляция, с помощью которой получаем расстояние до плоскости камеры [1]. Выполнив подобные действия для каждой пары сопоставленных точек, получим карту глубины.

На основе карты глубины ректифицированных изображений, а также калибровочных матриц каждой из камер восстановим 3D-сцену, которую наблюдаем на исходных изображениях. На её основе строим карту препятствий. Для этого берется полученное на предыдущем шаге трехмерное облако точек с координатами XYZ, где X обозначает ширину, Y - высоту, а Z - дальность. Производится проецирование этих точек на плоскость XOZ. Получаемая карта оказывается не совсем корректной. Имеется достаточное число ошибок, но препятствие можно разглядеть – оно выглядит как самое плотное скопление точек. Для улучшения полученной карты применим морфологическую фильтрацию. Препятствие становится хорошо различимым, а ошибки практически отсутствуют. Для удобства отмечен угол обзора. Все стадии обработки показаны на рисунке.



Слева направо: одно из исходных стереоизображений, карта диспаратности, карта глубины, проекция карты на плоскость XOZ

1. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 928 с.

## **МОДУЛЬ ОПОВЕЩЕНИЯ ЛОКОМОТИВА О ПРЕПЯТСТВИЯХ НА ПУТИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СОСТАВА**

П.А.Фурсов

Научный руководитель - Бехтин Ю.С., д-р. техн. наук, профессор

В настоящее время для обнаружения препятствий в кабину машиниста устанавливается специальный модуль видеообработки данных. При поиске препятствий при помощи модуля необходимо решать такие проблемы, как разнообразие форм и цветов представителей класса объектов, перекрытие детектируемых объектов и разная степень освещенности объектов.

Для определения наличия объекта препятствия на изображении можно применить алгоритм вывода (поиска), который заключается в извлечении признаков объектов из тестового изображения и поиске объектов на изображении.

Для классификации образов помех, обнаруженных на пути движения железнодорожного состава, была разработана структура нейросетевого классификатора. Основу нейросетевого классификатора составляет вычислительный программный блок (модуль) в виде искусственной нейронной сети типа "Многослойный персептрон с алгоритмом обратного распространения". Модуль обрабатывает видеоинформацию о текущем состоянии инфраструктуры и объектах в окрестностях железнодорожного полотна. На первом этапе работы модуля в каждой точке исходного изображения формируется окно с заданным размером и координатами центра окна. На втором этапе после обработки значений пикселей формируются векторы признаков. На третьем этапе векторы признаков подаются на вход нейронной сети, после чего на одном из выходов нейронной сети может быть сформирован сигнал со значением "+1", что соответствует наличию недопустимого объекта (препятствия) на железнодорожных путях. На всех других выходах формируется сигнал "-1", что соответствует наличию допустимых объектов ("нет препятствий").

В ходе выполнения исследований также был рассмотрен вопрос о практической реализации предложенного нейросетевого классификатора в виде специализированных устройств на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС). Очевидно, что существуют два пути по практической реализации данной разработки: оснащение кабин локомотивов принципиально новым оборудованием или интеграция полученного решения с уже существующими системами аварийного оповещения и торможения.

## **ВЫДЕЛЕНИЕ ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА НА НЕОДНОРОДНОМ ПОДВИЖНОМ ФОНЕ**

С.М. Ларионов

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

В процессе анализа видеопоследовательности зачастую возникает задача выделения движущегося объекта. Методы решения данной задачи можно разделить на алгоритмы пространственной фильтрации отдельных кадров последовательности и алгоритмы обработки по времени некоторой совокупности изображений [1]. Если рассматриваемая задача решается для неподвижного фона, то для выделения движущегося объекта может быть использован, например, алгоритм межкадровой разности [2]. Однако если сам датчик изображений находится на некотором подвижном носителе, то такой подход становится неработоспособным по причине смещения фона.

В докладе предлагается следующий алгоритм выделения движущегося объекта на неоднородном подвижном фоне. Учитывая технические характеристики подвижного носителя, на первом из обрабатываемых кадров может быть определен некоторый опорный (центральный) участок, на котором находится изображение объекта интереса и который сместится в последующих кадрах. Для оценки искомого смещения можно воспользоваться методом сопоставления с эталоном, заключающемся в нахождении экстремума некоторой критериальной функции [1]. Однако следует учесть, что в опорный участок наряду с фоном включено изображение движущегося относительно фона объекта, что может приводить к ошибкам при нахождении точки наилучшего совмещения фонов опорного и наблюдаемого изображений. Зачастую имеются априорные данные о размерах изображения объекта. Поэтому при сравнении изображений предлагается исключать из рассмотрения некоторое небольшое скользящее окно, размеры которого определяются исходя из размеров объекта. Причем, на каждой итерации сопоставления опорного и наблюдаемого изображений, должны перебираться все возможные положения этого окна. После определения экстремума выбранной критериальной функции положение скользящего окна укажет область, в которой находится объект интереса.

Данный алгоритм может быть применен, например: для сжатия видео, при стабилизации изображений во время съемки, в различного рода охранных системах, в системах наблюдения за движущимися объектами, в системах навигации автономных технических устройств.

В докладе рассматриваются возможные модификации описанного алгоритма и приведены результаты экспериментальных исследований для тестовых и реальных изображений.

### *Библиографический список*

1. Стротов, В. В. Оценивание параметров смещения изображения в задачах выделения движущихся объектов / В. В. Стротов // Вестник РГРТУ. – 2008. – № 1. – С. 30 – 37 : ил.
2. Суй, Л. Исследование методов и алгоритмов обнаружения движущихся объектов в видеопотоке [Электронный ресурс] / Л. Суй // Молодежный научно-технический вестник. – 2013. – № 5. URL: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/568760.html>

# **ОБНАРУЖЕНИЕ ЛИНИЙ НА СЛОЖНОМ ФОНЕ С ПОМОЩЬЮ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РАДОНА**

А.И. Шарипов

Научный руководитель – Шубин Н.Ю. канд. техн. наук, доцент

Цифровая обработка изображений находит широкое применение в большом количестве областей человеческой деятельности. Она используется в медицине, военной сфере и многих других. Известны такие задачи обработки изображений, как сегментация изображений, фильтрация, поиск фигур, границ, углов и т.д. В данной работе рассматривается задача обнаружения линий на сложном фоне.

Обычно для поиска прямолинейных границ на изображении применяется преобразование Радона (ПР). ПР подразумевает обработку исходного изображения каким-либо детектором границ. Такое изображение подвергается ПР, результат которого содержит локальные максимумы, предположительно соответствующие какой-либо прямой на исходном изображении. Однако применение в задаче обнаружения линий методов, использующих обычное ПР, мало эффективно по следующим причинам:

- широкая линия может порождать две прямолинейных границы, каждая из которых обнаруживается ПР как самостоятельная граница;
- на фоне объектов сложной неоднородной текстуры затруднительно детектировать прямолинейные границы с помощью обычного ПР, не использующим информацию о скорости перепада яркости, и направлении этого перепада при применении детектора границ.

В данной работе предлагается отличать линии от обычных границ по признаку направления градиента. Использование информации о направлении градиента позволяет повысить точность обнаружения линий в условиях сложного неоднородного фона [1]. Таким образом, использование векторного поля градиента представляется обоснованным. Основываясь на этом принципе, вводится так называемое интегральное векторное преобразование Радона (ИВПР), вычисляемое на основе обычного. С помощью ИВПР можно обнаружить прямые линии, в том числе на неоднородном фоне, а также оценить их толщину в пикселях. В отличие от ПР данное преобразование может иметь как положительные, так и отрицательные значения. В то же время ИВПР обладает и привычным для ПР свойствами – его локальные экстремумы (минимумы и максимумы) косвенно могут указывать на наличие прямолинейной границы. Таким образом, ИВПР представляется наиболее подходящим преобразованием для использования при решении задачи обнаружения линий на изображении.

Исследования выполнены при поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских учёных МК-5331.2016.9.

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В. Обнаружение линий электропередач на изображении с использованием многоагентного подхода. Рязань: Рязан. гос. университет, 2016. С. 1–4.

# **НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ ПРЕДИКТОРА СМИТА ЗА СЧЕТ ПАКЕТА SIMULINK RESPONSE OPTIMIZATION**

Т.С. Бубнова

Научный руководитель - Бобиков А.И., канд. техн. наук, профессор

В промышленности при автоматическом управлении процессами часто возникает проблема наличия чистого запаздывания, присущего объекту управления (ОУ). В качестве решения этой проблемы в 1957 году был предложен предиктор Смита, помогающий снизить негативное влияние запаздывания на качество реакции управляемой системы. В более новых работах [1,2] было предложено использовать модификацию предиктора Смита, который дополнен фильтром нижних частот или устройством опережения по фазе. Такая структура позволяет адекватно реагировать на изменение параметров объекта управления, а также на постоянные возмущающие воздействия за счет предсказания выхода системы на время запаздывания.

Однако параметры ПИ-регулятора и фильтра подбираются ручным путем, что является достаточно трудоемким процессом. В данной работе с помощью пакета Simulink response optimization предлагается оптимизировать настройки фильтра, а также ПИ-регулятора с целью улучшить реакцию на постоянное входное и возмущающее воздействие и обеспечить робастность системы управления к неопределенностям параметров объекта управления.

Пакет Simulink Response Optimization помогает найти оптимальные параметры этих устройств, которые обеспечат требуемый переходный процесс по заданным графическим ограничениям в окне временной области. Помимо оптимизации параметров пакет дает возможность учитывать неопределенность динамических параметров объекта управления, задавать верхние и нижние границы настраиваемых переменных и изменять критерий достижения цели. Также Simulink Response Optimization позволяет ограничить максимальную величину управления и задать диапазон изменения параметров самого объекта управления, при этом программным путем рассматриваются все возможные комбинации и подбираются коэффициенты с целью обеспечить робастность системы к изменениям параметров ОУ. Задача оптимизации переменных с учетом наложенных ограничений, сформулированная в пакете Simulink Response Optimization, одновременно вызывает симуляцию работы модели СУ в SIMULINK, сравнивает полученные результаты с заданными ограничениями переходного процесса и, используя градиентный метод, изменяет настраиваемые параметры для достижения заданной формы процесса.

В рассмотренном примере длительность переходного процесса без предиктора Смита составляла 4000с, с предиктором Смита 2000с, перерегулирование в первом случае достигало 0.4, во втором 0.05. Также во втором случае значительно улучшилась реакция на постоянное возмущающее воздействие.

## *Библиографический список*

1. J.E. Normey-Rico and E.F. Camacho Control of Dead Time Processes. London, UK : Springer - Verlag Limited, 2007.
2. Deman Kosale, Dipika Nagle. Departed time compensator for secure process. – American journal of engineering and technology research, Vol. 14, No. 2, 2014.



# **ОБНАРУЖЕНИЕ, РАСПОЗНАВАНИЕ И ПРОСЛЕЖИВАНИЕ ОБЪЕКТОВ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ**

Д.Ю. Ерохин

Научный руководитель – Фельдман А.Б., канд. техн. наук, доцент

В различных областях, где применяются системы технического зрения, зачастую возникает необходимость в выделении и прослеживании определенного класса объектов, например выделении пешеходов и автомобилей. Одним из подходов для решения данной задачи являются следующие алгоритмы: сканирование изображения скользящим многомасштабным окном, извлечение признаков с помощью каскадов Хаара или вычисление градиентных признаков [1], принятие решения заранее обученным классификатором о том, что изображено на данном участке изображения, фильтрация результатов алгоритмом подавления не максимумов.

В данной работе для обнаружения и локализации объектов на изображении используется сверточная нейронная сеть, представленная в статье [2]. Выбранная нейронная сеть (НС) способна обнаруживать и определять местонахождение объектов на изображении. Также следует отметить, что НС способна выполнять обработку поступивших изображений с высокой частотой, что говорит о возможности ее применения в системах технического зрения, которые должны работать в реальном масштабе времени.

Для прослеживания выделенных объектов задача слежения рассматривается как задача о назначениях и решается с помощью венгерского алгоритма [3]. Для прогнозирования положения объектов используется фильтр Калмана [4]. В качестве меры отличия между прослеживаемыми объектами и выделенными участками изображения используется евклидово расстояние между выделенной областью изображения на текущем кадре и прогнозируемым положением объекта.

В докладе приведены результаты экспериментов, которые свидетельствуют о том, что предложенный подход справляется с поставленной задачей.

Работа выполнена при использовании гранта для государственной поддержки ведущих научных школ НШ-7116.2016.8.

## *Библиографический список*

1. Geismann P., Schneider G. A two-staged approach to vision-based pedestrian recognition using Haar and HOG features //Intelligent Vehicles Symposium, 2008 IEEE. – IEEE, 2008. – С. 554-559.
2. Redmon J., Farhadi A. YOLO9000: Better, Faster, Stronger //arXiv preprint arXiv:1612.08242. – 2016.
3. Jonker R., Volgenant T. Improving the Hungarian assignment algorithm //Operations Research Letters. – 1986. – Т. 5. – №. 4. – С. 171-175.
4. Kalman R. E. et al. A new approach to linear filtering and prediction problems //Journal of basic Engineering. – 1960. – Т. 82. – №. 1. – С. 35-45.

## **СИСТЕМА ТЕЛЕМЕТРИИ В ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ**

Д.С. Ершов

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

Рассматриваются основные типы ракетных двигателей, которые применяются на сегодняшний день, приведены их основные характерные особенности, перечислены преимущества жидкостных ракетных двигателей. Описывается конструкция жидкостного ракетного двигателя и его принцип работы. Подробно рассказывается о роли телеметрических систем в управлении работой двигателя.

Ракетный двигатель – это двигатель, основанный на реактивной тяге, который не использует для своей работы энергию из окружающего пространства. Реактивная тяга в жидкостных ракетных двигателях возникает при преобразовании энергии, полученной при экзотермической реакции (реакция горения), в кинетическую энергию реактивной струи. В жидкостных ракетных двигателях топливом служит пара горючее (керосин) + окислитель (жидкий кислород). Важнейшей частью ракетного двигателя являются камеры сгорания, они состоят из нескольких камер сгорания, на каждую приходится по баку с горючим и окислителем.

В жидкостных ракетных двигателях существует возможность регулировать силу реактивной тяги, также допускается неоднократное включение и выключение двигателя, что используется при движении в космическом пространстве. Система регулирования тягой автоматически поддерживает или изменяет параметры работы силовой установки. На всех этапах работы двигателя вся информация передается в центр управления посредством телеметрии, при маневрировании в космосе используется удаленное управление. Для измерения уровня топлива в баках во время работы двигателя используются сравнительные уровнемеры. Непрерывно измеряя уровень топлива с точностью до 1 мм, они выдают сигналы рассогласования уровней в опорных точках на вычислительное устройство. Вычислительное устройство определяет необходимое соотношение компонентов топлива и управляет дроссельным вентилем топлива. Система межблочной синхронизации обеспечивает синхронизацию расходов компонентов топлива боковых двигательных установок между собой и относительно центральной посредством телеметрии. Одновременность опорожнения баков и точность синхронизации работы всех двигателей крайне важны для увеличения максимальной полезной нагрузки и обеспечения орбиты выведения. Система одновременного опорожнения баков представляет собой регулятор соотношения мгновенного объема топлива, который поддерживает это соотношение в определенном допустимом интервале. В конечном счете, обеспечивается одновременное опорожнение баков каждого силового агрегата.

Основной проблемой в задаче применения телеметрии в ракетных двигателях является максимально точная (безошибочная) передача данных. Так же решение задачи затрудняет тот факт, что вес и габариты устройства должны быть минимизированы, при всем при этом, устройства должны безотказно функционировать в жестких условиях окружающей среды, будь то сильнейшие температурные перепады, вибрация, электромагнитное излучение, радиация и др.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ О ПЕРЕПАДАХ ЯРКОСТИ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ

М.С. Мальченко

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

При автоматическом наблюдении за движущимся объектом с использованием корреляционно-экстремальных алгоритмов может сложиться ситуация, когда количество точек фона в области поиска значительно превышает количество точек объекта. В этом случае при резкой смене фона произойдет срыв наблюдения, так как алгоритм «предпочтет» новой области, содержащей объект, старую область, где большинство точек фона будет совпадать с точками эталонного изображения.

В докладе в качестве возможного решения данной проблемы, рассматривается модифицированный корреляционно-экстремальный алгоритм (модуль разности) [1, 2] слежения за движущимся объектом с использованием границ объекта в качестве дополнительной информации о нем:

$$F(\alpha, \beta) = \sum_{i,j \in H} (|l(i + \alpha, j + \beta) - h(i, j)| * p(i, j) + m * (1 - p(i, j))) + \sum |L' - H'|$$

где  $l(i + \alpha, j + \beta)$  – элемент рассматриваемой части области поиска,  $h(i, j)$  –

$$p(i, j) = \begin{cases} 1, & |l(i + \alpha, j + \beta) - h(i, j)| < T \\ 0, & |l(i + \alpha, j + \beta) - h(i, j)| \geq T \end{cases}, \quad T - \text{задаваемый порог,}$$

соответствующий элемент эталона,

$m \in [0, 100]$  – задаваемая величина штрафа, яркость пикселя принимает значение из диапазона  $[0, 255]$ ,  $L$  – часть области поиска, для которой в данный момент определяется критериальная функция,  $H$  – эталонное изображение,  $L'$  и  $H'$  – их производные, то есть изображения выделенных границ на  $L$  и  $H$  соответственно,  $\sum |L' - H'|$  – сумма яркостей точек изображения, содержащего разность границ объекта и рассматриваемой части области поиска. В данной работе для получения границ наблюдаемого объекта используется маска Собеля. Данный подход предполагает повышение точности результатов работы алгоритма.

С помощью практических исследований с использованием различных видеопоследовательностей было показано, что использование дополнительной информации в качестве границ объекта может в некоторых случаях положительно сказаться на работе алгоритма. Вместе с тем, помехоустойчивость алгоритма, использующего границы объекта слежения в качестве дополнительной информации, меньше, чем помехоустойчивость простой разностной корреляции.

## 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.: ил.
2. Корреляционно-экстремальные методы навигации и наведения / В.К. Баклицкий – Тверь: ТО «Книжный клуб», 2009. – 360 с.

# **АЛГОРИТМ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Никитин Д.В.

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

На сегодняшний день некоторые предприятия по производству металлокерамических изделий для контроля качества выпускаемой продукции используют ручной труд, в результате чего мы получаем довольно высокий процент брака.

Для того чтобы уменьшить процент брака, и увеличить эффективность производства целесообразным было бы автоматизировать данный процесс с применением новых или модифицированных систем обработки информации на базе СТЗ (систем технического зрения), взяв во внимание все особенности производства металлокерамических изделий. Точность оценки параметров изделий зависит от качества обрабатываемого изображения, так как оно формируется в условиях сильной вибрации, плохого освещения и запыленности все это накладывает определенный отпечаток. Так, например, если для изображения контакт-детали геркона отношение сигнал-шум снижается до 20 дБ, то погрешность определения его геометрических параметров может составлять около 0,45 мм, тогда как минимальная допустимая точность должна быть не менее  $\pm 0,15$  мм (согласно технологической выписке к/д №8-1 для изделия КЭМ-2 СЯ 7.730.002 Штамп-Ш-557). Все эти производственные факторы отражаются на изображении в виде мультипликативного шума с единичным средним, плюс ко всему изображения формируемые в СТЗ имеют большой объем, а их требуется передавать и хранить для отчетной статистики.

Проанализировав изображения с разных этапов производства герконов, которые мы получили с установленных видеодатчиков. В итоге самые зашумленные изображения получились на этапе штамповки контакт-деталей. Для получения желаемой точности геометрических параметров данного изделия используется видеодатчик с разрешением 1280x1024, но изображения с данным разрешением имеют большой размер, а при работе 30 станков каждый из которых выпускает 1 деталь в 3 секунды, весь поток информации превращается в сотни мегабайт.

Таким образом возникает задача разработки алгоритма сегментации зашумленных изображений на этапе штамповки. Для достижения необходимой точности предлагается использовать вейвлет-преобразование.

## *Библиографический список*

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. - М.: Техносфера, 2006. - 1072 с.
2. Бобир Н. Я., Лобанов А. Н., Федорук Г. Д. Фотограмметрия. М.: Недра, 1974. 472 с.
3. Виттих В. А., Сергеев В. В., Сойфер В. А. Обработка изображений в автоматизированных системах научных исследований. М.: Наука, 1982.

## **АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ И СЛЕЖЕНИЯ ЗА ДВИЖУЩИМИСЯ ОБЪЕКТАМИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ОПТИЧЕСКОГО ПОТОКА**

Тюнин А.С.

Научный руководитель – Фельдман А.Б., канд. техн. наук, доцент

Фактор движения объектов является одним из важнейших факторов при создании различных систем видеоаналитики. К таким системам относятся системы контроля и мониторинга вне и внутри помещений, охранные системы, системы видеоаналитики на транспорте. Наличие движения является признаком, с помощью которого можно отличить объекты интереса – людей или автомобили – от окружающего фона.

Существуют различные способы учесть движение объектов в задачах обработки видеоизображений. Сюда прежде всего относятся различные методы оценки фона, как достаточно простые [1], так и более сложные, основанные на использовании смеси гауссовских распределений в качестве модели формирования фоновой составляющей [2]. Между тем, для выделения движущихся объектов не обязательно выполнять оценку фона, что вообще говоря, может представлять собой довольно трудную задачу, сопряженную с неизбежными ошибками оценивания, ведущими в свою очередь к ошибкам выделения изображений объектов интереса. Альтернативой такому подходу могут служить методы, основанные на вычислении оптического потока.

В данной работе рассматривается основанный на использовании оптического потока алгоритм выделения и прослеживания движущихся объектов. Если принять промежуток времени между формированием двух последовательных кадров за единицу, то оптический поток по своей сути можно интерпретировать как вектор скорости перемещения точек сцены, связанных с отдельными пикселями изображения. Выделение объектов заключается в определении достаточно крупных связных областей, состоящих из пикселей, которым соответствуют значения скоростей (характеризуемые модулем вектора оптического потока в данном пикселе), превышающих некоторый наперед заданный порог. Следует учесть, что в виду наличия мешающих факторов, к которым можно отнести шум видеодатчика, колебания листвы и т.п., сегментация не может быть выполнена без ошибок. Для устранения ошибок выделения точек объектов в рассматриваемом алгоритме введены процедуры фильтрации и морфологической обработки.

Для проверки работоспособности и практической оценки показателей его эффективности рассмотренный алгоритм был реализован в системе Matlab. Были опробованы различные методы вычисления оптического потока: метод Хорна-Чанка (Horn-Schunck) [3] и метод Лукаса-Канаде (Lucas-Kanade) [4]. Результаты показывают, что метод Хорна-Чанка обеспечивает несколько более высокую точность, но имеет худшее быстродействие. В целом, в независимости от использованного метода вычисления оптического потока, алгоритм выделения объектов демонстрирует достаточно высокую точность выделения объектов и может использоваться для решения практических задач.

### *Библиографический список*

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Обработка изображений и управление в системах автоматического сопровождения объектов / РГРТУ, Рязань, 2011. – 236 с.
2. T. Bouwmans, "Traditional and Recent Approaches in Background Modeling for Foreground Detection: An Overview", Computer Science Review, May 2014.
3. B.K.P. Horn and B.G. Schunck, "Determining optical flow." Artificial Intelligence, vol 17, pp 185–203, 1981.
4. B. D. Lucas and T. Kanade (1981), An iterative image registration technique with an application to stereo vision. Proceedings of Imaging Understanding Workshop, pages 121-130

## **АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ И ПРОСЛЕЖИВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕДУРЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ**

В.А. Чебукин

Научный руководитель – Фельдман А.Б., канд. техн. наук, доцент

Выделение и отслеживание объектов является важной составляющей решения многих практических задач, стоящих перед проектировщиками бортовых систем технического зрения [1]. Стоит отметить, что в силу ограниченности вычислительных ресурсов, имеющихся на борту летательного аппарата, а также в силу требований, связанных с необходимостью обеспечения работы в реальном масштабе времени, алгоритмы обработки и анализа поступающих видеоизображений должны удовлетворять довольно существенным ограничениям по вычислительной сложности.

В данной работе рассматривается алгоритм выделения и отслеживания объектов, основанный на процедуре статистической сегментации [2]. В основе данного алгоритма лежит идея о том, что признаковые представление объекта и фона имеют разные статистические свойства. Данное предположение выражается в том факте, что объект и фон имеют различные распределения вероятности признаков. На практике вместо распределений вероятности могут использоваться их гистограммные оценки. Гистограммные оценки формируются: в случае объекта в прямоугольном окне, которое с большой вероятностью включает объект (оно может быть сформировано оператором на первом кадре, а в дальнейшем уточняется в процессе слежения за объектом); в случае фона – в прямоугольной рамке сопоставимого размера, построенной вокруг окна, содержащего объект.

Выделение точек объекта осуществляется попиксельно. Для этого в каждом пикселе вычисляется набор признаков, в качестве которых могут рассматриваться, например, яркость и градиент яркости. Далее выполняется классификация на основе гистограммных оценок, с помощью которых принимается решение о том, к какому классу – объекту или фону – следует отнести рассматриваемый пиксель на основе его признакового описания.

Для улучшения результатов выделения объекта в процессе слежения осуществляется поэлементная межкадровая фильтрация гистограмм с помощью рекурсивного экспоненциального фильтра. Прогнозирование опти-

мального положения окна и рамки выполняется с помощью фильтра Калмана.

Приведенный выше алгоритм был реализован и опробован в системе Matlab. Результаты экспериментов подтверждают возможность применения данного алгоритма для выделения и прослеживания объектов на сравнительно однородных наземных и воздушных фонах в телевизионном и тепловом диапазоне наблюдения. Вычислительная сложность алгоритма представляется приемлемой для его применения в бортовых системах технического зрения.

#### *Библиографический список*

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Обработка изображений и управление в системах автоматического сопровождения объектов / РГРТУ, Рязань, 2011. – 236 с.
2. Бакут П.А., Лабунец В.Г. Телевизионная следящая система с байесовским дискриминатором цели. Зарубежная радиоэлектроника, 1987, N 10, с. 81-93

## **АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ВИДЕОСЛЕЖЕНИЯ**

Зенин С.А.

Научный руководитель – Фельдман А.Б., канд. техн. наук, доцент

Особенностью функционирования бортовых систем видеослежения является то, что помимо движения объектов интереса перемещается также и носитель системы – летальный аппарат. Помимо этого, видеодатчик, устанавливаемый, как правило, на поворотной платформе, также способен менять свою ориентацию в пространстве. Наличие движения носителя и поворотов видеодатчика не позволяют без дополнительных мер использовать хорошо зарекомендовавшие себя на практике подходы к выделению движущихся объектов на основе оценки фонового изображения [1, 2].

В данной работе предлагается алгоритм выделения движущихся объектов, ориентированный на применение в бортовых системах, что помимо учета движения носителя и видеодатчика, предполагает также ориентацию на достижение приемлемого уровня вычислительных затрат. Последний фактор является одним из ключевых при проектировании алгоритмов анализа изображений для бортовых систем видеослежения даже с учетом современного уровня развития элементной базы средств вычислительной техники.

Учитывая, что в бортовых системах видеослежения обычно используются видеодатчики с узким полем зрения и объекты наблюдаются на значительном удалении, в качестве модели геометрических преобразований изображений в данной работе принимается евклидова модель преобразований, учитывающая только сдвиг и поворот изображений. Изменением масштаба за время формирования очередного кадра в данном случае мож-

но пренебречь, в виду его несущественности. В дальнейшем оно может быть учтено за счет фильтрации во времени фонового изображения.

Для оценки межкадровых сдвигов изображений может использоваться хорошо известный алгоритм фазовой корреляции [3]. Однако данный алгоритм может использоваться и для определения поворотов. Как известно [1], поворот изображения соответствует такому же повороту амплитудного спектра, сдвиг, в свою очередь, оказывает влияние только на фазовый спектр изображения. Этот факт дает возможность оценивать сдвиг и поворот изображения раздельно. Для оценки поворота логарифм амплитудного спектра переводится в полярную систему координат, после чего к нему применяется алгоритм фазовой корреляции. После компенсации поворота повторное применение указанного алгоритма позволяет оценить сдвиг изображения по каждой из осей.

Компенсация геометрических преобразований позволяет перейти к формированию оценки фонового изображения, которая осуществляется с помощью рекурсивного экспоненциального фильтра. Выделение объектов осуществляется путем пороговой обработки. Пороговое значение, исходя из заданного уровня ложных тревог, определяется на основе критерия Неймана-Пирсона. Для улучшения результатов выделения объектов применяются методы морфологической фильтрации бинарных изображений.

Рассмотренный алгоритм был реализован на языке C++ с использованием библиотеки OpenCV и апробирован на реальных видеосюжетах. Результаты показывают, что алгоритм обладает приемлемым качеством выделения объектов, наблюдаемых на сложном фоне. Использование достаточно простых операций для реализации алгоритма (в том числе применение быстрого преобразования Фурье) позволяет использовать его в бортовых системах видеослежения.

#### *Библиографический список*

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Обработка изображений и управление в системах автоматического сопровождения объектов / РГРТУ, Рязань, 2011. – 236 с.
2. T. Bouwmans, "Traditional and Recent Approaches in Background Modeling for Foreground Detection: An Overview", Computer Science Review, May 2014.
3. B. S Reddy and B. N. Chatterji, "An FFT-based technique for translation, rotation, and scale-invariant image registration", IEEE Transactions on Image Processing 5, no. 8 (1996): 1266–1271.



## **СЕКЦИЯ «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ»**

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЛЬЦЕВЫХ БАЗ ДАННЫХ(ROUND-ROBIN DATABASE) В ЗАДАЧАХ АНАЛИЗА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Е.В. Филина

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

Информационные системы (далее ИС), предназначенные для решения ресурсоемких задач, нуждаются в регулярном наблюдении за их работой и анализом эффективности выполнения поставленных перед ними задач. Это возможно в случае, когда имеется полная информация о показателях, которые характеризуют состояние ИС в различные моменты времени.

Для получения информации о показателях состояния ИС используются системы мониторинга. Их основной задачей является предоставление актуальной информации для анализа состояния ИС и быстрого обнаружения возникших неисправностей, а также их оперативного устранения. Для оперативного анализа состояния ИС многие системы мониторинга в своей работе применяют программный пакет RRDTool.

RRDtool - это набор утилит, использующийся для работы с кольцевой базой данных (Round-Robin Database, RRD). База данных называется кольцевой, потому что объем хранимых в ней данных не изменяется с течением времени, поскольку количество хранящихся в ней данных постоянно: ячейки базы данных используются циклически.

В кольцевой базе данных может храниться один или более наборов данных, которые объединены в архивы (Round Robin Archives, RRA). По своей структуре кольцевые таблицы подобны массивам, у которых адрес последнего элемента совпадает с адресом первого элемента. Архивы связаны между собой таким образом, что каждый следующий архив хранит информацию из предыдущего, а именно один архив сохраняет данные с определенным интервалом между записями, другой через заданное количество интервалов сохраняет консолидированные данные из предыдущего и так далее. Для сохранения консолидированных данных используются функции консолидации. Они встроены в базу данных и применяются автоматически при добавлении данных. Под функциями консолидации понимается получение минимального, максимального, среднего и общего значений за указанный период времени. Большим преимуществом кольцевых баз данных является осуществление консолидации данных при их записи, а не во время считывания информации. Благодаря этому обеспечивается высокая скорость работы.

Применение кольцевых баз данных при анализе производительности ИС позволяет хранить большое количество данных о показателях состояния ИС в течение заданного периода времени. Это позволяет отслеживать изменение производительности ИС с течением времени, а также оперативно получать информацию о текущем ее состоянии.

## АЛГОРИТМ СЖАТИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ НА КОРОТКОМ ВРЕМЕННОМ ИНТЕРВАЛЕ

А.М. Гаушко

Научный руководитель – Кабанов А.Н., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается вопрос прогнозирования данных, выбора базиса временного ряда, приводится алгоритм сжатия информации, а также освещается применение метода парного сравнения для отбора однородных групп экспертов.

Задача разработки соответствующих методов и алгоритмов прогнозирования, которые повысят точность, увеличат оперативность прогноза, в настоящий момент является актуальной.

Начальный этап предлагаемого в докладе алгоритма заключается в анализе исходных данных, обнаружении и удалении сбойных (аномальных) результатов, после которого значительно повышается достоверность прогноза. Затем задача сводится к построению такой прямой, которая проходила как можно «близко» к точкам исходного временного ряда, для чего необходимо составить критерий. Критерий вида:  $\sum_{i=1}^n e_i^2 \rightarrow \min$  (метод наименьших квадратов). Подбирается базисная функция с масштабом на заданном

интервале [1]. После выбора базиса временного ряда проводим прогноз, при этом оставляем несколько отсчетов для того чтобы сравнить полученный результат с контрольными значениями. Для пересчета результата используем рекуррентную модель, с помощью которой можно имитировать прогноз в течение длительного промежутка времени. Если в ходе проверки разница между выбранной моделью и объектом получилась большая, следовательно, необходимо повысить точность выбранной модели с помощью метода повышения оперативности получения уравнения множественной регрессии при помехе типа небелого шума, описанного в [2].

Помимо описанного алгоритма в докладе освещается отбор однородной группы экспертов на основе метода парного сравнения. Необходимость применения данного метода заключается в использовании экспертных оценок, которые в дальнейшем применяются для оптимального выбора прогнозных критериев, тем самым увеличивая достоверность прогноза.

В отличие от статистических методов анализа данных изложенная технология осуществляет более глубокий анализ информации, выявляя зависимости, которые на первый взгляд неочевидны: кластеризация, выявление главных компонент, исключение аномальных измерений [3].

### *Библиографический список*

1. А.М. Гаушко. Информационное обеспечение системы прогнозирования на основе выбора хорошо приспособленного базиса. Сборник научных статей.- Рязань.: РГРТУ, 2015, - 27 с.
2. В.В. Аверьянова, А.М. Гаушко, А.Н. Кабанов, Д.Н. Фоломкин. Повышение оперативности получения уравнения множественной регрессии при помехе типа небелого шума. Межвузовский сборник научных трудов. - Рязань.: РГРТУ, 2016, 7 - 10 с.
3. М.П. Булаев, А.Н. Кабанов, И.С. Маркова. Нейронные сети для адаптивной обработки данных: учеб. Пособие. - Рязань.: РГРТУ, 2012, - 24 с.

# **ПОЛУЧЕНИЕ, АНАЛИЗ И ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАДАННЫХ РЕЛЯЦИОННОЙ СУБД ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ ИНТЕРФЕЙСА WPF-ПРИЛОЖЕНИЯ**

Е.А. Жданова

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

Большинство разрабатываемых на данный момент приложений используют реляционную модель данных. Одной из причин такой популярности именно реляционной модели является отображение информации в наиболее простой для пользователя форме. Но не всегда разрабатывая приложение, удаётся добиться удобного и интуитивно понятного интерфейса для пользователя. Вследствие чего программисту может понадобиться помощь дизайнера. Чтобы избежать затрат времени или привлечения дополнительных специалистов при разработке интерфейса, было принято решение использовать возможности платформы WPF (WindowsPresentationFoundation).

В WPF-приложении пользовательский интерфейс полностью отделяется от кода. Содержимое каждого окна сериализуется в виде XML-дескрипторов в документе XAML (eXtensibleApplicationMarkupLanguage) [1]. Таким образом, разработав механизм, который будет автоматически генерировать интерфейс приложения, можно сократить время, затраченное программистом на представление данных из БД на формах приложения, а также значительно упростить работу над интерфейсом таблиц разрабатываемого прикладного программного обеспечения.

Автоматическая генерация интерфейса возможна за счёт построения взаимосвязи между вложенными дескрипторами XAML и метаданными, полученными из информационной базы данных INFORMATION\_SCHEMA. INFORMATION\_SCHEMA хранит информацию о всех базах данных, поддерживаемых сервером MySQL.

Системные метаданные используются для извлечения данных о БД. Они описывают информационную и функциональную части системы, а также определяют структуру данных, например, состав БД, названия таблиц, атрибутов, их свойства, правила их преобразования и многое другое [2].

Анализируя полученные метаданные и выделив необходимые, из них можно организовать подгрузку всей необходимой информации для автоматической генерации интерфейса.

## *Библиографический список*

1. Мэтью Мак-Дональд. WPF: Windows Presentation Foundation в .NET 4.0 с примерами на C# 2010. – Вильямс, 2011. – 1020с.
2. Метаданные [Электронный ресурс]: Необходимость создания метаданных URL:  
<http://5fan.ru/wievjob.php?id=48543><http://5fan.ru/wievjob.php?id=48543>

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ИНФОРМАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ ЖКХ**

К.А. Ерохин

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

В текущее время нет единого стандарта в организации работы сферы жилищно-коммунального хозяйства. Отсутствие единого стандарта в сфере ЖКХ, а также ее децентрализованная структура приводят к отсутствию контроля над ней со стороны государства. Ранее предпринимались и будут предприниматься попытки стандартизации данной области. Одна из попыток получила законодательную поддержку (Федеральный закон от 21.07.2014 № 209-ФЗ «О государственной информационной системе жилищно-коммунального хозяйства»).

Поставщики информации, такие как ресурсоснабжающие организации, управляющие компании, расчетно-кассовые центры и другие обязаны размещать в системе информацию, предусмотренную Федеральным законом.

Размещать данную информацию можно двумя способами:

- с помощью личного кабинета на сайте информационной системы;
- с помощью интеграционных сервисов информационной системы.

ГИС ЖКХ осуществляет обмен со смежными системами через интеграционные веб-сервисы с помощью протокола SOAP для приема и передачи информации.

Были разработаны интеграционные сервисы для выгрузки данных в ГИС ЖКХ. Для осуществления интеграционного взаимодействия с ГИС ЖКХ с помощью сервисов «Абонент» необходимо:

1) ежедневно выгружать данные в сервисы в рамках сеансов обмена информацией между платежной системой и расчетно-аналитической системой «Абонент»;

2) по мере поступления информации из расчетной системы производить сопоставление адресов к ФИАС на сайте портала;

3) по мере поступления сформированных пакетов производить их подпись с помощью КЭП на сайте портала;

После обновления данных в расчетно-аналитической системе «Абонент» в рамках сеанса обмена информацией данные поступают в сервисы. На основе полученных данных формируются пакеты для отправки в ГИС ЖКХ. Затем сформированные пакеты ожидают подписи на портале расчетно-платежного комплекса «Абонент». После успешной подписи пакетов они отправляются в ГИС ЖКХ.

Каждый сформированный в системе пакет перед отправкой должен быть подписан с помощью КЭП организации, использующей расчетно-аналитическую систему «Абонент». После успешной подписи пакетов сервисы автоматически отправят их в ГИС ЖКХ. Подпись сформированных пакетов осуществляется в браузере, на сайте портала расчетно-аналитической системы «Абонент» с помощью программного средства КриптоПро CSP.

## **МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ**

О.Н. Попова

Научный руководитель – Кабанов А.Н., канд. техн. наук, доцент

Доклад посвящен задаче многокритериальной оптимизации. Задачи многокритериальной оптимизации обычно возникают в тех ситуациях, когда присутствуют несколько целей, которые не могут быть представлены одним критерием (например, прочность и надежность). Требуется найти область допустимых решений, которая минимизирует или максимизирует все критерии.

Для повышения оперативности решения многокритериальных задач рассматривается метод на основе исключения лишних неравенств из области ограничений [1]. Это позволяет провести более полный анализ решений при различных критериях, а также значительно повысить оперативность получения решения. Целевая функция – это математическое представление зависимости критерия оптимальности от искомым переменных [2].

Предполагается на этапе планирования решить задачу линейного программирования. Решение задачи осуществляется стандартными методами линейного программирования на основе симплекс-метода. Коэффициенты целевой функции и правых частей ограничений могут изменяться с течением времени, поэтому желательно их оптимальное прогнозирование.

Можно сделать вывод о том, что данный подход формирования ограничений при анализе коэффициентов целевой функции и правых частей дает значительный выигрыш по числу вычислительных операций. Приведены важные для практики примеры исследования влияния на решение задачи значительных изменений коэффициентов целевой функции при заданных ресурсах. Рассмотрены случаи: критерии, различные по значимости (на основе метода последовательных уступок), метод весов (на основе попарного сравнения критериев), метод оптимума-номинала.

### *Библиографический список*

1. Косяченко С.А., Кузнецов Н.А., Кульба В.В., Шелков А.Б. Модели, методы и автоматизация управления в условиях чрезвычайных ситуаций//А и Т. 1998, С.3- 10.

2. Адаптивные методы повышения оперативности алгоритмов многокритериальной оптимизации: учеб. пособие / А.Н.Кабанов; – Рязань: Рязанский государственный университет, 2011, - 48 с.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

С.В. Красильникова

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

Анализ потребления жилищно-коммунальных ресурсов является важной задачей для ресурсоснабжающих организаций. Выявление заниженных или завышенных показаний позволяет повысить эффективность их работы, а также спланировать график съема контрольных показаний приборов учета.

Модель истории показаний абонента представляет собой временной ряд, в котором на определенные даты указана величина потребленного объема. Для проведения качественного статистического анализа исходные данные были приведены к однородному временному ряду, в котором величина потребленного объема указана на первое число месяца.

В данный момент разработано огромное количество классов статистических моделей. С целью проведения сравнительного анализа были выбраны регрессионные и модели авторегрессии - скользящего среднего.

Модель множественной регрессии позволяет определить взаимосвязь между внешними факторами и исходной переменной. В случае с потреблением жилищно-коммунальных ресурсов внешними факторами могут служить количество проживающих и общая площадь жилого помещения. Модель имеет вид:

$$V(t) = a_0 + a_1 X_1(t) + a_2 X_2(t),$$

где  $X_1(t)$  – число проживающих в помещении;

$X_2(t)$  – общая площадь жилого помещения;

$a_0, a_1, a_2$  – коэффициенты множественной регрессии.

Также рассмотрена интегрированная модель авторегрессии - скользящего среднего с учетом внешних факторов ARIMAX. Она имеет вид:

$$\Delta^d V(t) = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i \Delta^d V_{t-i} + \sum_{j=1}^q b_j \varepsilon_{t-j} + c_1 X_1(t) + c_2 X_2(t),$$

где  $a_i$  – авторегрессионные параметры;

$b_j$  – коэффициенты скользящего среднего;

$\Delta^d$  – оператор разности временного ряда порядка  $d$ ;

$c_1, c_2$  – коэффициенты внешних факторов  $X_1(t), X_2(t)$ .

Каждая из моделей обладает своими недостатками и преимуществами. Регрессионные модели и методы обладают простотой и гибкостью, но сложны в определении функциональной зависимости и нахождении коэффициентов. Авторегрессионные модели обладают единообразием анализа и проектирования, но трудоемки в идентификации модели и имеют низкую адаптивность.

При анализе исходного временного ряда было произведено сравнение описанных моделей с помощью таких параметров, как остаточная дисперсия, коэффициент детерминации, сумма квадратов остатков.

Модель множественной регрессии показывает лучшие результаты при небольшом объеме выборки, но не позволяет учесть сезонную составляющую. По результатам сравнительного анализа было отдано предпочтение модели ARIMAX.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРАВОВОЙ БАЗЫ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ**

А.А.Салтыкова

Научный руководитель – Александров В.В., канд. социол. наук, доцент

Рассматривается разработка алгоритма для автоматизированного внесения изменений в правовую базу специализированной обучающей системы типа АРМ (автоматизированного рабочего места). Особенность правовой базы состоит в том, что в ней содержатся не только полные тексты правовых актов, но и необходимые для работы фрагменты статей. Это повышает оперативность и наглядность обучения в системе.

*Своевременная* корректировка соответствующих статей правовой базы системы или дополнение ее новыми статьями должна осуществляться при внесении государственными органами изменений в действующие законодательные или других нормативно-правовые акты. Для этого предлагается во взаимодействии с одной из информационно-правовых систем «Гарант» или «Консультант+» своевременно узнавать о принятии законодательными органами или Правительством РФ федеральных законов или постановлений, вносящих изменения в трудовое законодательство или нормативно-правовые акты, и тексты этих документов в форматах doc, docx или rtf вводить в разрабатываемую автоматизированную подсистему.

Было определено, что для реализации подсистемы необходимо решить несколько задач. Во-первых, требуется определить, в какой из имеющихся в обучающей системе законов вносятся изменения. Во-вторых, необходимо решить вопрос – в какие статьи действующего закона вносятся изменения и какие именно. В-третьих, в правовой базе обучающей системы необходимо определить наличие статей, в которые вносятся изменения принятым федеральным законом, и внести их.

Для решения этих задач, прежде всего, был проведен анализ структуры федеральных законов, которыми вносятся изменения в действующие законодательные акты. Оказалось, что все они имеют одинаковую структуру: опорную конструкцию «следующие изменения:», перенос строки, а далее идет перечень изменений или дополнений, начинающийся конструкцией: «п)», где п - числа по порядку. После этой конструкции идет определение изменений.

Основу алгоритма составляет методика определения наличия нужного текстового фрагмента либо в федеральном законе, либо в статье из базы системы. Обзор литературы показал, что в наибольшей степени для этого подходит метод смысловой свертки. Он основан на процедуре последовательной «свертки» анализируемого фрагмента текстового документа с искомым текстовым образцом. Образцы составляются из слов, выбираемых из названия Закона или слов изменений правовой нормы. При совпадении образца с соответствующим фрагментом анализируемого текстового документа «свертка» дает наибольшее значение отклика и найденный фрагмент заменяется на новый.

В настоящее время разрабатывается программное обеспечение алгоритма подсистемы корректировки базы на языке Delphi.

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭНТРОПИИ И СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ АНАЛИЗЕ И ВОССТАНОВЛЕНИИ СТРУКТУР БАЗ ДАННЫХ

Д.А. Константинов

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

Реляционная база данных может состоять из файлов, содержащих непосредственно сами данные и не содержащих информацию о структуре БД (о первичных и внешних ключах таблиц). Ручной анализ таких баз данных затруднителен и занимает большой промежуток времени. В связи с этим разрабатывается решение, помогающее производить восстановление информации о структуре таких баз данных.

Столбец таблицы реляционной БД может быть представлен в виде мультимножества  $C' = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , где  $x$  – данные в строке, а  $n$  – количество строк в таблице. Тогда, исходя из требований к первичному ключу (все значения должны быть уникальными и не пустыми [1]), чтобы столбец являлся кандидатом на первичный ключ, он должен соответствовать следующим условиям. Если представить мультимножество  $C'$  в виде последовательности  $(R_i)_{i=1}^{|supp C'|}$ , где  $R_i = x_i \cdot k_i$ ,  $x_i$  – элемент мультимножества  $C'$ ,  $k_i$  – кратность элемента  $x_i$ , то для каждого элемента последовательности должно выполняться условие  $R_i \neq null$ ,  $k_i = 1$ , причем мощность носителя мультимножества  $|supp C'|$  должна быть равна количеству строк в таблице.

Энтропия столбца может быть вычислена по формуле Шеннона

$$H(x) = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i, \text{ где } n = |supp C'|, \text{ а } p_i = \frac{k_i}{|C'|}.$$

Важно отметить, что энтропия первичного ключа всегда будет максимальна в пределах таблицы. Это легко доказать исходя из свойств энтропии. Энтропия обладает аддитивностью [2], т.е. она растет при увеличении количества состояний. Кроме того, энтропия максимальная, если состояния равновероятны [2], а в первичном ключе каждое значение уникально, т.е. повторяется только один раз. Каждое значение в первичном ключе обладает вероятностью

$$p_i = \frac{1}{|C'|}.$$

Для определения кандидатов на внешние ключи, основываясь на знаниях о реляционных базах данных и опыте работы с ними, были выявлены следующие статистические характеристики.

Процент неопределенности отражает количество пустых значений в столбце. Вычисляется как отношение количества пустых значений к общему количеству значений в столбце. Может использоваться аналитиком для отсека столбцов с большим процентом пустых значений с целью повышения достоверности анализа.

Процент содержания отражает, как много данных из внешнего ключа хранится в первичном. Фактически демонстрирует целостность данных. Вычисляется как отношение пересечения непустых значений из внешнего и первичного ключей к количеству непустых значений внешнего ключа.

Процент полноты использования – отражает, насколько полно внешний ключ использует данные из первичного ключа. Вычисляется как



отношение пересечения уникальных значений внешнего и первичных ключей к общему количеству значений в первичном ключе.

Процент повторений – отражает, как часто в среднем повторяются значения во внешнем ключе. Вычисляется как среднее значение вероятности появления значения в столбце.

Используя описанные выше признаки и характеристики, можно оценивать столбцы и выделять кандидатов на первичные и внешние ключи в базе данных.

#### *Библиографический список*

1. Кирилов В. В., Громов Г. Ю. Введение в реляционные базы данных. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. — 464 с.: ил. + CD-ROM.
2. T. M. Cover. Elements of information theory — 2nd ed. A Wiley-Interscience publication, 2005 — 774 p.

## **МЕТРОЛОГИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ**

Е.Ю. Сиваконов

Научный руководитель – Смоляров Н.А., канд. техн. наук, доцент

Рассмотрим некоторые вопросы, которые непосредственно касаются влияния метрологии на качество продукции. Управление качеством представляет ключевую функцию, а также является основным средством обеспечения и поддержания определенного уровня качества продукции. Одним из важных элементов, которые составляют систему управления качеством как на стадии производства, так и реализации продукции, является метрологическое обеспечение.

Для повышения эффективности производства и качества продукции нам необходима максимальная достоверная информация о значениях параметров, характеризующих испытываемую продукцию. Данная информация может быть использована как для оценки соответствия продукции своему прямому назначению, так и установленным в нормативно-технической документации требованиям.

Как выяснилось в ходе изучения данной проблематики, главными источниками информации о качестве продукции являются такие действия как контроль и испытания, реализация которых непосредственно связана с измерениями. Можно утверждать, что метрологии принадлежит важная роль в обеспечении качества продукции. Точность измерений параметров (технико-экономических) производства и показателей качества продукции тесно связано с метрологическим обеспечением. Вся деятельность метрологии была нами направлена на обеспечение единства измерений. То есть другими словами представление результатов измерений в узаконенных единицах, при этом погрешности измерений не должны выходить за установленные границы допусков. В нашем случае узаконенными являются «Международные системы единиц» СИ.

Изучив международные стандарты, нами выяснилось, что внедрение новых методов измерений способствуют повышению качества измерений и имеют прямую зависимость от уровня развития метрологии. Достоверность определения показателей качества и их контроль, в свою очередь, связаны с метрологическим обеспечением проведения измерений и контроля.

## ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ХЕШИРОВАНИЯ ДЛЯ СИММЕТРИЧНОГО БЛОЧНОГО ШИФРОВАНИЯ

Артемкин В.В.

Научный руководитель – Нечаев Г.И., д-р техн. наук, профессор

Хеш-функция - необратимая функция от массива бит неопределённой длины, возвращающая массив бит определённой длины [1].

Для шифрования сообщения разобьём сообщение на отдельные блоки равной длины и зашифруем каждый блок отдельно. Количество бит в блоке должно совпадать с количеством бит результата хеш-функции. Количество блоков подбирается таким образом, чтобы суммарное количество бит в блоках покрывало всё сообщение для шифрования. В случае, когда новый блок заполняется сообщением не полностью, к сообщению добавляются нулевые байты до заполнения последнего блока [2].

Для шифрования будем использовать формулу:

$$B[M \cdot i \dots M \cdot (i + 1)] = A[M \cdot i \dots M \cdot (i + 1)] \oplus H(P + i), \text{ где}$$

$i$  - номер блока, начиная с нуля

$M$  - количество бит в результате хеш-функции

$H$  - хеш-функция

$P$  - пароль

В некоторых случаях использование готового алгоритма шифрования является затруднительным, например в скриптовых языках PHP и JavaScript. Однако, существует множество реализаций известных алгоритмов хеширования. Используя данную формулу, можно воспользоваться алгоритмом хеширования, в качестве алгоритма шифрования.

Стойкость такого алгоритма обеспечивается стойкостью алгоритма хеш-функции. Стойкость большинства современных хеш-функций доказана математически.

Для выполнения расчётов использовалась функция md5 из языка PHP 5.3. Был представлен пример пошагового шифрования текста длиной 27 символов.

Полученные данные можно использовать для реализации шифрования в web-играх и простых web-приложениях.

### *Библиографический список*

1. Боричев С.Г., Серов Р.Е. Основы современной криптографии
2. Варфоломеев А.А., Жуков А.Е., Пудовкина М.А. Поточные криптосистемы. Основные свойства и методы анализа стойкости. М.: ПАИМС, 2000

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

С.С. Бойко

Научный руководитель – Ю.И. Малинин, канд. техн. наук, доцент

При разработке автоматизированного информационно-вычислительного комплекса предъявляются следующие требования:

- высокая надежность,
- наличие российских производителей,
- операционная система реального времени.

Одной из главных задач при разработке автоматизированного информационно-вычислительного комплекса – выбор перспективного и открытого стандарта, удовлетворяющего выдвигаемым требованиям.

На сегодняшний день наиболее прогрессивными открытыми интерфейсами являются VXI и LXI.

Стандарт VXI представляет собой **самостоятельный стандарт на контрольно-измерительную и управляющую аппаратуру высшего класса точности[1]**. Данный стандарт разрабатывался, в первую очередь, для военно-промышленного комплекса и имеет крейтовую архитектуру. Стандарт VXI официально признан в РФ, существует соответствующий ГОСТ и ГОСТ РВ.

Стандарт LXI является, своего рода, продолжением стандарта VXI. Однако стандарт LXI не имеет российских ГОСТ. Поэтому данный стандарт не может быть использован при разработке автоматизированного информационно-вычислительного комплекса.

Другой, не менее важной задачей, является выбор операционной системы.

Так как необходима операционная система реального времени, то есть смысл использовать Windows с расширением RTX. Данный пакет интегрируется глубоко в ядро Windows, превращая операционную систему общего применения в операционную систему реального времени. При выборе среды разработки следует остановиться на Visual Studio. Для данной среды разработки постоянно выпускают обновления, и она является рекомендованной для использования совместно с Windows RTX.

Таким образом, для разработки автоматизированного информационно-вычислительного комплекса необходимо выбрать стандарт VXI и операционную систему реального времени Windows RTX совместно со средой разработки Visual Studio.

1. Интернет-ресурс: <http://isup.ru/articles/16/408>.

## **ПОВЫШЕНИЕ ОПЕРАТИВНОСТИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ**

О.А. Ломакина

Научный руководитель – Кабанов А.Н., канд. техн. наук, доцент

В докладе предложена методика оперативного формирования области компромиссов при многокритериальном контроле объекта управления на основе решения системы линейных неравенств и методика сокращения числа вычислительных операций при проведении вероятностных расчетов при многокритериальном контроле объекта управления. Контроль объекта является многокритериальной задачей. При большом количестве объектов возможно появление сбойных результатов по отдельным критериям. Для этого области работоспособности по каждому критерию описываем системой линейных неравенств, а для исключения сбойных результатов применяем метод Тьюки путем исключения ряда выпуклых слоев. Однако большое количество ограничительных условий при многокритериальной оптимизации влияет на скорость расчетов. Для повышения оперативности решения многокритериальных задач нужно исключать лишние неравенства из области ограничений. Это позволит провести более полный анализ решений при различных критериях, а также значительно повысить оперативность получения решения [1]. Если множества событий представлены в виде системы линейных неравенств, то определение произведения событий соответствует нахождению пересечения этих множеств. При этом представление выпуклого множества системой линейных неравенств позволяет свести задачу пересечения множеств к исключению лишних неравенств методом матричных преобразований [2]. В связи с этим упрощается расчет вычислительных операций при проведении вероятностных расчетов при многокритериальном анализе систем. Соответствующие вероятности получим на основе вычисления многомерных объемов, описываемых системой линейных неравенств. Объем многомерного объекта состоит из объемов  $k$ -мерных параллелепипедов. Объем каждого параллелепипеда рассчитывается по формулам линейной алгебры [3]. Можно сделать вывод, что для повышения оперативности объекта управления необходимо сокращать число линейных неравенств и число операций при проведении вероятностных расчетов.

### *Библиографический список*

1. А.Н. Кабанов, О.А. Ломакина, О.Н. Попова. Формирование области компромиссов для многокритериальной оптимизации на основе предварительного решения системы линейных неравенств/ Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: Межвуз. сб. науч. тр./ Под ред. А.Н. Пылькина – М: Горячая линия-Телеком, 2016. с. 44-47.
2. Т.Г. Авачева, Н.В. Дорошина, А.Н. Кабанов, О.А. Ломакина. Сокращение числа вычислительных операций при проведении вероятностных расчетов при многокритериальном анализе систем/ Всероссийская научно-техническая конференция, Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы, Биомедсистемы, 2016. с. 54-56.
3. Н.В. Ефимов, Э.Р. Розендорн. Линейная алгебра и многомерная геометрия. М., 1970г. – 538с.

## **ВАРИАНТЫ РЕАЛИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ**

А.С. Строков

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

Рассматриваются вопросы оптимального выбора программной среды для реализации удалённого контроля параметров технологического процесса. Выделены основные варианты решения задачи, определён перечень используемых инструментальных средств и реализованы тестовые модули в приоритетных программных пакетах.

При создании систем для промышленной автоматизации широко применяются аппаратно-программные комплексы (АПК) – совокупность технических и программных средств, разработанных для решения определенной задачи. Контроль параметров технологического процесса осуществляется посредством устройств сопряжения с объектом, задачами которых является сбор данных и выдача управляющих воздействий в режиме реального времени [1]. Одним из эффективных направлений развития АПК является применение Web-технологий. Удалённый контроль аппаратно-программного комплекса даёт возможность оперативно получать сведения о его состоянии и управлять им, не находясь в непосредственной близости.

При анализе и выборе методов удалённого контроля необходимо учитывать аппаратные и финансовые ограничительные условия, а также потребности конечного пользователя, не обладающего специфическими знаниями в области информационных технологий. Конечная система должна иметь интуитивно понятный интерфейс, низкие системные требования к серверу и возможность взаимодействия со всеми подсистемами АПК.

Для реализации системы были рассмотрены SCADA пакеты Simp Light и Advantech Studio, клиент-серверный продукт WebAccess, платформа LabVIEW, а также Java и Microsoft .NET. Полученные при помощи данных решений Web-страницы могут быть объединены при сборке сервера в единую информационную систему. Такой подход позволяет гибко создавать конфигурации под потребности в различных сферах, не привязываясь к типовым решениям.

1. Карасев В.В. Аппаратно-программные комплексы: учеб.пособие; Рязань: РГРТУ, 2012. 80 с.

# **РАЗРАБОТКА УТИЛИТЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ**

А.П. Барсуков

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

Рассматриваются вопросы разработки утилиты формирования структуры преобразователя формы представления информации. Выделены и реализованы основные модули утилиты, определён перечень основных нейросетевых компонентов, произведена их программная реализация.

При построении информационно измерительных управляющих систем (ИИУС), широко применяются датчики и исполнительные агрегаты. Для согласования их характеристик используют функциональные преобразователи информации (ФПИ). Одним из эффективных направлений построения ФПИ является применение математического аппарата искусственных нейронных сетей (ИНС), структурными элементами которых являются нейроны-преобразователи. Поученный в результате обучения такой сети преобразователь отличается способностью осуществлять преобразование сигнала одновременно с его первичной математической переработкой (линеаризацией), что позволяет добиться повышения быстродействия управляющей системы в целом.

Стандартные средства конфигурирования искусственных нейронных сетей не подходят для реализации нейросетевых преобразователей, так как последние имеют свои особенности и ограничения на виды используемых сигналов, функций активаций нейронов и количество используемых элементов. Эти ограничения обусловлены возможностями типовых элементов и узлов вычислительной техники, на которых будет осуществлена физическая реализация преобразователя.

Система, способная удовлетворить потребностям пользователей по созданию ФПИ на основе искусственных нейронных сетей, должна иметь удобный и гибкий способ создания нейросетевых компонентов (нейронов, сигналов и т.д.). С этой целью разработана утилита формирования структуры нейросетевого преобразователя.

В качестве реализации выбрана концепция описания компонентов искусственной нейронной сети пользователем на основе текстового формата JSON. Такой подход позволяет создавать ИНС преобразователи произвольного вида, не привязываясь к жёстким типовым конструкциям. На основе вводимых пользователем текстовых описаний утилитой создаётся программное представление нейросетевого компонента. Такой подход позволяет сохранить гибкость описания нейросетевых преобразователей и не вызывает трудностей у пользователей.

# **РАСПОЗНАВАНИЕ ЛЕСНЫХ ВЫРУБОК НА КОСМИЧЕСКИХ СНИМКАХ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ**

С.С. Бреславец

Ежегодно в мире вырубается около 13,7 миллионов гектаров леса. Естественный рост леса и работы по восстановлению лесных массивов воспроизводят не более 6,8 миллионов гектар. На территории Российской Федерации произрастает  $\frac{1}{4}$  мировых лесных массивов. По данным 2015 года, общая площадь лесного покрова составляет 885 миллионов гектар или 45% от площади нашей страны. Лес — жизненно важный стратегический ресурс. Его сохранение — задача государственной безопасности.

Крайне серьезной проблемой является незаконная вырубка леса. Предпосылками являются высокая доходность подобного рода незаконных действий, огромные территории лесных массивов, дороговизна и малая эффективность существующих наземных средств контроля. Разработка дешевых методов решения является важной и актуальной научно-практической и общественной задачей.

Дистанционные средства зондирования Земли — в частности, космические снимки — как источники данных о лесных вырубках имеют многообещающие перспективы [1]. Высокая частота космической съемки позволяет своевременно выявлять преступные действия злоумышленников и нейтрализовать их действия на раннем этапе, ещё до нанесения серьезного ущерба. Однако большой объем данных и вариативность условий, в которых производятся снимки, бросают вызов существующим методам детектирования объектов.

В данной работе рассматривается разработка алгоритма распознавания вырубок лесных массивов по разновременным космическим снимкам. В качестве источника был использован проект Google Timelapse, ставший источником снимков территории РФ за 2015 и 2016 года. Для обработки снимков был разработан алгоритм на основе нейросетевых технологий, позволяющий производить полностью автоматизированный поиск вырубок лесных массивов и отображать результаты работы в удобном для пользователя виде как обозначения на исходных снимках. Применение искусственных нейронных сетей сделало возможным разработать алгоритм, способный выявлять вырубки при широком диапазоне изменений цветового спектра изображений и освещенности объектов на них. Такой эффект был достигнут за счет применения сверточных сетей и грамотного построения архитектуры слоев и их связей. Для обучения сети был составлен и размечен набор данных.

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ERP-СИСТЕМ ДЛЯ СРЕДНЕГО БИЗНЕСА**

В.К. Курылева

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

В докладе рассматривается проблема выбора ERP-системы для автоматизации административно-хозяйственной деятельности предприятий среднего бизнеса. Выделены основные характеристики систем представленных на российском рынке. Выполнен обзор систем с двух точек зрения: пользователя и разработчика.

С точки зрения пользователя система должна быть легкой к освоению, обладать базовой комплектностью, иметь минимальный срок внедрения, приемлемую цену и возможностью обучения в сертифицированных центрах у специалистов.

Разработчик рассматривает программу как инструмент, поэтому более глубоко изучает её возможности. Главными характеристиками в выборе системы являются открытый системный код, наличие точного клиента, распространённость используемого средства с целью обмена опытом между предприятиями. На основании сформированных характеристик, обозначены требования, которым должна удовлетворять современная ERP-система для автоматизации предприятия среднего бизнеса - это минимальный срок внедрения, открытый системный код и низкая цена.

Рассмотрены наиболее популярные системы: Парус, 1С и ИС-ПРО, и выполнен их анализ с учетом сформулированных требований. На основе проведенных исследований сделан вывод о целесообразности использования рассмотренного программного обеспечения для автоматизации бизнес-процессов. Из трех систем в наибольшей степени удовлетворяют рассмотренным критериям программные продукты фирмы-разработчика 1С. Они обладают небольшим сроком внедрения, поэтому на развивающихся предприятиях могут быть введены в действие относительно быстро. Открытый системный код позволяет средствами отдела АСУ предприятия корректировать уже существующие конфигурации под требуемые задачи, что значительно уменьшает стоимость системы. 1С является профильным решением, что избавляет заказчика покупать полный комплект продукции и позволяет ограничить потребности предприятия необходимыми функциональными модулями. Данная ERP-система является универсальной для решения типовых задач. Более специализированные, узконаправленные задачи не имеют готовых решений и требуют дополнительных исследований и разработок. К таким задачам относится учет рабочего времени и оплаты труда работников предприятий ОПК. В данном случае, специфика начисления заработной платы заключается в ненормированной премии, которая варьируется в разрезе заказов и территорий. Тем не менее, в качестве платформы для разработки предлагается использовать 1С.

### *Библиографический список*

1. [www.1c.ru](http://www.1c.ru)
2. [www.is-pro.ru](http://www.is-pro.ru)
3. [www.parus.ru](http://www.parus.ru) 4
4. С. Петеркин Н. Овладов, Д. Исаев. Точно вовремя для России. Практика применения ERP-систем. - М.: Альпина Паблишр 2010, 368 с.



# **РЕАЛИЗАЦИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ В КОД В СРЕДЕ MATLAB**

В.А. Стародубцева

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

В настоящее время большое распространение получили датчики, выдающие результат измерения неэлектрической величины в форме частоты следования электрических импульсов. К таким датчикам можно отнести датчики уровня жидкостных сред. Эти датчики характеризуются наличием нелинейной тарировочной характеристики [1]. Для дальнейшей обработки результатов измерений необходимо осуществить преобразование значения аналоговой величины, в которой информативным параметром является частота следования электрических импульсов, в цифровой код.

Реальная тарировочная характеристика датчика является нелинейной. Для того чтобы узнать точное значение измеряемой величины, необходимо осуществить линеаризацию тарировочной характеристики. Это можно выполнить, используя два этапа преобразования:

1-й этап преобразования осуществляется с помощью первичного преобразователя. Необходим для преобразования неэлектрической величины в электрическую, например в частоту следования импульсов.

2-й этап преобразования осуществляется с помощью вторичного преобразователя (вычислительного преобразователя). С помощью него частота преобразовывается в позиционный код, который может использоваться для дальнейших вычислений.

Воспроизведение аналитически неизвестной функциональной зависимости преобразования осуществляется с помощью аппроксимации. Наилучшим методом для решения данной задачи является нейросетевая аппроксимация. Ее основное преимущество – обучаемость нейронной сети на воспроизведение нелинейной зависимости.

Для решения поставленной задачи была выбрана архитектура сети вторичного преобразователя 2-х переменных на основе двухслойного персептрона [1]. Для обучения нейронной сети на реализацию зависимости

$y = x_1 * (\frac{\pi}{2} * x_2)$  использованы следующие функции активации: линейная функция активации с ограничениями (satlin), радиально-базисная функция активации (radbas), логистическая функция активации (logsig), гиперболическая тангенциальная функция активации (tansig). На основе полученных результатов наиболее подходящей оказалась линейная функция активации с ограничениями (satlin). Для моделирования последующей реализации вторичного преобразователя построена функциональная схема нейросети в Matlab.

1. Локтюхин В.Н., Челебаев С.В. Нейросетевые преобразователи импульсно-аналоговой информации: организация, синтез, реализация / общ. ред. А.И. Галушкина. - М.: Горячая линия-Телеком, 2008. - 144 с.

## ПОСТРЕЛЯЦИОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ

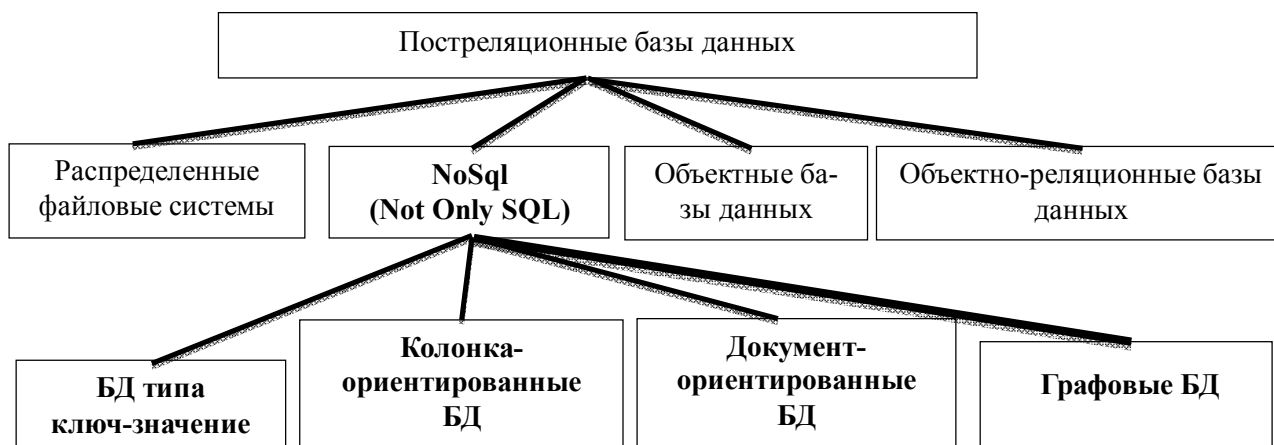
В.А. Шуваев

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

Есть несколько причин появления постреляционных баз данных:

- рост объема информации — реалии цифровой вселенной;
- недостатки традиционных баз данных;
- новые источники и области применения баз данных.

В зависимости от потребностей были созданы несколько типов пострелционных баз данных [1]. Их классификация приведена на рисунке.



Классификация постреляционных баз данных.

Особо выделяются NoSQL базы данных. Они рассчитаны на применение в распределенных информационных системах.

Документ-ориентированные БД являются особой частью NoSQL. Так как они позволяют хранить неструктурированные данные, но при этом отлично работают и со структурированными. Этот вид NoSQL имеет много реализаций, наиболее популярной из которых является MongoDB [1].

Если сравнивать реляционную базу данных (такую как firebird) с MongoDB, то последняя выигрывает по множеству показателей, таких как:

- скорость записи, удаления и обновления данных, MongoDB быстрее примерно в 10 раз;
- скорость поиска данных в базе данных, MongoDB быстрее примерно в 1,5 раза;
- репликация на удалённый сервер с соответствующей базой данных, MongoDB быстрее в несколько порядков.

Однако, MongoDB, как и все NoSQL базы данных, не обладает всем функционалом реляционных баз данных.

Грамотно используя преимущества MongoDB, не забывая о недостатках, можно увеличить производительность программных продуктов, использующих базы данных, что и было реализовано в клиенте по приёму платежей, платёжной системы расчётно-платёжного комплекса «Абонент+».

1. Ю.П. Парфенов. Постреляционные хранилища данных. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016.— 120 с.

## **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ТЕСТИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ**

А.В. Шурганов

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

Целью работы является разработка информационной системы для испытательного стенда тестирования приборов. Для достижения цели нужно решить следующие задачи: разработать схему испытательного стенда, разработать структурную схему информационной системы, разработать алгоритм работы информационной системы, разработать алгоритмы работы подпрограмм.

Предприятие «ПАО завод «Красное знамя» разрабатывает и изготавливает блоки: блок контроллеров обработки сигналов датчиков (БКОСД), блок управления зеркалами (БУ), блок трансляции и коммутации сигналов (БТКС) и блок синхронизации и согласования интерфейсов (БССИ). Блоки предназначены для управления приводами зеркал ввода, контррефлектора и зеркал юстировки (аналог зеркала ввода). Для проверки работоспособности этих блоков, а также для проведения испытаний необходимо разработать ИС для испытательного стенда тестирования приборов.

БКОСД управляет зеркалами ввода, контррефлекторами и зеркалами юстировки, обрабатывает команды, поступающие от БУ, и выполняет соответствующие действия. Для организации информационного обмена между БУ и БКОСД используется цифровой интерфейс RS-485. Каждый принимаемый и передаваемый байт выглядит следующим образом: один старт-бит, 8 бит данных, один стоп-бит, без контроля четности.

БТКС принимает информацию о положении приводов от БУ. Для обмена информацией используется интерфейс Ethernet. Протокол обмена по интерфейсу Ethernet – UDP IP. Поддерживаемая скорость передачи данных 100 Мбит/с и 1 Гбит/с (настраивается автоматически).

БССИ обеспечивает приём режимов АР (автоматический), ДР (дежурный), РР (рабочий), формирует команды в БУ соответствующих режимов и осуществляет прием ответных подтверждений об установке режимов от него. Осуществляет формирование команды на включение БУ и БКОСД после команды режимов и осуществляет приём сигналов подтверждения включения от них. Принимает сигналы об изменении частоты контррефлектора при поступлении от блока БТКС в БУ по цифровому интерфейсу МКИО [1].

БУ взаимодействует с БТКС, БКОСД и БССИ. БУ предназначен для управления и контроля приводов зеркала ввода, контррефлектора и зеркала юстировки. Для организации информационного обмена с БУ используется цифровой интерфейс Ethernet, который связывается с БТКС, а также по цифровому интерфейсу RS-485 с БКОСД. Каждый тип интерфейсов имеет свои линии связи и свои соединения.

На текущий момент разработаны схема испытательного стенда, алгоритм работы подпрограммы БУ, алгоритм работы метода обмена по интерфейсу Ethernet, тестовый интерфейс подпрограммы БУ.

1. ГОСТ Р 52070-2003. Интерфейс магистральный последовательный системы электронных модулей. Общие требования. – Введ. 2003-06-05. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 27 с.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАБОТЫ МОДУЛЯ РАСЧЁТА РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ПРОДУКЦИИ, ВЫПУСКАЕМОЙ НА ЗАО «МПК «КРЗ»**

И.А. Алеев

Научный руководитель – Москвитин А.Э., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время на предприятии ЗАО «МПК «КРЗ» рентабельность выпущенной продукции рассчитывается экономистами при помощи разработанных форм в Excel, данные в которые заполняются вручную из разных модулей используемой информационной системы «ИС-ПРО», что требует много времени и часто приводит к ошибкам. В связи с этим возникла потребность автоматизировать данный процесс в системе «ИС-ПРО».

*Рентабельность выпускаемой продукции (Рвп)* – отношение чистой прибыли (ЧП), получаемой от реализации одной единицы продукции по ценам базового прейскуранта к её себестоимости (С) [1].

Чистая прибыль рассчитывается как разница между стоимостью товарной продукции в ценах базового прейскуранта (ТП) и её себестоимостью.

Т.о  $R_{вп} = (ТП - С) / С * 100\%$ .

Так как ЗАО «МПК «КРЗ» кроме основной готовой продукции выпускает полуфабрикаты, которые либо продаются, либо в качестве сырья используются для производства других видов продукции, то ТП будет считаться следующим образом:

- для готовой продукции – как стоимость выпущенной продукции в ценах базового прейскуранта;
- для полуфабрикатов – как стоимость проданных полуфабрикатов в ценах базового прейскуранта.

*Себестоимость* – сумма затрат данного предприятия на производство и реализацию продукции.

*Себестоимость = Управленческие расходы + Коммерческие расходы + Цеховая себестоимость.*

Для получения управленческих и коммерческих расходов необходимо просуммировать обороты в главной книге по дебету счёта 90.7 и 90.61 соответственно. Так как эти счета не имеют никакой детализации, то необходимо полученные суммы распределить по выпущенной продукции пропорционально проданному количеству.

Цеховые затраты можно увидеть в главной книге на бухгалтерском счёте каждого цеха. Эти счета имеют 3-х уровневую аналитику:

1. Продукция.
2. Группа затрат.
3. Статья затрат.

Цеховые расходы включают в себя следующие группы затрат:

1. Сырьё и материалы.
2. Работы и услуги производственного характера.
3. Заработная плата и отчисления от неё.
4. Газ, вода, пар, электроэнергия.
5. Складские расходы.

Обобщенный алгоритм работы модуля расчёта рентабельности имеет следующий вид:



Алгоритм расчёта рентабельности выпускаемой продукции

На данный момент в системе «ИС-ПРО» с помощью языков VB Script и SQL реализован блок, вычисляющий себестоимость выпущенной продукции.

1. Шатаева О.В. Экономика предприятия (фирмы). – М.: Директ-Медиа, 2015. - 129 с.

## ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ИССЛЕДОВАНИЯ КАНАЛА СВЯЗИ С ВРАЩАЮЩИМСЯ ОБЪЕКТОМ

Д.Б. Кольцов

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

Рассматриваются выявленные на первом этапе исследований особенности разработки информационной системы, предназначенной для поддержки исследования характеристик сигналов, используемых в специфическом канале связи с вращающимся объектом. Пользователю системы должен быть доступен выбор входного воздействия исследуемого канала. Канал имеет первичный и вторичный контуры, связанные индуктивно, которые могут функционировать в разных режимах работы, а именно: апериодическом, колебательном и граничном между ними. В зависимости от режима работы контуров и вида возбуждающего воздействия сигнал на выходе канала может быть разной формы. В простейшем случае он однополярный и характеризуется одним набором параметров. В режимах, отличных от апериодических, а также при сложном входном возбуждающем воздействии выходной сигнал может быть биполярным, в этом случае следует рассчитать другой набор его параметров. В интерфейсе системы необходимо отображать результаты исследования, которые предоставляются пользователю в виде графика и таблицы с параметрами сигнала, получае-

мого в ответ на выбранное воздействие в определенном режиме работы контуров. Исследователю должна предоставляться возможность проводить сравнительный анализ двух возбуждающих воздействий на канал передачи данных. Поэтому информационная система должна иметь базу данных, с помощью которой можно вести журнал результатов исследований, который обеспечит просмотр характеристик различных видов выходных сигналов канала, что будет способствовать повышению эффективности работы исследователя и обоснованности принимаемых решений. Пользователю также предоставляется возможность создавать новые виды возбуждающих воздействий, которые можно описывать в файлах формата .xmcd или с помощью системы математических выражений, которые в дальнейшем заносятся в базу данных и могут быть использованы другими исследователями.

## **СЕКЦИЯ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА»**

### **ОРГАНИЗАЦИЯ ДОСТАВКИ СООБЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ СОДЕРЖИМОГО МОБИЛЬНЫМ ПОДПИСЧИКАМ**

А.А. Козлов

Научный руководитель – Антипов В.А., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается организация доставки сообщений компонентам распределенных систем с учетом их мобильности.

В современном мире наблюдается тенденция перехода от монолитных программных средств к распределенным программным комплексам, элементы которых взаимодействуют путем обмена данными по сетевым интерфейсам. Выявлены требования для функционирования систем, компоненты которых обладают свойством мобильности, то есть способны перемещаться в пространстве:

- независимость обеспечивающих взаимодействие программных компонентов от программно-аппаратной платформы;
- подключение большого числа узлов;
- быстрая смена схемы маршрутизации данных без перезапуска системы;
- возможность оперативно получать данные с учетом мобильности узлов.

Сформирован список механизмов, используемых для решения описанной проблемы:

- паттерн взаимодействия: Publisher/Subscriber;
- реализация Publisher/Subscriber: RabbitMQ;
- тип адресации: на основе содержимого;
- формат сообщений: JSON.

Решения для обеспечения учета мобильности подписчиков:

- для физической мобильности: использование служебных сообщений для перенаправления от ранее использовавшегося брокера к новому не доставленным данным, а также полной подписки элемента сети;
- для логической мобильности: расширение фильтров сообщений на стороне брокеров с учетом наиболее вероятного перемещения подписчика.

## **КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОННОЙ ОЧЕРЕДИ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЕЁ РАБОТЫ**

Л.Е. Мартынова

Научный руководитель – Цуканова Н.И., канд. техн. наук, доцент

Рассмотрена система автоматической кластеризации данных и предложено ее использование при решении задачи анализа данных электронной очереди.

Неверно организованная работа специалистов приводит к простоям либо к загруженности системы. В связи с этим ставится проблема эффективности работы электронной очереди. Правильная организация работы специалистов повысит общую эффективность работы системы.

Практически все системы электронной очереди ведут учёт и статистику работы операторов и интенсивности потока для последующего планирования нагрузки на операторов. Но дальнейшая задача по распределению нагрузки и оценке специалистов ложится на руководителей компании.

Система, способная проводить анализ данных электронной очереди, окажет значительную помощь руководителям при анализе и оптимизации работы как сотрудников, так и системы в целом.

При выборе метода кластеризации было принято решение использовать карты Кохонена, так как они предоставляют удобное средство визуализации данных, позволяющее выявлять скрытые взаимосвязи.

Были выявлены следующие критерии для оценки эффективности работы электронной очереди: специалист, услуга, тип регистрации, время печати талона, время ожидания в очереди, время обслуживания посетителя, оценка качества обслуживания.

Разрабатываемая система с практической точки зрения должна выполнять следующие функции: загрузка данных из базы, настройка параметров кластеризации, кластеризация данных алгоритмом карт Кохонена, визуализация результатов при построении карт Кохонена. На основе этих функций разработаны следующие алгоритмы: общий алгоритм работы приложения, алгоритм построения сетей и карт Кохонена.

Результат работы системы - карты Кохонена, по которым выявлены следующие зависимости: специалист – время обслуживания, начало обслуживания – время ожидания, тип регистрации – время ожидания, услуга – время обслуживания, оценка качества – время обслуживания и время ожидания.

Выявленные зависимости предполагается использовать для автоматического анализа данных электронной очереди: оценка с помощью методов системы массового обслуживания текущей конфигурации системы; на основе результатов кластеризации выявление правил, которые могут быть использованы для повышения эффективности работы электронной очереди; моделирование системы с учетом выбранных правил; оценка эффективности работы системы, смоделированной на основе данных анализа.

В качестве дальнейших направлений развития можно отметить: применение результатов кластеризации для автоматического анализа данных электронной очереди; возможность проводить анализ в режиме реального времени; универсальность для использования во всех системах электронной очереди.



# **РАЗРАБОТКА МЕТОДА АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ СЛОВ ПО ТИПУ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ЕГО ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ**

А.С. Шустов

Научный руководитель – Пруцков А.В., д-р техн. наук, доцент

Одним из важнейших и стремительно развивающихся направлений систем искусственного интеллекта является автоматическая обработка текстов (АОТ), которая представляет собой преобразование текстов на естественных языках с помощью ЭВМ. Выделяют три уровня АОТ: морфологический, синтаксический, семантический.

Морфологический этап является основным в АОТ, на этом этапе осуществляется выявление начальной формы слов и его грамматических характеристик. На каждом уровне АОТ решаются две взаимнообратные задачи: задача анализа и задача синтеза.

Процесс получения конечной формы слова по имеющимся начальной форме слова и грамматическим характеристиками, называется морфологическим синтезом. Морфологический анализ заключается в определении начальной формы слова и грамматических характеристик для требуемой словоформы.

Важной составляющей многих методов морфологического анализа и морфологического синтеза является понятие типа формообразования. Под типом формообразования понимается совокупность правил, позволяющих получить для анализируемой основы слова его парадигму. Зная тип формообразования для некоторой словоформы, можно определить начальную форму слова и грамматические характеристики.

Классификация слов естественных языков по типам формообразования и заполнение морфологических словарей являются трудоемкими задачами. Примером классификации слов русского языка является классификация типов склонения и спряжения А.А. Зализняка.

Автором этой работы разработан метод автоматической классификации слов естественных языков по типам формообразования [1,2], который предполагает наличие словаря начальных форм слов, набор типов формообразования и корпус текстов для исследуемого языка. Разработанный метод позволяет отнести каждую основу из словаря начальных форм слов к уже имеющемуся типу формообразования или созданному экспертом.

Разработанный метод позволит эксперту ускорить классификацию слов естественных языков по типу формообразования и заполнение морфологических словарей, т.к. требует вмешательства специалиста только при крайней необходимости.

## *Библиографический список*

1. Шустов А.С. Автоматизация классификации слов естественных языков по типам формообразования на основе корпусов текста // Материалы XX Всерос. науч.-техн. конф. "Новые информационные технологии в научных исследованиях "НИТ-2015". - Рязань, 2015. - С. 190-191.

2. Шустов А.С. Подходы к решению проблем автоматической классификации слов естественных языков по типам формообразования // Материалы XXI Всерос. науч.-техн. конф. «Новые информационные технологии в научных исследованиях «НИТ-2016». – Рязань, 2016. – С. 131-133.

## **КОРПОРАТИВНАЯ СЕРВИСНАЯ ШИНА**

Л.М. Евдокимова

Научный руководитель - В.К. Столчнев, канд. техн. наук, доцент

Рассматриваются принципы работы Корпоративной сервисной шины, поднимается ряд важных вопросов, касающихся обеспечения качества интеграционного решения.

Главный принцип работы КСШ — это обмен сообщениями между системами, кардинально отличающимися друг от друга, имеющими различные интерфейсы и протоколы взаимодействия. Все настройки обработки и передачи сообщений также сконцентрированы в одной точке. Таким образом, если была заменена какая-либо информационная система, подключённая к шине, то нет необходимости перенастраивать остальные системы.

Интеграционные решения, как правило, носят распределенный характер. По сути, интеграционное ПО должно обеспечивать взаимодействие между разобщенными системами с помощью маршрутизации, преобразования данных и при необходимости гарантированной доставки сообщений. Чаще всего системы, обменивающиеся сообщениями, разбросаны по разным сетям, городам, странам или даже континентам.

Распределенная, слабо связанная архитектура обеспечивает гибкость и масштабируемость, но в то же время она чрезвычайно сложна в плане администрирования и контроля. Например, как узнать, что все компоненты включены и правильно работают? Каков объем потока сообщений? Возникают ли в процессе доставки сообщения непредвиденные задержки? Не переполнены ли очереди? Этими и многими другими вопросами занимается система обмена сообщениями.

Однако распространены случаи неверной настройки системы, технических неполадок. Поэтому для контроля качества интеграционного решения применяется тестирование. Однако для сервисной шины оно имеет свои особенности.

1. Проблема проверки транспортного слоя – необходимо убедиться в исправности тестового окружения, берущего на себя задачи обеспечения коммуникации и правильности маршрутизации.

2. Проблема проверки преобразования данных в различных форматах, передаваемых между системами.

3. Проблема увеличения трудоемкости и сложности регрессионного тестирования.

4. Проблема чувствительности автоматизированных тестов к среде тестирования – программному и аппаратному окружению, создание фиксированной тестовой среды.

Эти и другие проблемы возникают перед разработчиками при тестировании разработанного интеграционного решения.

В настоящее время существует не так много инструментов для проведения ИТ, а те что используются не могут в полной мере решить вышеуказанные проблемы.

### *Библиографический список*

1. Хоп Г., Вульф Б. Шаблоны интеграции корпоративных приложений. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. – 672 с.

2. Макушкин В., Володичев Д.С., Интеграция приложений на основе WebSphere MQ. Курс лекций: учебное пособие. – М.: Интуит.ру, 2005. – 280 с.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ТОЧЕК ПРОДАЖ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ АССОРТИМЕНТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ**

В.А. Конев, М.С. Конева

Научный руководитель – Демидова Л.А., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается ряд вопросов, связанных с проблемой разделения точек продаж для выделения сходных классов, с целью принятия решений по наполнению ассортимента того или иного класса. Задача осложняется выбором значимых характеристик, описывающих работу торговой точки, принадлежащим различным типам данных [1]. Данный факт делает невозможным применение большей части алгоритмов кластеризации, так как они способны работать только с числовой, либо с категорической информацией.

При решении поставленной проблемы рассматривались различные математические и прикладные задачи. Ряд авторов посвятили свои работы именно проблеме кластеризации смешанных данных. Однако предложенные ими подходы к изменению существующих алгоритмов несли такие изменения в математический аппарат, которые значительно увеличивали сложность алгоритмов. Было принято решение о разработке собственных алгоритмов. На первом этапе происходит кластеризация данных тремя алгоритмами [2, 3]. Итоговое решение находится с помощью кластерного ансамбля уточнения результатов кластеризации.

Подход, объединяющий три алгоритма кластеризации для получения итогового решения, на практике демонстрирует свою эффективность [3] и может быть рекомендован для кластеризации смешанных данных и решения поставленной задачи.

### *Библиографический список*

1. Конев В.А. Реализация алгоритма отбора значимых характеристик при анализе гетерогенных данных большой размерности с использованием теории нечетких множеств // В сборнике: Международная научная школа "Парадигма". Лето-2015 сборник научных статей в 8 томах. 2015. С. 99-104.
2. Konev V. A. An adequate tools selection for data analysis of heterogeneous type // Modern informatization problems in economics and safety Proceedings of the XX-th International Open Science Conference. Yelm, USA, 2015. P. 98-102.
3. Конев В.А., Конева М.С. Ансамбль алгоритмов кластерного анализа и его применение для решения задачи кластеризации больших объемов гетерогенных данных // Новые информационные технологии в научных исследованиях материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2016. С. 262.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ПОЛЯРНЫХ КОДОВ**

В.В. Корябкин

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

Рассмотрены полярные коды, основные принципы их кодирования и декодирования, представлены характеристики и выполнен анализ эффективности этих кодов.

Развитие мобильных сетей протекает бурными темпами, и вместе с ним встала задача повышения скорости передачи данных по этим сетям. В 2008 году Э. Ариканом были открыты полярные коды, основанные на явлении поляризации канала передачи информации. Полярные коды обеспечивают высокую скорость передачи данных за счет простой организации кодирования и декодирования. Этот вид кодов нашел широкое применение в мобильных сетях нового поколения 5G, тестирование и улучшение которых ведется в настоящее время.

Сам принцип построения полярных кодов основан на разделении кодовой последовательности на «замороженные» и «не замороженные» блоки. Замороженные блоки представляют собой фиксированный вектор информационных символов, которые будут переданы без ошибок (воздействие помех и шумов на них крайне мало). Не замороженные блоки – остальная часть информационного сообщения, в которой высока вероятность искажения и воздействия шумов.

При кодировании информационное сообщение разбивается на вышеописанные блоки, и далее происходит формирование кодовой последовательности путем перемножения этих блоков на соответствующие блоки порождающей матрицы, сформированной заранее.

Процедура декодирования сообщения строится следующим образом. Символы, которые принадлежали «замороженному» блоку, остаются неизменными. А символы, относящиеся к «не замороженному» блоку определяются исходя из суммарных вероятностей, полученных при определении предыдущего декодированного символа.

Применение полярных кодов значительно ускоряет процесс внедрения и развертывания сетей нового поколения с более высокой скоростью передачи данных для коммерческой эксплуатации.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТОТ ФОРМАНТ РУССКИХ ГЛАСНЫХ**

Д.Н. Кузнецов

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

Когда человек говорит, воздух из легких проходит через связки, они колеблются и частота их колебаний называется основной частотой. Но это еще не гласный звук. Далее основной тон воздействует на систему резонаторов, таких как глотка и ротовая полость. У этих резонаторов есть собственные резонансные частоты, они называются частотами формант [2, с. 56-58]. Частоты формант зависят от размеров резонаторов. Но резонаторы во время произношения одних и тех же звуков не могут иметь всегда постоянные размеры. Поэтому частоты формант не постоянны.

Сам голосообразующий аппарат можно при моделировании представить как систему трубок с определённой длиной и площадью поперечного сечения [1, с. 10-12]. Формантные частоты зависят от длин трубок и площадей сечений.

Цель работы – считая параметры трубок случайными величинами с определенными законами распределения, исследовать, по каким законам будут распределены резонансные частоты как случайные величины.

Речевой аппарат был представлен как система трубок. Параметры  $S$  – площади сечений,  $l$  – длины трубок. Все параметры заданы как случайные величины с определенными законами распределения. Всего восемь параметров, где  $S_1$  – площадь поперечного сечения трубки, соответствующей глотке, а  $S_3$  – площадь сечения трубки, соответствующей ротовой полости. Эталонные значения  $S$  и  $l$  заданы как математические ожидания при моделировании, а среднеквадратичные отклонения заданы в 1000-ных и 100-х долях.

При  $S(i)$  и  $l(i)$ , распределенных по нормальному закону, были получены гистограммы плотности распределения для 4 формантных частот.

При  $S(i)$ , распределённых по нормальному закону распределения, а  $l(i)$ , распределенных по экспоненциальному закону, были также получены гистограммы плотности распределения для 4-х формант.

По результатам моделирования можно предположить, что в обоих случаях случайные величины резонансных частот распределены по нормальному закону распределения.

### *Библиографический список*

1. Старченко И.Б., Вишневецкий В.Ю. Практикум по курсу «Математическое моделирование биологических процессов и систем». – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – 36 с.
2. Лобанов Б.М., Цирульник Л.И. Компьютерный синтез и клонирование речи. – Минск: Изд-во «Белорусская наука», 2008ю – 316 с.

## **ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ КОНСОЛИДИРОВАННОЙ ОТЧЕТНОСТИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КОРПОРАТИВНЫМИ РЕСУРСАМИ**

А.В. Курочкин

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

Рассматриваются основные вопросы по проектированию системы консолидированной отчетности на базе системы управления корпоративными ресурсами. В настоящее время любая компания стремится к наиболее эффективному управлению своими ресурсами, что требует учета в планировании внешних и внутренних факторов. Достичь поставленной цели будет возможным при комплексном подходе к построению системы консолидированной отчетности. В большинстве компаний уже ведется бухгалтерский и управленческий учет ресурсов компании, есть базы данных, но создавались данные системы без учета потребности в анализе данных. Как показывает практика, организация системы отчетности зачастую требует пересмотра структуры хранения данных, процедур получения массивов данных, а также проведения соответствующих работ по повышению быстродействия формирования аналитических отчетов.

Ключевую роль в организации системы отчетности играет организация обособленного хранилища данных. Таким образом, возникает необходимость в автоматизированной поддержке процесса получения и накопления статистических данных из существующих корпоративных систем. В общем виде систему построения отчетности можно разделить на четыре этапа: извлечение информации из системы управленческого учета или репликация баз данных; дополнительная очистка данных, для повышения качества информации (загружаемая информация имеет излишнюю детализацию данных, в то время как для решения задачи консолидации требуются общие показатели); сохранение подготовленных данных в хранилище данных (витрины данных); построенных аналитических отчетов на основе полученных данных. Процесс создания хранилищ данных - это сбор, очистка и предварительная обработка данных с целью получения результирующей информации пользователями для проведения статистического анализа и создания аналитических отчетов. В основе хранилища данных лежит денормализованная база данных. В качестве источников данных в системе отчетности применяют так называемые витрины данных, построенные на основе полученной информации и используемые для проведения целевого бизнес-анализа. Уровень получения данных из хранилища можно строить методами объектно-ориентированного программирования и путем применения интеллектуальных агентов.

Проводить анализ полученных данных позволяют инструменты интеллектуального или бизнес-анализа данных, которые использует в своей работе конечный пользователь для визуального представления информации, проведения многомерного анализа и формирования произвольных отчетов.

## ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ КВАНТОВОГО АЛГОРИТМА ГРОВЕРА ПОИСКА В БАЗЕ ДАННЫХ

А.О. Сычиков, Е.Н. Проказникова

Научный руководитель – Парфилова Н.И., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается ряд вопросов, связанных с проблемой нахождения заданного элемента в неотсортированной базе данных. Главным критерием поставленной задачи является скорость нахождения выбранного элемента.

При решении поставленной проблемы рассматривались различные математические алгоритмы решения. Наиболее эффективные классические алгоритмы решения такой задачи, основанные на простом переборе элементов, остаются достаточно медленными в своей реализации. На основе этого было принято решение использовать квантовый алгоритм Гровера. Отличительной особенностью данного алгоритма является то, что он использует квантовые элементарные унитарные операции.

Допустим, имеется неотсортированная база данных, состоящая из  $N$  сообщений  $S(0), S(1), \dots, S(x), \dots, S(v), \dots, S(N-1)$ , представленных  $N = 2^L$  состояниями квантового регистра из  $L$  кубитов. Пусть сообщение, соответствующее состоянию  $x = v$ , в отличие от других удовлетворяет определенному условию  $S(v) = a$  (маркировано). Это маркированное сообщение необходимо обнаружить. Для выполнения поставленной задачи квантовый алгоритм Гровера использует три элементарных унитарных операции и дает возможность выполнить поиск за  $\sim \sqrt{N}$  шагов [1].

В первом шаге необходимо создать первичную суперпозицию  $|s\rangle$  с одинаковыми амплитудами всех  $N = 2^L$  булевых состояний  $|y\rangle = |y_{L-1}, y_{L-2}, \dots, y_0\rangle$ . Для этого воспользуемся  $N = 2^L$ -мерным оператором Уолша-Адамара. Сопоставим  $x$ -му первичному состоянию регистра последовательность состояний кубитов  $|y\rangle \equiv |y_{L-1}, y_{L-2}, \dots, y_0\rangle$  и аналогичную последовательность  $x$ -му результирующему состоянию, получаемую в результате второй унитарной операции Уолша – Адамара. На третьем шаге используется вращение фазы амплитуды с помощью оператора инверсии  $\hat{U}_0$ , который оставляет вектор состояния  $|0\rangle$ , меняет знак векторов состояния, ортогональных  $|0\rangle$  [2].

Отметим, что для реализации данного алгоритма поиска база данных также может быть представлена и в классических схемах памяти, необходимо иметь вывод из нее в квантовую систему, где булевы состояния преобразовываются в когерентные суперпозиции.

### *Библиографический список*

1. Валиев К.А., Кокин А.А. Квантовые компьютеры: надежды и реальность. Научно издательский центр "Регулярная и хаотическая динамика" 2000 г. - 352 с.
2. Нильсен М., Чанг И. Квантовые вычисления и квантовая информация/ Под редакцией М.Н. Вялого, П.М. Островского. Мир, 2006 - 824 с.

# **ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ», РЕАЛИЗОВАННОЙ ПО ПРИНЦИПУ WLAN СЕТИ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ESP8266-01**

Р.О. Яранцев

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

С появлением микроконтроллера ESP8266 китайской компании Espressif Systems в 2014 году, появилась возможность существенно упростить и удешевить разработку беспроводных систем «Умный дом», за счёт использования этого модуля в качестве основного исполняемого модуля системы. Микроконтроллер позволяет обеспечивать работу с интерфейсом Wi-Fi. Самая простая модификация модуля ESP8266-01 имеет невысокую цену по отношению к другим аппаратным решениям, что позволяет с относительно малыми затратами создавать элементы системы «Умный дом» с применением технологии Wi-Fi для беспроводной связи компонентов, используя этот модуль как устройство связи или составную часть компонента, обеспечивающую беспроводной обмен информацией.

Функциональность микроконтроллера позволяет использовать его в трёх режимах работы WiFi: точка доступа (AP), WiFi станция (SAP) и совмещённый режим (AP+SAP). Благодаря тому, что микроконтроллер одновременно может работать как клиент и точка доступа, появляется возможность реализации WLAN сети из нескольких микроконтроллеров ESP8266. При таком варианте соединения компонентов системы один микроконтроллер является сервером, опрашивающим все задействованные в сети микроконтроллеры по определённому заранее в прошивке алгоритму и пересылающим команды пользователя, остальным компонентам, выполняющим функции компонентов-клиентов, связанных непосредственно с необходимыми датчиками или периферийными устройствами.

Для обеспечения качественной централизованной работы пользователя с компонентами, модуль-сервер должен выполнять следующие функции:

1. опрос и рассылка команд компонентам, известным системе, с возможностью отсеивания незарегистрированных клиентов;
2. поддержка актуальной информации о статусе компонента;
3. постоянное хранение информации о зарегистрированных компонентах (id, IP, периодичность опроса);
4. предоставление пользователю интерфейсной HTTP-страницы;
5. получение и обработка запросов пользователя.

Взаимодействие клиентов с сервером может осуществляться в двух направлениях, т.е. клиент-сервер либо сервер-клиент, что позволяет одновременно работать с несколькими модулями-клиентами и избежать постоянного опроса сервером всех клиентов, заменив этот способ получением необходимой информации от клиента при наступлении непосредственно на клиенте определённого события.

Основными функциями клиента в таком методе взаимодействия являются: оповещение сервера о своём присутствии и состоянии, сбор и обработка информации, пришедшей от сервера, и ожидание определённого для него события.



## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРИД-СИСТЕМ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ**

А.Ю. Александров

Научный руководитель – Антипов В.А., д-р техн. наук, профессор

Рассматриваются основные проблемы, связанные с предоставлением и использованием ресурсов участниками виртуальной организации. Рассмотрен мультиагентный подход к построению виртуальной организации. Для взаимодействия с ресурсами в виртуальной организации предлагается использование грид-системы.

Виртуальной организацией называется временное объединение предприятий, учреждений, индивидуальных лиц, направленное на предоставление услуг, производство продукции или проведение исследований. Каждый из участников виртуальной организации вносит свой вклад в её работу соразмерно имеющимся компетенциям. Взаимодействие между участниками осуществляется при помощи информационных систем. Виртуальное предприятие формируется и управляется организацией-инициатором.

Виртуальная организация представлена мультиагентной системой. Мультиагентная система состоит из множества автономных или полуавтономных агентов, способных взаимодействовать как между собой внутри системы, так и с агентами других систем. Внутри мультиагентной системы агенты могут как предоставлять доступ к своим ресурсам, так и использовать ресурсы других агентов.

Предоставление и получение доступа к ресурсам в системе с большим количеством агентов требует наличия программных средств, способных решать возникающие при этом проблемы. В качестве подобных средств предлагается использование грид-систем.

Грид-система – это система, имеющая географически-распределённую архитектуру и объединяющая большие группы разнородных пользователей и ресурсы различных типов. Доступ к ресурсам может осуществляться независимо от местоположения пользователя.

Грид-системы имеют сервис-ориентированную архитектуру, доступ к ресурсам предоставляется при помощи сервисов. При этом взаимодействие между сервисами должно осуществляться вне зависимости от их реализации, местонахождения или платформы.

Был предложен следующий способ применения грид-систем в виртуальной организации. Во время этапа функционирования виртуальной организации агенты-исполнители согласно выполняемым задачам получают доступ к ресурсам других агентов-исполнителей вне зависимости от их местоположения или платформы.

На этапе формирования виртуальной организации агент-инициатор создаёт и развёртывает грид-систему: обеспечивает доступ к ресурсам агентов-исполнителей посредством сервисов. Также на данном этапе агент-инициатор устанавливает ограничения доступа к ресурсам и настраивает безопасность грид-системы.

Во время фазы деятельности агент-инициатор реагирует на изменения в виртуальной организации и вносит соответствующие изменения в грид-систему. Агент-инициатор контролирует доступ к ресурсам и их использование.

## **МОДЕЛЬ ИНТЕГРАЦИИ ДАННЫХ В НЕЗАВИСИМЫХ СИСТЕМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SOA-АРХИТЕКТУРЫ**

А.А. Мирошниченко

Научный руководитель – Проказникова Е.Н., канд. техн. наук, доцент

Бурное развитие IT-отрасли привело к тому, что на предприятиях в больших масштабах накапливаются данные и программы, работающие на разнородных аппаратных, программных платформах, по разным протоколам, используемые для решения разного рода задач в совершенно независимых системах. Для обеспечения единого унифицированного интерфейса для доступа к неоднородным независимым источникам данных используют интеграцию данных.

В неоднородных независимых источниках данных под интеграцией понимается обеспечение единого унифицированного интерфейса для получения их согласованного представления. Для более широкого понимания – процесс организации регулярного обмена данными между различными информационными системами. Источниками данных для интеграции могут быть системы баз данных, разнообразные унаследованные системы, веб-сайты, структурированные файлы данных.

На сегодняшний день существует несколько технологий интеграции, среди них технология SOA (сервис ориентированная архитектура) является наиболее популярной, рекомендуемой ведущими производителями интеграционных решений.

Преимущества SOA:

Более простая разработка и внедрение приложений.

Повышение производительности.

Уменьшение риска, связанного с внедрением проектов в области автоматизацией услуг и процессов.

Возможность непрерывного улучшения предоставляемой услуги.

Сокращение числа обращений за технической поддержкой.

Архитектура SOA основывается на открытых стандартах и поддерживает платформенно-независимую интеграцию данных, но в то же время нуждается в общей технологии представления данных – технология XML. Использование XML решает проблему работы с различными форматами при обмене данными в системах. Преимущество XML заключается в простоте представления, являющегося по своей природе гибким, текстовым и расширяемым.

Примеры стандартов, используемых в SOA и основанных на XML:

- SOAP, платформо-независимый протокол, позволяющий приложениям обмениваться информацией в сети Интернет. Его рекомендуют в качестве коммуникационного протокола web-сервисов.
- WSDL, документ, описывающий web-сервис, определяет местоположение сервиса и отображаемые им методы, позволяющие обращаться к этому сервису. Кроме того, WSDL-файл описывает тип данных сообщений.

Для наиболее безопасной передачи данных в независимых системах в SOA-архитектуре используют Enterprise Service Bus (ESB) – корпоративная сервисная шина. Обычно представляет собой промежуточное программное обеспечение, которое связывает между собой различные системы

по разным протоколам взаимодействия. ESB обеспечивает взаимодействие систем из специфического формата данных каждой системы в универсальный формат данных. Преобразование формата данных применяется внутри корпоративной сервисной шины. Кроме этого, ESB обеспечивает журналирование при обмене данными, безопасность, управление локальной транзакцией.

## **ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА**

Камерцев Н.М.

Научный руководитель – Крошила С.В., канд. техн. наук, доцент  
Коренюгин В.И.

Научный руководитель – Демидова Л.А., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается ряд проблемных вопросов по распределению нагрузки медицинского персонала в условиях неполноты и нечеткости исходных данных.

Эффективность работы медицинского учреждения напрямую зависит от того, как организована работа персонала и структурных подразделений в целом. Это упирается в создание графиков для оптимальной работы, управления потоком пациентов. Этой работой в медицинских учреждениях занимаются сотрудники организационно-методического кабинета, а также сотрудники на руководящих должностях. На качество работы врача и ее объем негативно влияют неравномерность нагрузки и другие факторы, например, обращение пациентов, которым не требуется медицинская помощь.

В настоящее время существует проблема распределения нагрузки медицинского персонала в условиях неопределенности и нечеткости исходных данных. Нагрузка может распределяться неравномерно из-за особенностей сезонных болезней терапевтического профиля, колебаниями количества посещений в разные дни недели и часы на протяжении суток, а также возникновением различных ситуаций. Речь идет как о плановых ситуациях, например, отпуск сотрудника, так и о внеплановых – отсутствие медицинского работника по причине болезни и т.п.

Был протестирован один из модулей, входящих в состав МИС «РИСТАР». В результате тестирования были выявлены следующие недостатки:

- назначалось слишком большое количество дополнительной нагрузки при малом количестве врачей конкретного профиля;
- при назначении дополнительной нагрузки и генерации нового расписания продолжительность рабочего дня врача часто превышала допустимое значение.

# **ОБ ОСОБЕННОСТЯХ НАВИГАЦИИ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ RTK-КОМПЛЕКСОВ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВНОГО ИСТОЧНИКА ДАННЫХ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ**

Е.С. Шапошникова

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

Рассматриваются основные проблемы, связанные с решением навигационной задачи применительно к мобильным робототехническим платформам. Рассмотрены основные виды датчиков, используемых для решения навигационной задачи, их особенности и недостатки. Подчеркнута необходимость использования нескольких разнородных датчиков с последующим комплексированием получаемых от них навигационных данных. Выявлены основные особенности различных типов датчиков, что позволяет определить оптимальную их комбинацию, а также способ комбинирования данных для получения устойчивого навигационного решения.

При решении навигационной задачи в рамках мобильной робототехники основными источниками данных являются датчики пройденного пути (ДПП), спутниковые навигационные системы (СНС) и инерциальные навигационные системы (ИНС). В настоящий момент распространенным явлением становится использование Real Time Kinematic (RTK) систем – одного из видов систем дифференциальной спутниковой навигации. RTK-комплексы, состоящие из двух ГНСС-приемников, обладают сантиметровой точностью позиционирования. Однако RTK-комплексов зачастую бывает недостаточно для решения задач мобильной робототехники, что продемонстрировано при проведении следующего эксперимента.

Целью эксперимента являлось сравнение ряда систем, а именно: спутниковых навигационных систем, в том числе RTK-комплексов, инерциальных навигационных систем, датчиков пройденного пути. Исследуемые системы были размещены на мобильной колесной установке; базовые станции RTK были размещены на крыше РГРТУ, по территории которого осуществлялось движение. Устройства использовали сигнал с одних и тех же ГНСС-антенн.

В результате проведения эксперимента были отмечены известные достоинства и недостатки используемых типов устройств, а также особенности, присущие конкретным изделиям. На основании полученных данных можно сделать первоначальные выводы о способе комплексирования получаемых данных, позволяющем получить устойчивое навигационное решение в условиях движения мобильной робототехнической платформы.

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ УМНОГО ДОМА**

А.А. Фомичёв

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

Рассматриваются методы взаимодействия главного устройства с подчиненными посредством использования универсального протокола.

Главный принцип работы — это взаимодействие устройств с помощью Wi-Fi модулей и использование TCP/IP протокола, на основе которого и производится синхронизация между устройствами. То есть главное устройство будет ожидать подключений подчиненных, используя один порт, а устройства будут осуществлять обмен данными на другом порту.

Вышеописанная схема необходима для взаимодействия и передачи данных между устройствами. В конечном итоге, подчиненное устройство будет предоставлять данные о себе, о том, какие величины она может интерпретировать, или же, какие величины может предоставлять. На основе полученных данных, главное устройство генерирует HTML страницу и предоставляет управление на 80 порту. Повторная генерация HTML будет вызываться, когда конфигурация устройств будет изменена.

Посредством такого протокола мы можем разрабатывать дополнительные устройства для системы, расширяя и дополняя ее без особых затрат. Также подчиненным устройством может быть не только микроконтроллер, но и любая другая техника, поддерживающая TCP/IP протокол и имеющая необходимое ПО и устройство передачи данных (LAN, Wi-Fi)

В настоящее время существуют различные протоколы для решения этой проблемы, но они предназначены для более производительных устройств либо являются проприетарными, что отсекает большое количество устройств и пользователей.

## **АДАПТАЦИЯ АЛГОРИТМА ПРОСТОГО ПЕРЕБОРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСПЕШНОСТИ БРОСКОВ ИГРАЛЬНЫХ КОСТЕЙ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ БРОСКАМИ**

П.А. Баранчиков

Научный руководитель – Бубнов С.А., канд. физ.-мат. наук, доцент

Оценка вероятностей успешных бросков игральные кости представляет собой весьма важную задачу для корректной оценки вероятности выигрыша в разнообразных играх, зависящих от игральные кости. В том числе, большое количество современных игр для ЭВМ построено на имитации бросков игральные кости, следовательно, для корректной оценки сложности составленных условий такой игры необходимо оценить вероятность успеха броска игральные кости.

В истории развития таких игр чаще всего использовалась схема вычисления, что бросок  $M$   $N$ -гранных костей будет в сумме больше  $K$ , или, сокращенно,  $MdN > K$ . Однако, в последнее время в играх появляется все более сложные алгоритмы вычисления суммы выброшенных костей. В частности, предложенный в работах Alderac Entertainment Group алгоритм

предусматривает дополнительные броски, если на игральной кости выпало максимальное значение.

Среди основных методов расчета вероятности успеха бросков игральных костей можно отнести следующие методы.

Метод простого перебора. Это — метод математической индукции. Осуществляется перебор всех возможных вариантов бросков костей. Для каждого варианта определяется успешность броска, и вероятность успеха определяется как отношение количества успешных бросков к общему количеству бросков в переборе.

Метод комбинаторного решения. Существуют разработанные алгоритмы для вычисления количества вариантов бросков с заданной суммой. Вероятность успеха вычисляется как отношение количества вариантов бросков с суммой, равной или превышающей заданную, к общему количеству вариантов бросков.

Метод Монте-Карло, заключающийся в неполном случайном переборе тестовых вариантов бросков с последующей оценкой вероятности успеха этих бросков. Этот метод не является точным, и результат его вычислений имеет неединичную доверительную вероятность.

В случае с бросками костей с дополнительными бросками вариант простого перебора не может быть применим, так как существует вероятность заикливания. Например, теоретически возможное выпадение максимального значения на одной кости бесконечно.

Однако, можно рассмотреть задачу с другой стороны. Вместо перебора всех значений отталкиваться от целевого значения (сложности броска). Для каждого конкретного значения сложности броска всегда будет существовать конечное количество комбинаций. Например, если сложность броска на одной 10-гранной кости составляет 20, то будет существовать всего один вариант комбинаций выпадения костей, приведший к такому результату: 10, 10. Дальнейшие броски кости не влияют на успех броска, поэтому учитывать их уже не следует. Таким образом, вероятность успеха одного броска  $10d10 \geq 20$  будет

$$P(20) = P(10) * P(10) = 0.1 * 0.1 = 0.01$$

Таким образом, расширив этот подход к броскам нескольких костей, можно посчитать конечную вероятность успеха броска с дополнительными бросками.

## **СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ И БИМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА»**

### **ПРОБЛЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ НОРМАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА СТАРЕНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ**

В.А. Данилко

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

Рассматриваются ряд проблемных вопросов, касающихся организации испытаний на старение светодиодных осветительных приборов, а также были даны некоторые основные понятия, связанные с ними. Были даны определения понятиям «светодиодный модуль» и «светодиодный светильник», «старение осветительного прибора». Кроме того, были рассмотрены возможные проявления влияния процесса старения на элементы светильника в целом и его электрической схемы в частности.

В докладе было дано объяснение необходимости проведения испытаний на старение, связанной с возможными экономическими потерями для производителей осветительных приборов. Отмечалось, что подобная ситуация может возникнуть в результате ухудшения параметров осветительного прибора до неприемлемых значений ранее заявленного производителем срока или его выхода из строя.

Также в докладе рассматривался ряд отечественных и зарубежных нормативных документов, содержащих требования к испытаниям на старение, среди которых IES LM-79-08, IES LM-80-08, ГОСТ Р МЭК 60598-1-2011, ГОСТ Р 56230-2014, ГОСТ Р 56231-2014, ГОСТ Р МЭК 62384-2011. [1-6]

При анализе ГОСТ Р МЭК 60598-1-2011 было установлено, что данный стандарт распространяется только на ламповые светильники, и, следовательно, не может быть применен к светодиодным светильникам.

Анализ ГОСТ Р 56230-2014 и ГОСТ Р 56231-2014 показал, что методика испытаний на старение, приведенная в них, применима только к светодиодным модулям [3, 4]. По аналогии методика, представленная в ГОСТ Р МЭК 62384-2011, распространяется только на управляющие устройства [6]. При этом и светодиодные модули, и управляющее устройство в указанных методиках испытываются отдельно от других элементов осветительного прибора. Данное обстоятельство также говорит о невозможности их применения для испытаний светильника в целом.

Рассмотренные американские стандарты IES LM-79-08 и IES LM-80-08 также распространяются только на светодиодные модули, однако приведенная в них методика имеет ряд отличий [1, 2]. Данные отличия касаются выбора температуры при испытаниях на сохранение светового потока, продолжительности проведения испытаний и др.

В докладе было указано, что анализ иной отечественной и зарубежной нормативной документации также не дал результатов. Таким образом, можно говорить о наличии методической базы для проведения испытаний на старение отдельных элементов светодиодного светильника и отсутствии методической базы для испытаний осветительного прибора как целостного устройства. В связи с чем была отмечена необходимость разработки по-

добной методики и издания ее как отдельного нормативного документа или же внесения ее как дополнения в ГОСТ Р МЭК 60598-1-2011 [5].

#### *Библиографический список*

1. IES LM-79-08 Approved Method: Measuring Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products. USA: Illuminating Engineering Society of North America, 2008. – 22 p.
2. IES LM-80-08 Approved Method: Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources. USA: Illuminating Engineering Society of North America, 2008. – 10 p.
3. ГОСТ Р 56230-2014/ IEC/PAS 62717:2011 Модули светодиодные для общего освещения. Эксплуатационные требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 32 с.
4. ГОСТ Р 56231-2014/ IEC/PAS 62722-2-1:2011 Светильники. Часть 2-1. Частные требования к характеристикам светильников со светодиодными источниками света. – М.: Стандартинформ, 2015. – 13 с.
5. ГОСТ Р МЭК 60598-1-2011 Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2012. – 143 с.
6. ГОСТ Р МЭК 62384-2011 Устройства управления электронные, питаемые от источников постоянного или переменного тока, для светодиодных модулей. Рабочие характеристики. – М.: Стандартинформ, 2012. – 11 с.

### **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ НА СТАРЕНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ**

В.А. Данилко

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

Рассматривается процесс разработки методики испытаний на старение светодиодных осветительных приборов на базе одного из отечественных предприятий. Процесс разработки состоял из анализа требований нормативной документации к испытаниям, выбора и описания контрольно измерительного оборудования, разработки алгоритма испытаний, анализа требований к оформлению и составу методики, определения порядка регистрации, оформления и обработки результатов.

Основными элементами, подверженными старению, в светодиодном светильнике были определены светодиодный модуль и управляющее устройство, так как остальная элементная база подвергается жестким испытаниям еще на этапе конструирования осветительного прибора. В связи с этим был осуществлен анализ таких стандартов, как ГОСТ Р 56230-2014, ГОСТ Р 56231-2014, ГОСТ Р МЭК 62384-2011 [2-4]. В них подробно рассматривались пункты, касающиеся испытаний на снижение светового потока и испытаний на ресурс светодиодного модуля, а также испытаний на старение управляющего устройства.

Также в докладе был описан выбор контрольно измерительного оборудования, среди которого гониометр, спектрофотометр, пульсметр, изме-



ритель температуры, климатическая камера, лабораторный трансформатор, программируемый таймер и др.

Кроме того, подробно описывалась разработанная на основе ранее указанных стандартов методика испытаний, представляющая собой входные измерения, испытания на снижение светового потока, испытания на переключения, испытания на циклическую температуру, испытания при максимальной температуре на корпусе УУ, выходные измерения, составление сводного протокола и выводов по нему. Измерения в методике производятся в соответствии с ГОСТ Р 54350-2015 [1]. В процессе описания были даны пояснения выбора режимов испытаний и их продолжительности. Стоит отметить, что некоторые режимы испытаний были ужесточены в сравнении с требованиями стандартов.

Оценка результатов проводимых измерений и испытаний производится согласно требованиям стандартов и/или паспорта осветительного прибора. По окончании испытаний светильник должен оставаться в работоспособном состоянии при температуре +25°C и включаться в течение 3 сек. Кроме того, значение его светового потока не должно снизиться более чем на 5% относительно полученного при входных измерениях. В случае выхода из строя в процессе испытаний более 20% светильников, данный вид осветительных приборов признается не прошедшим испытания.

Разработанная методика была оформлена в соответствии со всеми требованиями, предъявляемыми нормативной документацией предприятия. Кроме того, она содержит приложение с блок-схемой процесса проведения испытаний, которая служит для упрощения работы сотрудников испытательной лаборатории.

#### *Библиографический список*

1. ГОСТ Р 54350-2015 Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2015. – 45 с.
2. ГОСТ Р 56230-2014/ IEC/PAS 62717:2011 Модули светодиодные для общего освещения. Эксплуатационные требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 32 с.
3. ГОСТ Р 56231-2014/ IEC/PAS 62722-2-1:2011 Светильники. Часть 2-1. Частные требования к характеристикам светильников со светодиодными источниками света. – М.: Стандартинформ, 2015. – 13 с.
4. ГОСТ Р МЭК 62384-2011 Устройства управления электронные, питаемые от источников постоянного или переменного тока, для светодиодных модулей. Рабочие характеристики. – М.: Стандартинформ, 2012. – 11 с.

## **ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ОЦЕНКЕ И АНАЛИЗУ РИСКОВ**

И.А. Богданова

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

Рассматривается порядок проведения работ по оценке и анализу рисков, так как в последнее десятилетие все большее количество предприятий начинают уделять внимание вопросам управления рисками и активно внедрять в свою деятельность систему управления рисками. Под управлением рисками понимают комплекс методов анализа и уменьшения факторов риска. Процесс управления рисками является весьма сложным ввиду необходимости сбора и анализа большого объема данных, как о внутренней деятельности предприятия, так и внешних рынках, а также о конкурентах.

Процесс управления рисками состоит из этапов, которые подробно рассмотрены в докладе.

В ходе этапа идентификации определяют элементы риска, составляют их перечень и дают описание, выявляют причины и источники опасных ситуаций. Соответственно существует множество методов, помогающих идентифицировать элементы рисков и источники их возникновения.[1]

Этап анализа риска – это рассмотрение и исследование информации о риске, учет источников опасных ситуаций, эти сведения необходимы для обработки риска. В ходе данного этапа на основе различных методов определяется вероятность появления событий и их возможное отрицательное или положительное последствие.

После того как собрана вся информация определяется уровень риска. Уровень риска может быть выражен в наиболее удобной форме для конкретного вида риска или в виде распределения вероятностей диапазона последствий.

В ходе сравнительной оценки риска сопоставляют уровень риска с критериями риска, которые были ранее установлены при определении области применения менеджмента риска. Самая простая структура для определения критериев риска – установление одного уровня, который разделяет опасности и риск, требующие обработки, от тех, которые подобных действий не требуют. Исходя из этого подхода, риск можно разделить на три группы: высшая группа – уровень риска недопустим; средняя группа – возможности появления риска соотносятся с их последствиями; низшая группа – уровень риска незначителен, его обработка не требуется.

Обработка риска включает в себя регистрацию риска вместе с результатами оценки.

Оценка рисков должна постоянно актуализироваться. Данные мониторинга идентифицируются и подлежат регистрации. Мониторинг обеспечивает своевременное исполнение предупреждающих мер и планов по смягчению последствий. [1]

Таким образом, в докладе были рассмотрены этапы процесса управления рисками.

### *Библиографический список*

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска; 01. 12. 2011 г. - М.: Стандартинформ, 2012. – 74 с.

## **АЛГОРИТМ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Е.А. Павлюкова

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

Для успешного и прибыльного функционирования любой организации, будь то маленькая фабрика или военно-промышленное предприятие больших масштабов, считается крайне важным и необходимым внедрение системы бережливого производства. Конечно, внедрение будет зависеть от особенностей организации, исходя из ее производственной структуры. Ошибочно полагать, что успешный опыт внедрения другого предприятия идеально волеется в другую область деятельности. Но и отрицать существования схожих черт внедрения системы менеджмента бережливого производства (СМБП) нельзя. Рассмотрим алгоритм внедрения системы бережливого производства поэтапно.

1. Приобретение и внедрение национальных стандартов ГОСТ Р серии Бережливое производство.
2. Обучение работников вопросам СМБП в специализированных организациях и на базе подготовки персонала.
3. Формирование организационной структуры управления СМБП с распределением ответственностей и полномочий.
4. Определение области применения СМБП.
5. Разработка, документальное оформление и доведение до сведения работников политики в области бережливого производства.
6. Установление целей СМБП, документальное их оформление, доведение до сведения работников и планирование их достижения.
7. Создание и обеспечение работы каналов коммуникаций, связанных с СМБП.
8. Разработка, согласование, утверждение и введение в действие документированных процедур по созданию и поддержанию мотивационной среды для функционирования и совершенствования СМБП.
9. Определение процессов СМБП. Построение модели производственной системы организации и модели СМБП.
10. Внедрение методов и инструментов бережливого производства.
11. Картирование потоков создания ценности продукции.
12. Организация работы по оценке функционирования СМБП.
13. Организация работы по улучшению СМБП.
14. Формирование отчетности о внедрении СМБП.

Каждый этап требует серьезного комплексного анализа и внимания к деталям. Только такой подход обеспечит целостность внедрения всей системы бережливого производства с достижением желаемого результата.

## **АВТОМАТИЧЕСКАЯ КОРРЕКТИРОВКА ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА**

А.А. Косырев

Научный руководитель – Виноградов Ю.Л., канд. техн. наук, доцент

Главным характерным показателем методов автоматической корректировки погрешностей является обеспечение ими близости статической настоящей функции преобразования измерительного устройства (ИУ) номинальной характеристике преобразования путем изменения настоящей функции преобразования ИУ под влиянием корректирующего сигнала. Таким образом, основной операцией процесса автоматической корректировки погрешности ИУ является определение этой погрешности и формирование соответствующего корректирующего сигнала.

Корректирующий сигнал способен формироваться при использовании одной из следующих операций:

- 1) нахождение влияющих условий  $z_1, z_2, \dots, z_n$  и расчета погрешности по известной зависимости для используемого ИУ  $\Delta = F(z_1, z_2, \dots, z_n)$ ;
- 2) определение погрешности ИУ, подведенной к выходу,  $-\Delta_y$ ;
- 3) определение погрешности ИУ, подведенной ко входу,  $-\Delta_x$ .

Для определения погрешности с целью ее автоматической корректировки необходимо знать отношение погрешности от влияющих на нее условий и, поскольку в процессе использования ИУ они изменяются, необходимо периодически измерять эти условия.

## **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ АЦП**

Ю.А. Анищенко

Научный руководитель — Абрамов А.М., канд. техн. наук, доцент

Рассматриваются методы метрологических испытаний АЦП. Аналого-цифровое преобразование широко используется в современных информационно-измерительных системах и является необходимым узлом, связывающим аналоговые датчики и цифровые вычислительные блоки.

В ГОСТ 14014-91 установлены общие требования к нормированию метрологических характеристик цифровых средств измерений, методы их экспериментального определения. Виды нормируемых метрологических характеристик АЦП устанавливает ГОСТ 8.009-84, согласно которому для АЦП нормируется номинальная функция преобразования в статическом режиме, вид выходного кода, число разрядов, цена единицы наименьшего разряда и некоторые динамические характеристики [1]. В РД 50-148-79 содержится рекомендованный способ измерения частных динамических характеристик АЦП — времени реакции, кодирования и задержки запуска.

Современные методы метрологических испытаний АЦП базируются на цифровой обработке получаемых отсчетов. Тестирование АЦП невозможно

без автоматизации процесса измерений и управления ходом эксперимента из-за необходимости выполнения большого количества операций в нужной последовательности. В ИИС применяются различающиеся архитектурой, скоростью и точностью обработки АЦП. Разрядность и скорость выборки АЦП — основные критерии, влияющие на требования к диагностическому решению [2].

Метод тестирования зависит от параметров, которые требуется измерить. Для определения DNL, INL широкое применение получил метод гистограмм. Но этот метод не даёт информации о шуме квантования и эффектах, возникающих на высоких частотах. Для определения динамических параметров АЦП используется спектральное тестирование. Анализ БПФ применяется для измерения амплитуды различных гармоник сигнала, для анализа некоторых динамических характеристик АЦП — , в частности, для определения общих гармонических искажений (THD), общих гармонических искажений и шума (THDN) [3, 4].

Промышленность выпускает готовые решения тестирования АЦП, различающиеся степенью автоматизации, видам применяемого ПО, доступной скорости тестирования. Традиционный подход к проведению тестов включает в себя использование программных комплексов типа LabView компании NI. Особенностью построения систем на базе LabView является требование к наличию драйверов устройств, входящих в измерительный стенд или использование измерительных комплексов с поддержкой программ сбора данных, автоматизации измерений, обработки и визуализации результатов. Альтернативный подход основывается на применении в качестве устройства управления микроконтроллера, связанного с ПК. Связь ПК с УУ может быть реализована любой программой, позволяющей осуществлять загрузку и чтение COM-порта. УУ базе МК позволяет управлять АЦП, ЦАП. Контролировать напряжения с выхода ЦАП возможно вольтметром, связанным с ПК для обмена данными измерений [5].

#### *Библиографический список*

1. Брагин А.А. Основы метрологического обеспечения аналого-цифровых преобразователей электрических сигналов / А.А. Брагин, А.Л. Семенюк. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 164 с.
2. Метрологическое обеспечение измерительных информационных систем (теория, методология, организация) / Е.Т. Удовиченко, А.А. Брагин, А.Л. Семенюк и др. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 192 с.
3. Kent H.Lundberg Analog-to-Digital Converter Testing URL:[http://web.mit.edu/klund/www/papers/UNP\\_A2Dtest.pdf](http://web.mit.edu/klund/www/papers/UNP_A2Dtest.pdf) (дата обращения 11.04.2017).
4. Application Report Texas Instruments. Dynamic Tests For AD Converter Performance. – May 2015
5. Осипов Д., Бутузов В., Бочаров Ю. Автоматизация измерений с помощью программных средств Expect/TCL на примере тестирования АЦП //Компоненты и технологии 2011 №8. С. 85-89

## МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ АЦП ПО ГИСТОГРАММНОМУ МЕТОДУ

Ю.А. Анищенко

Научный руководитель – Абрамов А.М., канд. техн. наук, доцент

Для экспертизы тестирования АЦП по гистограммному методу проведено моделирование испытаний АЦП по данному методу. Целью моделирования было определение зависимостей результатов от характеристик тестового сигнала, так как получение образцового сигнала является наиболее сложным при тестировании преобразователя [1].

К выбору среды моделирования предъявлялись требования — максимальная автоматизации процесса, возможность расширения полученной модели и в дальнейшем подключение внешних устройств. В качестве среды для моделирования была выбрана среда графического программирования Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench (LabVIEW) [2].

Тестируемое устройство представляет собой виртуальный прибор AnalogtoDigital.vi, моделирующий работу АЦП последовательного действия с однополярным входом. Код на выходе преобразователя — прямой бинарный. В качестве тестового сигнала используется генератор сигналов треугольной формы TriangleWaveform.vi.

При проведении эксперимента возможно устанавливать частоту тестового сигнала  $f$ , нелинейность тестового сигнала  $\beta$ , амплитуду шума тестового сигнала  $A_{ш}$ , величину «перегрузки» АЦП тестовым сигналом. Амплитуда и сдвиг тестового сигнала задаются автоматически, исходя из заданного динамического диапазона АЦП. Также задаётся  $F_s$  частота дискретизации AnalogtoDigital.vi и количество отсчетов для сбора в массив  $M$ .

Последующей обработке подвергается массив  $M$  данных амплитуды  $Y$ . Из массива  $M$  исключаются все минимальные и максимальные значения, получается массив  $M_T$  из кодов от 1 до  $2^N - 2$ . Затем подсчитывается количество попадания каждого кода  $h(n)$  теоретическое, где  $n$  — число кодов. Так как тестовый сигнал — полношкальный треугольник, то на входе теоретическое число попаданий:

$$h(n)_{\text{теоретическое}} = M_T / (2^N - 2).$$

Вычисление DNL каждого кода для  $n = 1$  до  $n = 2^N - 2$  производится по формуле:

$$DNL(n) = h(n)_{\text{реальное}} / h(n)_{\text{теоретическое}} - 1.$$

Итоговая погрешность DNL обычно определяется как максимальное значение DNL, найденное при любом переходе в пределах диапазона преобразования.

INL вычисляется путем суммирования всех рассчитанных значений DNL. Итоговая ошибка INL обычно определяется значением максимального отклонения реальной функции преобразования от прямой линии [3].

Строится гистограмма теста плотности кодов, где по оси ординат откладывается значение DNL, по оси абсцисс кодовая комбинация.

Моделирование позволяет наглядно рассмотреть работу гистограммного метода, контролировано изменять внешние воздействующие факторы, и отслеживать их влияние на ход эксперимента.

### *Библиографический список*

1. Бахтиаров Г.Д. Аналого-цифровые преобразователи / Г.Д. Бахтиаров, В.В. Малинин, В.П. Школин; под ред. Г.Д. Бахтиарова. – М.: Советское радио, 1980. – 280 с.
2. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW / под ред. П.А. Бутыркина. – М.: ДМК-Пресс, 2005. – 264 с.
3. Аналого-цифровое преобразование / под ред. У. Кестера. – М.: Техносфера, 2007. – 1016 с.

## **АНАЛИЗ ОПЫТА ВНЕДРЕНИЯ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ТРУБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

С.В. Волкова

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

В современных условиях рыночной экономики предприятиям необходимо работать над повышением эффективности использования имеющихся ресурсов. Бережливое производство признается как наиболее эффективный и надежный путь, способствующий повышению эффективности деятельности предприятия, производительности труда, улучшению характеристик выпускаемой продукции и роста конкурентоспособности на рынке.

Однако на предприятиях тяжелой, в частности трубной, промышленности имеются свои особенности, в силу которых внедрение некоторых принципов бережливого производства может быть затруднено. Например, специфика расположения и установки козлового крана, необходимого для работы предприятия, не позволяет в полной мере организовать рабочее пространство таким образом, чтобы достичь максимальной эффективности за счет сокращения времени на перемещение и хранение материала, полуфабрикатов и готовой продукции. Именно поэтому высшее руководство большинства предприятий предпочитает более простые, но при этом менее эффективные методы совершенствования.

При этом положительный опыт внедрения бережливого производства на предприятии трубной промышленности всё же имеется. Подтверждением этому факту является ОАО «Волжский Трубный завод», которому удалось снизить затраты на разработку и выпуск продукции за счет сокращения времени, требуемого на вывод продукции на рынок, повысить производительность трубоэлектросварочного стана и участка термообработки в среднем в два раза.

Данный пример свидетельствует о том, что сведения, предлагаемые теоретическими источниками касаются внедрения концепции бережливого производства, не предполагают дословного исполнения. Они являются лишь общей базой, опираясь на которую высшее руководство должно анализировать производство на предмет возможности внедрения какого-либо конкретного принципа.

Такой подход будет наиболее правильным и эффективным и, более того, позволит разработать уникальные, свойственные только конкретному предприятию, принципы бережливого производства.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБЪЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ В СОСТАВЕ МУЛЬТИКОПТЕРА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

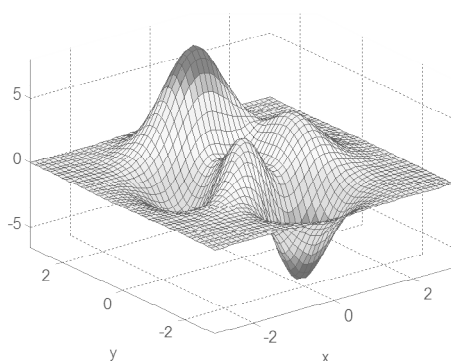
Г. В. Дорогов

Научный руководитель — Борисов А.Г., канд. техн. наук, доцент

Доклад посвящен моделированию работы системы лазерного сканирования. В качестве сенсора в данном устройстве используется лазерный сканер, который построчно считывает рельеф местности. Принцип действия лазерного сканера заключается в измерении расстояния от источника лазерного импульса до объекта.

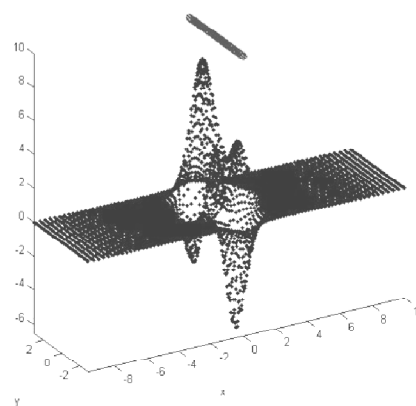
Чувствительный элемент лазерного сканера вращается, и таким образом производится серия измерений за один оборот. В результате этой серии измерений получается строка данных. Кроме того, сам сканер движется над исследуемой поверхностью, получая данные строку за строкой.

Наиболее узким местом в технологии лазерного сканирования местности является обработка полученных данных. Модель системы объемного лазерного сканирования была выполнена в программной среде Matlab. Для формирования массива данных поступающих с лазерного сканера производился поиск точек пересечения лучей лазерного сканера с исследуемой поверхностью. Для этого поиска были использованы встроенные функции решения систем уравнений среды Matlab `fsolve`.



а

а) исследуемая поверхность;



б

б) полученные при моделировании данные

При получении данных было положено, что угол обзора лазерного сканера составляет 90 градусов. Для задания исследуемой поверхности (см. рисунок а) использована математическая формула комбинации нескольких двумерных распределений Гаусса. В ходе моделирования был разработан алгоритм, позволяющий на основании данных о местоположении сканера, его траектории движения, расстояниях до точек и углах поворота сканера получить координаты искомых точек. Результаты работы программы представлены на рисунке б.

На основании массива данных вычислено среднее квадратическое отклонение элементов массива, для заданных параметров модели оно составляет  $\sigma = 0.065$ . Тогда относительная погрешность измерения составляет  $\theta = \sigma / Z_{\text{ср}} = 0.065 / 11.159 \approx 0.006$ . Области поверхности, расположенные ближе к траектории движения сканера, отсняты с лучшим разрешением, а к краям изображения разрешение уменьшается.



# **ИСКУССТВЕННАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ КООРДИНАТ ТОЧЕЧНОГО УЗ ИСТОЧНИКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ РЕШЕТКИ УЗ ПРИЕМНИКА**

А.Д. Запрудский

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

Рассматриваются виды и способы создания и обучения искусственных нейронных сетей.

В настоящее время все большее развитие получает робототехника и роботизированные системы. Одной из проблем этой области является система ориентации в пространстве и «зрение». Для решения проблемы самостоятельной ориентации удобно использовать программный инструмент, который может быть реализован на базе искусственных нейронных сетей.

Были рассмотрены следующие виды искусственных нейронных сетей:

1. Однослойная нейронная сеть [1, 2].
2. Многослойная нейронная сеть [1].
3. Релаксационная нейронная сеть [2].
4. Самоорганизующаяся нейронная сеть Кохонена [1, 2].

За основу была выбрана однослойная нейронная сеть, а именно рекуррентная нейронная сеть. Рекуррентная нейронная сеть – это вид нейронных сетей, в которых имеется обратная связь. При этом под обратной связью подразумевается связь от логически более удалённого элемента к менее удалённому. В качестве математического аппарата для построения нейронной сети была использована модель линейных решеток. Модель линейных решеток – это модель с одним входом и несколькими выходами [3]. Это дает два преимущества: увеличение отношения сигнал к шуму на выходе (усиление) и направленность, которая позволяет выделять отдельные источники, имеющие разные углы падения по отношению к решетке.

## *Библиографический список*

1. Хайкин Саймон. Нейронные сети. Полный курс. – 2-е изд., испр. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
2. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
3. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных Пер. с англ. — М.: Мир, 1989. — 540 с.: ил. — ISBN 5-03-001071-8.

# **ОБЗОР ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛЕТУЧИХ СОЕДИНЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АТМОСФЕРЕ**

А.О. Измерли

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

В докладе рассматриваются проблематика и способы для обнаружения и измерения концентрации летучих соединений тяжелых металлов в атмосфере.

Анализ загрязнений, содержащихся в воздушной среде, можно отнести к наиболее трудным задачам аналитической химии. Это обусловлено следующими причинами: одна проба одновременно может содержать десятки и даже сотни органических и неорганических соединений; концентрация токсичных веществ в атмосфере может быть ничтожно малой (до  $10^{-4}$ - $10^{-7}$  % и ниже); воздух представляет собой неустойчивую систему с постоянно меняющимся составом (наличие влаги, кислорода, фотохимические реакции, изменение метеорологических условий).

Рассмотрены следующие методы для обнаружения и измерения концентрации летучих соединений тяжелых металлов в атмосфере:

1. Хроматографические [1, 2, 4]
  - газовая хроматография;
  - ионная хроматография;
  - жидкостная хроматография;
  - тонкослойная хроматография;
2. Масс-спектрометрические.[3, 4]
3. Спектральные [3]
  - колориметрия;
  - УФ-спектроскопия;
  - ИК-спектроскопия;
  - атомно-адсорбционная спектроскопия;
  - плазменная эмиссионная спектроскопия;
  - люминесцентный анализ;
  - ядерно-физические методы анализа;
  - дистанционные методы анализа;
4. Электрохимические [1, 3, 4]
  - полярография;
  - кондуктометрия;
  - кулонометрия;
  - потенциометрия.

Наиболее эффективным из рассмотренных методов, для обнаружения и измерения концентрации, признан масс-спектрометрический метод, который позволяет наиболее оперативно обнаружить и определить концентрацию тяжелых металлов в атмосфере.

## *Библиографический список*

1. Хроматографический анализ окружающей среды. - М.: Химия, 1979. – 447с.
2. Оперативное детектирование взрывчатых веществ и скоростные полевые количественные измерения. Сборник переводов. (Под ред. Грузнова В.М.). - Новосибирск. Изд. Новосиб. университета, 1998

3. Руденко Б.А. Хроматография с парообразными подвижными фазами. - Сборник: Итоги науки и техники. Т. 3. Хроматография. - М.: ВИНТИ, 1980. – 236 с.
4. Митрука Б.М. Применение газовой хроматографии в промышленности. - М.: Химия, 1978. – 198с.

## **РАЗРАБОТКА ТЕЛЕИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ**

А.Ю. Карамнов

Научный руководитель – Каплан М.Б., канд. техн. наук, доцент

Целью данного проекта является разработка телеизмерительной системы контроля магнитного поля, которая позволила бы своевременно обнаруживать изменения в магнитном поле магнитотерапевтического аппарата. В процессе обзора были рассмотрены различные подходы к решению этой задачи.

Телеизмерение – это измерение на расстоянии, осуществляемое средствами телемеханики, с автоматической передачей по каналам связи полученной информации на приемное устройство с последующей расшифровкой, обработкой и регистрацией в удобном для восприятия оператором виде [1]. Телеизмерение используется во многих областях, таких как: медицина, водоснабжение, сельское хозяйство, узлы магистральных линий связи. Были рассмотрены различные классификации телеизмерений, такие как: телеизмерение по вызову, по выбору, телеизмерение текущих параметров и телеизмерение интегральных значений.

В качестве реализации выбрано телеизмерение текущих параметров, так как оно позволяет получать информацию о значении измеряемой характеристики во время опроса устройством телемеханики.

Основным направлением использования системы, рассмотренной в докладе, являются магнитотерапевтические комплексы. Магнитотерапевтические комплексы используют воздействие магнитного поля на организм человека с целью лечения и профилактики различных заболеваний. В данных комплексах важно, чтобы магнитное поле поддерживалась в определенных диапазонах, иначе пациенту может быть нанесен непоправимый вред. В качестве датчиков контроля магнитного поля были рассмотрены: датчики Виганда, магниторезистивные датчики и датчики Холла.

Для реализации был выбран датчик Холла, основанный на одноименном эффекте. Так как эффект Холла зависит от направления вектора индукции магнитного поля, возникает проблема ориентации датчика в пространстве. Эта проблема была решена при помощи трехкомпонентного датчика. В отличие от однокомпонентных датчиков Холла, в трехкомпонентном сенсоры имеют взаимно ортогональную ориентацию вдоль осей ОХ, ОУ, ОZ. В итоге с помощью суммарных показаний всех трех сенсоров можно определить положение в пространстве магнитного элемента.

1. Назаров А.В., Г.И.Козырев, И.В.Шитов Современная телеметрия в теории и на практике. Учебный курс. — СПб.: Наука и техника, 2007. — 627 с.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛЕТУЧИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В АТМОСФЕРЕ**

М.В. Ковалева

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

Стремительные темпы развития промышленности и общества в целом ставят перед человечеством задачи высокого порядка. Одной из них является проблема загрязнения окружающей среды вследствие воздействия антропогенного фактора. Возросшее количество объектов промышленной переработки, производств различных направлений, повышенная скорость потребления природных ресурсов — все это представляет опасность для биосферы.

Значительная часть выбросов в атмосферный воздух происходит за счет деятельности нефтяных и химических предприятий, автотранспорта и авиации. Наибольшую долю таких выбросов составляют летучие углеводороды (ароматические и хлорированные) [1]. Опасность этих соединений повсеместна: превышение концентрации ведет не только к загрязнению окружающей среды, но и оказывает токсическое воздействие на человека, вызывая развитие патологии внутренних органов, поражение сердечно-сосудистой и нервной системы [2]. Дегенеративные последствия влияния летучих углеводородов ставят перед нами задачу по своевременному и качественному мониторингу концентрации летучих углеводородов в атмосфере, что позволит своевременно дать оценку состоянию атмосферного воздуха и принять меры по ликвидации опасных воздействий.

В настоящее время во всех странах приняты нормы по концентрации выброса вредных веществ в почву, сточные воды и атмосферу. В Российской Федерации также ведутся работы по защите экологии и окружающей среды. Так, в частности, в 2016 году был принят Приказ Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды от 2 февраля 2016 г. N 48 "О введении в действие руководящих документов, регламентирующих методики измерений массовой концентрации летучих хлорированных и ароматических углеводородов в пробах атмосферного воздуха". Данный документ утвердил газовую и высокоэффективную капиллярную газовую хроматографию (с использованием анализа равновесного пара), как основные методики измерения концентрации углеводородов в атмосфере.

Таким образом, в своей работе мы ставим задачу исследовать и разработать систему для обнаружения летучих углеводородов в атмосфере, включающую в себя возможность измерения их концентрации, с целью минимизации затрат на оснащение средствами мониторинга и увеличение эффективности мер по предотвращению небезопасных выбросов.

## *Библиографический список*

1. Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде: Учеб. пособие. - М.: Изд-во РУДН, 2004. - 163 с: ил.
2. Феоктистова Т.Г., Мерзликин И.Н. Определение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны Метод. пособие. – М.: 2009.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК В КАЧЕСТВЕ РЕНГЕНОЛЮМИНОФОРОВ**

А.В. Крысанов, А.М. Левин

Научный руководитель – Клочков А.Я., канд. техн. наук, доцент

Квантовая точка (КТ), связанная с подложкой, может использоваться в перспективном направлении электроники. Особый интерес представляет светящаяся квантовая точка, получаемая коллоидным синтезом, например КТ на основе халькогенида цинка в зависимости от своего размера светится разным светом. Интерес заключается в том, что квантовая точка поглощает энергию в широком спектральном диапазоне, а испускает узкий спектр световой волны.

Также можно отметить, что у квантовых точек есть свои преимущества перед люминофором. Коллоидная квантовая точка (ККТ) является хорошей заменой традиционной люминофоры как органической, так и неорганической. ККТ превосходит люминофоры по фотостабильности, яркости свечения, а также имеет некоторые уникальные свойства.

В недавнее время, проведя некоторые независимые исследования в области развития КТ, удалось выявить ряд интересных аспектов.

При сканировании образцов обнаружены точечные образования агломераций (с размером от 1 до 3 мкм) коллоидных квантовых точек (ККТ) с интенсивной флуоресценцией в оптическом диапазоне длины волны от 450 до 780 нм. Спектр излучения соответствует природе зонной структуры характерной для соединения  $A_2B_6$ .

В результате проведенного нами исследования наибольший интерес представляют образцы легированные марганцем, которые преобразуют рентгеновское излучение в видимый спектр и обладают высокой чувствительностью ПЗС-матрицы.

Проведя анализ результатов измерений, можно сделать вывод, что этот образец удовлетворяет заданным условиям.

Также проводились исследования воздействия на образец УФ излучения. Что показало нам то, что материал может излучать свет в видимом диапазоне при воздействии на него квантами с энергией меньшей, чем энергия воздействия рентгеновского излучения. Это измерение позволяет не использовать вредное рентгеновское излучение для проверки возможности применения образца в системах визуализации рентгеновского излучения. Области применения полученных светящихся квантовых точек в видимом диапазоне можно использовать в системах визуализации рентгеновского излучения:

а) физическое материаловедение (измерение толщины и исследование структуры пленок, исследование процессов испарения пленок, рентгеновский флуоресцентный анализ, рентгеноэлектронная спектроскопия поверхности твердого тела, рентгенография металлов и полупроводников и т.д),

б) медицина (рентгеноскопия высокой контрастности, локальное воздействие рентгеновского излучения и т.п.)

в) биология (изучение механизмов воздействия рентгеновского излучения на клеточном уровне и т.п.).

## **НАДЕЖНОСТЬ ТЕЛЕВИЗОРОВ НА КВАНТОВЫХ ТОЧКАХ**

А.В. Крысанов, А.М. Левин

Научный руководитель – Клочков А.Я., канд. техн. наук, доцент

В QLED-телевизорах источником света выступают квантовые точки — эти нанокристаллы бывают различных размеров. При этом конструкционно матрицы выглядят проще, так как слои со светофильтрами не нужны. При подаче напряжения на нанокристаллы они излучают всегда с определенным цветовым значением. Этот эффект достигается изменением размеров квантовой точки, в которой носитель заряда способен передвигаться, как нами выяснено лишь в ограниченном пространстве. Благодаря этому обнаруженное нами поведение носителей заряда (электрона) зависит и от материала, таким образом появляется возможность управления настройками оптико-физических свойств нанокристаллов. Известно, что для получения красного цвета экрана используют кристаллы из сплава материалов второй и шестой группы таблицы Менделеева ( $\text{CdZnSe}$ ), размером около 9 нм. Исследования показали, что сплавы кадмия, цинка и селена могут светиться желтым, зеленым и синим цветом. Синий цвет можно также получить при использовании кристаллов из соединений марганца размером 2 нм. Нами изучалась интенсивность свечения квантовых точек с помощью ПЗС матриц, работающих в видимом диапазоне, в зависимости от состава и размера квантовой точки на основе соединений  $\text{A}_2\text{B}_6$ . В результате исследования квантовые точки светились в видимом диапазоне только, когда легировали соединения  $\text{A}_2\text{B}_6$  определенными примесями седьмой группы таблицы Менделеева. Также изучалась спектральная зависимость свечения квантовых точек. Выяснилось, спектр излучения квантовых точек меняется как от размера квантовой точки, так и степени легирования.

Преимущества «квантовых» матриц:

- энергопотребление менее 60%;
- яркость изображения в 500-1000 раз;
- квантовые точки можно наносить на гибкие матрицы;
- у матрицы высокое разрешение;
- более богатое количество световых оттенков.

В производстве синие квантовые точки очень сложны и затратны, поэтому представленный в 2013 году компанией Sony телевизор не является совершенным. На подложке матрицы расположен слой квантовых точек синего цвета, свет которых проходит через слой красных и зеленых квантовых кристаллов, которые используется по сути в качестве светофильтров. Все это позволяет увеличивать цветовой охват в сравнении с обычными LED-телевизорами, хотя в настоящее время не доходит до уровня «чистого» QLED-телевизора. Проведенные исследования показывают более широкий цветовой охват и необходимость в светофильтре отпадает. Анализ литературы приводит к выводу, что лицевая часть матрицы в QLED-телевизорах получает больше излучения.

Выяснилось, что нанокристаллы из квантовых точек боятся перепада напряжения. Для этого необходима достаточно стабильная подача напряжения на матрицу дисплея. При отказах стабилизатора в телевизорах матрица сгорает. Поэтому актуальным является разработка высокостабильных источников питания, путем изучения как отдельных элементов с точки зрения надежности, так и доработка схемотехнических режимов работы на основе новых материалов.

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА АВТОДИННОГО СИГНАЛА

К.Р. Ловягин

Научный руководитель – Гуржин С.Г., канд. техн. наук, доцент

Получаемый на практике автодинный сигнал подвержен влиянию различных шумов и помех. Это обстоятельство может значительно сказаться на качестве восстановленного закона перемещения отражателя, особенно в случае использования техник обработки с чувствительностью менее длины волны лазера (например, метода развёртывания фазы). В связи с этим необходимо проводить предварительную обработку автодинного сигнала, которая включает в себя два этапа – фильтрация и нормализация.

Фильтрация позволяет ослабить влияние на сигнал аддитивного белого шума и единичных импульсных возмущений, вызванных увеличением уровня оптической обратной связи. В [1] используется комбинация медианного фильтра и фильтра скользящего среднего. В ходе экспериментов над зарегистрированными автодинными сигналами было установлено, что для фильтрации можно применять ФНЧ Баттерворта 2-го порядка.

Нормализация автодинного сигнала необходима при использовании для дальнейшей обработки метода развёртывания фазы. Цель нормализации – ввести сигнал в диапазон  $[-1, 1]$ . Для этого к сигналу последовательно применяются следующие математические формулы:

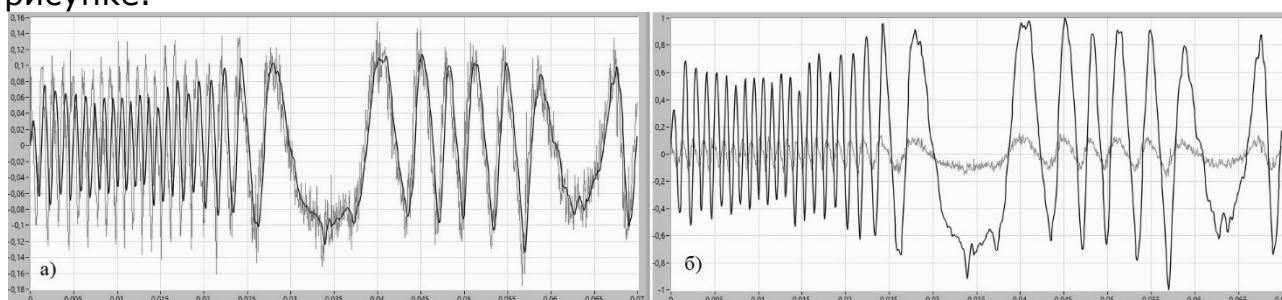
$$I(n) = I(n) - \bar{I};$$

$$I(n) = I(n) / \max |I(n)|;$$

$$I(n) = \frac{I(n) - (A+B)/2}{A-B},$$

где  $I(n)$  – автодинный сигнал,  $\bar{I}$  – среднее значение автодинного сигнала,  $A, B$  – соответственно максимальное и минимальное значения автодинного сигнала после выполнения второго шага.

Результат предварительной обработки автодинного сигнала показан на рисунке.



Предварительная обработка автодинного сигнала: а) исходный сигнал (серый) и сигнал после фильтрации (чёрный); б) сигнал после фильтрации (серый) и нормализованный сигнал (чёрный)

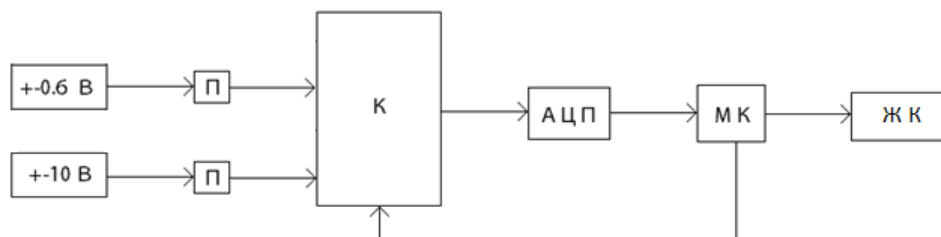
1. F. Yuanlong. Improvement of measurement performance for self-mixing interferometry based displacement sensing system // Master of Engineering by Research thesis. - School of Electrical, Computer and Telecommunications Engineering, University of Wollongong, 2011. - 122 с.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СТАБИЛИЗИРОВАННОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

А.О. Ложкин

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

Рассматривается разработка системы контроля стабилизированного источника питания. Предложена следующая структурная схема (см. рисунок):



Структурная схема системы контроля источника питания

МК – микроконтроллер;

ЖК – ЖК-модуль;

К – коммутатор;

П – преобразователь;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь.

Сигналы с измерительных каналов отрицательные, поэтому их нужно инвертировать. Проинвертируем их с помощью инвертирующего усилителя. Сигналы с измерительных каналов поступают на аналоговый коммутатор MAX388. Управление коммутатором осуществляет микроконтроллер PIC16F628A. С коммутатора значение напряжения выбранного канала поступает на АЦП, который встроен в микроконтроллер. Вывод результатов измерения будет осуществляться как на ЖК-индикатор MT-10S1, так и на ЭВМ с помощью интерфейса RS-232. Устройство подключается к ЭВМ с помощью стандартного разъема DB9.

Устройство будет питаться от розетки с напряжением 220В. Для стабилизации напряжения питания выбираем микросхемы K142EH48 и K142EH1. Для выпрямления напряжения используем диодный мост, собранный из диодов КД208А[1].

В результате проделанной работы была спроектирована система контроля стабилизированного источника питания. Данный прибор предназначен для учета напряжения, он удобен в работе, имеет небольшие массогабаритные показатели, невысокую стоимость.

Спроектированное устройство может использоваться на практике как самостоятельное устройство.

1. Садовский Г.А., Теоретические основы информационно-измерительной техники: Учебное пособие. – М.: Высш.шк., 2008. – 478 с.: ил.



# **ПРИМЕНЕНИЕ ФИЛЬТРА КАЛМАНА ДЛЯ ОЦЕНКИ КООРДИНАТ ТОЧЕЧНОГО УЗ ИСТОЧНИКА В ПРОСТРАНСТВЕННОЙ РЕШЕТКЕ УЗ ПРИЕМНИКА**

С.В. Малашин

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

Рассматриваются способы фильтрации сигнала для повышения точности оценки положения автономных систем при использовании УЗ навигации.

Рассмотрены следующие методы фильтрации сигналов:

1. Фильтр Калмана [1, 2, 3].
2. Нейронная сеть [4]
3. Метод скользящих средних [5].
4. Метод кусочного размножения оценок [6, 7]

Наиболее эффективным из рассмотренных методов фильтрации сигналов является фильтр Калмана, который обеспечивает фильтрацию и коррекцию сигналов с наибольшей точностью и обеспечивает необходимое быстрое действие систем навигации автономной системы.

Нейронная сеть показывает отличные результаты коррекции сигналов, но сложна в реализации и требует большой производительности системы.

Метод скользящих средних характеризуется задержкой отфильтрованного сигнала и низкой скоростью работы. Для коррекции выходного сигнала требуются дополнительные программные средства.

Недостатком метода кусочного размножения оценок является достаточно высокая погрешность на первых и последних результатах оценки а также общая невысокая степень фильтрации при высоких соотношениях сигнал/шум.

## *Библиографический список*

1. Мэйбек, Питер С. «Стохастические модели, оценка и контроль, Том 1»
2. Уэлч, Грег. Бишоп, Гэри. «Фильтр Калмана».
3. Браммер К., Зиффлинг Г. «Фильтр Калмана-Бьюси».
4. С. Осовский «Нейронные сети для обработки информации»
5. Стивен Смит. «The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing»
6. Марчук В.И., Румянцев К.Е., Шерстобитов А.И. «Фильтрация низкочастотных процессов при ограниченном объеме результатов измерений»
7. Шерстобитов А.И., Марчук В.И., Малинис М.П. «Синтез дискретной системы обработки сигнала на основе полиномиальной аппроксимации. Успехи современной радиоэлектроники. Зарубежная радиоэлектроника» 2012. № 6. С. 15-26.

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АКУПУНКТУРНОЙ ДИАГНОСТИКИ**

Е.П. Матюхин

Научный руководитель – Гуржин С.Г., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается актуальность неинвазивного исследования организма по биологически активным точкам (БАТ) и зонам, а также обозначены некоторые методы акупунктурной диагностики.

Развитие медицинского приборостроения немыслимо без внедрения новых технических средств диагностики и терапии в клиническую деятельность. Акупунктура как метод диагностики известен несколько тысячелетий, но внедрение способов в практику официальной медицины происходит медленно, хотя многие люди используют методы терапии без осознания такового, например, нагревают ноги во время простуды для выздоровления (иногда с ощутимым положительным эффектом).

В основе современной концепции диагностики по БАТ положена рефлексорная теория. Общеизвестно, что кожа и нервная ткань развиваются из одного зародышевого листка – эктодермы. Отсюда возникает возможность воздействия на вегетативную функцию внутренних органов посредством стимулирования некоторых БАТ или зон на коже биообъекта и осуществление диагностических манипуляций. Пальпацию и перкуссию участков тела человека неврологами, рефлексотерапевтами, остеопатами можно считать пропедевтическими клиническими методами диагностики как первый способ. И второй – инструментальный, с использованием технических устройств и методов, разработанных учеными Р. Фоллем (Германия), А. Накатани (Япония), Ю.В. Готовским (Россия), Н.Н. Кораблевым (Россия), В.Н. Сарчуком (Россия) и другими.

Важно отметить, что на биологически активных точках и зонах электропроводность кожи отличается по сравнению с другими участками кожного покрова. Она меняется в зависимости от функционального состояния внутренних органов и тканей. Более того, возможны изменения в соответствии с циркадными ритмами и состоянием здоровья человека. В настоящее время учеными изучаются взаимосвязи изменения температуры в зонах БАТ и воздействия некоторых физических факторов.

Диагностика по БАТ может успешно применяться в качестве экспресс-диагностики, диспансеризации населения, для определения направления дифференциальной диагностики и лечения. С помощью современных приборов по специальным методикам можно определить сбой в работе внутренних органов и систем, заподозрить заболевания на ранних этапах развития и своевременно заняться профилактикой.

Также стоит отметить существующую проблему в методиках многих диагностических исследований – это человеческий фактор. Большое значение уделяется силе надавливания активного шупа на БАТ, так как от этого зависят значения исследуемых параметров. Говорят, что медицина – искусство, и не каждый способен овладеть методикой проведения диагностики рутинным методом в совершенстве. Некоторые современные аппараты имеют функции автоподстройки для нахождения репрезентативных точек. Но эти приборы, как правило, отличаются от классических способов диагностики, заложенных Фоллем, Накатани и другими.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ

С.А. Мордовина

Научный руководитель – Абрамов А.М., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается моделирование передаточной функции дыхательных мышц в программной среде LabVIEW.

Дыхательные мышцы переводят нейронные сигналы в объём лёгких. Связь между количеством активных дыхательных нейронов и объёмом лёгких была смоделирована на основе механической модели, в которой предполагалось, что диафрагма подвергается одномерному линейному смещению. Сила, произведенная мышцей, является функцией количества активных нейронов. Диафрагма, которая является главной дыхательной мышцей, может быть представлена определённой эластичностью, массой и постоянной демпфирования, смещение диафрагмы используется в качестве индикатора объёма лёгкого. Смещение диафрагмы может быть выражено в терминах дифференциального уравнения, как показано в уравнении:

$$V(s) = \frac{K_f}{m_L s^2 + B_L s + K_L} N(s) \quad (1),$$

где  $V$  – дыхательный объём лёгких,  $K_f$  – мера генерируемой мышцами силы и расширения объёма как числа активных нейронов,  $m_L$  – инерционность диафрагменной системы,  $B_L$  – демпфирование диафрагменной системы,  $K_L$  – эластичность диафрагменной системы,  $N$  – число активных дыхательных нейронов.

Чтобы найти приемлемые значения параметров для уравнения (1), было использовано моделирование выходного сигнала при периодическом пилообразном входном сигнале. Входной пилообразный сигнал был нормализован так, чтобы его амплитуда равнялась единице. В соответствии с Silverthorn [1], длительность фазы вдоха была установлена в 2 с и длительность фазы выдоха в 3 с.

Механические константы для модели диафрагмы были установлены так, что легкие, полностью расслабленные на выдохе, достигали дыхательного объёма 500 мл [2].

На лицевой панели разработанного виртуального прибора, моделирующего передаточную функцию дыхательных мышц, расположены: блок вывода результатов расчёта дыхательного объёма лёгких в зависимости от времени в виде графика, блок вывода результатов расчёта нормализованного количества активных дыхательных нейронов в зависимости от времени в виде графика, блок вывода уравнения передаточной функции дыхательных мышц.

### Библиографический список

1. Silverthorn, D. U., Human Physiology, 4th ed., Pearson Education, Inc., San Francisco (2007).
2. Milhorn, H. T., Jr., The Application of Control Theory to Physiological Systems, W.B. Saunders Company, Philadelphia (1966).

## **ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА (СМК) КАК СПОСОБ ЕЕ УЛУЧШЕНИЯ**

Д.И. Назарова

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

Одним из ключевых требований ГОСТ Р ИСО 9001-2015 является постоянное повышение результативности деятельности. Для того чтобы определить на сколько система менеджмента качества результативна, необходимо ее оценить. Однако данный стандарт не содержит в себе информации о том, как конкретно это сделать, поэтому каждая организация сама разрабатывает методику и масштаб оценки результативности СМК. Как правило, в основе этих методов лежат квалитетические методы.

Анализ СМК проводится с целью обеспечения ее пригодности, адекватности и результативности, а также включает в себя оценку возможности улучшения и определение потребности в ее изменениях, в том числе в политике в области качества, целях в области качества.

Оценка результативности СМК ведется по всем процессам, которые входят:

- в процессы управления (например, анализ со стороны руководства, корректирующие действия, мониторинг процессов);
- основные процессы (например, определение требований потребителей, проектирование и разработка, закупки);
- вспомогательные процессы (например, управление персоналом, управление инфраструктурой, аутсорсинг).

Определение результативности СМК проводится на основе достигнутых целей по каждому процессу по отношению к запланированным показателям, то есть рассчитывается коэффициент результативности. Это коэффициент выражается в процентах и представляет собой отношение средне-статистической количественной оценки соответствия достигнутых показателей к запланированным значениям. В зависимости от важности процесса в формулу добавляются коэффициенты весомости от 0,2 (невесомый) до 1 (весомый) и рассчитываются коэффициенты результативности.

Для того чтобы наглядно оценить на сколько процессы СМК результативны, можно диапазон значений от 0% до 100% условно разделить на зоны: 0-35% - работы по СМК ведутся нерегулярно, СМК не решает поставленных задач; 36-60% – деятельность ведется не систематически, следовательно, это не позволяет выполнить поставленные задачи; 61-85% – деятельность ведется результативно и эффективно, но требует некоторых доработок; 86-100% – деятельность ведется максимально эффективно, СМК полностью решает поставленные задачи и постоянно совершенствуется.

Таким образом, можно определить какие процессы СМК требуют немедленного вмешательства для повышения результативности, а какие требуют поддержания и постоянного улучшения.

## СИСТЕМА ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ ДЫХАТЕЛЬНОГО РИТМА

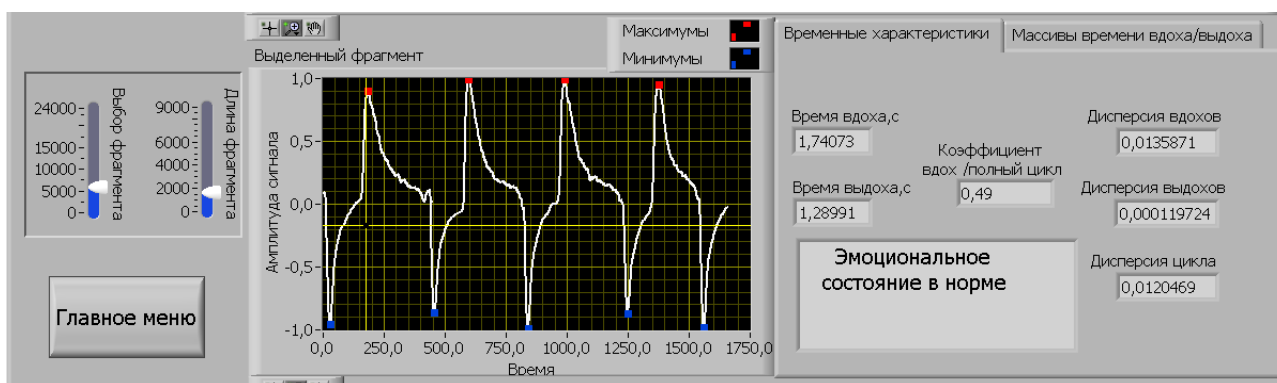
С.Ю. Панфилова

Научный руководитель – Мельник О.В., д-р техн. наук, профессор

Описывается программная реализация системы оценки вариабельности дыхательного ритма (в дальнейшем система) в среде разработки LabVIEW, а также алгоритм ее работы.

Разработанная система работает в двух режимах: режим записи сигнала дыхания и режим вычисления необходимых параметров вариабельности дыхательного ритма – отношение времени вдоха ко времени всего цикла и дисперсии вдоха, выдоха, полного цикла и коэффициента отношения вдох/полный цикл. Система записывает в файл сигнал дыхания, который поступает на ее вход с терморезистивного датчика (носовой канюли), и затем высчитывает показатели, которые являются основными для определения эмоционального состояния человека [1].

Лицевая панель системы включает лицевую панель режима записи файла и лицевую панель вычисления параметров вариабельности. На рисунке представлен фрагмент лицевой панели для вычисления параметров вариабельности дыхательного ритма.



Фрагмент лицевой панели системы для вычисления параметров  
вариабельности дыхательного ритма

На лицевой панели режима записи файла расположены индикаторы параметров формата записи сигнала дыхания, а также развертка текущей записи сигнала дыхания.

На лицевой панели вычисления параметров вариабельности расположены: развертка выбранной записи пневмограммы, развертка ее фрагмента, регуляторы выделения фрагмента текущей пневмограммы, кнопка включения/выключения выделения фрагмента, кнопка перехода системы в начало работы, регуляторы обнаружения пиков и впадин, блок вычисления параметров вариабельности.

1. Мельник О.В., Панфилова С.Ю. Анализ зависимости показателей вариабельности дыхательного ритма от психоэмоционального состояния человека // Материалы Международной научно-технической и научно-методической конференции "Современные технологии в науке и образовании (СТНО-2017)". – Рязань, 2017

## **БЕСКОНТАКТНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОННО-АПНОЭТИЧЕСКОГО СИНДРОМА**

Ю.В. Пастухов

Научный руководитель – Абрамов А.М., канд. техн. наук, доцент

Целью данного проекта является разработка бесконтактной системы диагностирования сонно-апноэтического синдрома.

В настоящее время одним из главных направлений медицины сна является исследование нарушения функции дыхания, характерных для различных групп заболеваний. К ним относятся синдром апноэ, который характеризуется как потенциально летальное состояние, определяющееся множественными остановками дыхания, отсутствием воздушного потока на уровне рта и носа в течение более 10 с [1].

Обзор современных методов исследования синдрома апноэ:

1. Полисомнография .
2. Метод биорадиолокации.
3. Оптико-локационный метод .
4. Метод бесконтактной регистрации на основе биений УЗ частот.
5. Бесконтактная регистрации ритмов сердцебиения и дыхания пациента на основе импульсных УЗ – биений.

Исследования ритмов дыхания и сердцебиения при заболевании апноэ показывают, что наиболее рационально разрабатывать прибор на основе ультразвукового метода бесконтактной регистрации процессов сердцебиения и дыхания. Сегодняшние локационные методы, как правило, не так точны, это происходит из-за того, что крайне низкая чувствительность при регистрации доплеровского сдвига частот при работе с КВЧ – излучением. Также низкая помехозащищенность, малая чувствительность, что требует использования малошумящих усилителей.

Поэтому рационально разрабатывать прибор на основе ультразвукового метода.

Ультразвук имеет ряд преимуществ, которые выступают в пользу его применения:

1. возможность получения высоких значений энергии колебаний при малых значениях амплитуды, так как энергия колебаний пропорциональна квадрату частоты; это позволяет создавать ультразвуковые пучки и поля с высоким уровнем энергии, не применяя при этом аппаратуры больших размеров;
2. техническая простая реализация методов получения ультразвука, не требующая дорогостоящих технических решений;
3. доступность разного рода ультразвуковых преобразователей в широкой продаже [1].

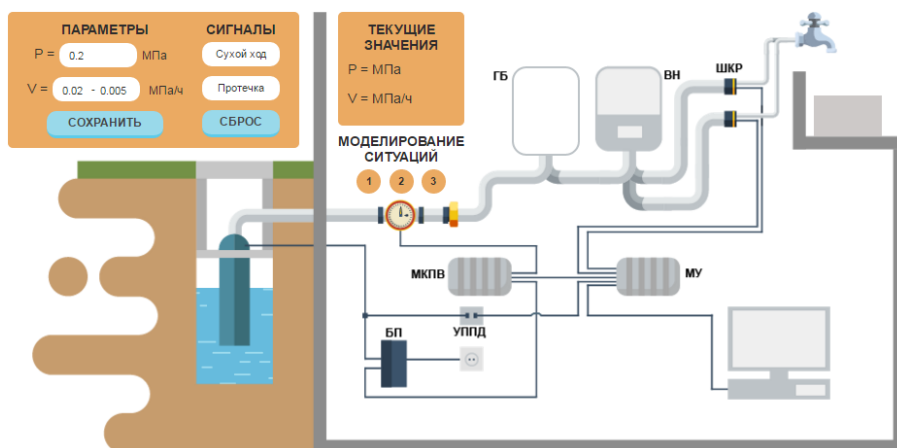
1. Гуржин С.Г., Прошин Е.М., Путилин О.Е., Шуляков А. В. Радио и оптико-локационный контроль функционального состояния пациента хрономаннитотерапии. Биорадиоэлектроника-2011- №7, стр. 18-23.

# РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

А.В. Попов

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

Представлена система контроля и управления автономным водоснабжением. Автономные системы водоснабжения жилых домов устанавливаются в случае отсутствия централизованной системы водоснабжения или в случае невозможности присоединения к ней.



Верстка автоматизированной системы водоснабжения

БП – источник бесперебойного питания, МКВП – модуль контроля протечек воды, МУ – модуль управления, УППД – устройство плавного пуска двигателя, ГБ – гидробак, ВН – водонагреватель, ШКР – шаровой кран с электроприводом.

С датчиков давления поступает информация о давлении в трубопроводе системы [1]. Если давление в магистральной трубе не ниже номинального (в данном случае 0,2 МПа), то микроконтроллер анализирует изменение давления в сети. Если в течение некоторого промежутка времени давление падает на 0,005 – 0,015 МПа, то есть вероятность течи в системе трубопровода. В этом случае в разделе «сигналы тревоги» красным цветом загорается надпись «протечка в системе». В этом случае необходимо устранить протечку и нажать кнопку сброса (Кн1) на корпусе устройства автономного водоснабжения.

При падении давления ниже 0,2 МПа включается водозаборный насос. При работе насоса отслеживается изменение давления в системе, если роста давления не наблюдается, то загорается красным цветом надпись «сухой ход». Следующее включение насоса происходит через пол часа, если насос работает на «сухом ходу», происходит автоматическое отключение и включение через час. Последующие включения происходят через 2 и 4 часа. Если после последнего перезапуска насос продолжает работу на «сухом ходу», система переходит в режим ожидания до тех пор, пока пользователь вручную не осуществит перезапуск.

1. Лурье Г.И. Датчики давления для общепромышленного назначения: учеб. пособ. 2005.

# **ВЛИЯНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА РЕПРОДУКТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ И РАЗВИТИЕ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ**

Н.А. Сенина

Научный руководитель – Клименко В.В., д-р биол. наук, профессор

Современная цивилизация использует широкий спектр электромагнитного излучения антропогенного генеза. Количество потребляемой (выделяемой) энергии за последнее тысячелетие значительно увеличилось. Возрос уровень оснащения электрическими приборами и установками не только в городах, но и в сельской местности. Электрические и магнитные поля, генерируемые как линиями электропередач (ЛЭП), так и приборами бытового и хозяйственного назначения, распространены повсюду и давно вошли в жизнь любого из нас.

Несмотря на длительный период использования электричества искусственного происхождения, системных и глубоких исследований - влияние электромагнитного излучения (ЭМИ) на живые организмы еще недостаточно изучено. С целью оценки современного состояния развития вопроса о воздействии электромагнитных полей на живые организмы был произведен анализ существующих научных работ по данной проблеме.

Малочисленны работы, посвященные эффектам ЭМП на фоне меняющихся факторов окружающей среды. Все это приводит к отсутствию единого мнения о механизмах влияния ЭМП на живые системы.

Вместе с тем, существенных успехов в комплексной оценке поведенческих и физиологических реакций живых систем на влияние ЭМП на насекомых добился профессор Е.К. Еськов, разработавший теорию механизмов восприятия ЭМП насекомыми.

Общеизвестно, что в медицинской практике среди множества методов физиотерапии отдельное направление составляет электрическое и электромагнитное воздействия на пациента. Одной из широко представленных методик является УВЧ-терапия (воздействие на организм электрическим полем ультравысокой частоты) [2]. Положительный результат, оказываемый данным видом физиотерапии, зафиксирован многими исследователями и в практике лечения [1]. Но вопрос о системных и длительных последствиях еще недостаточно изучен.

Таким образом, изучение влияния электрических полей на репродуктивные процессы и развитие живых организмов является актуальным направлением. Целью нашей работы является анализ влияния воздействия электрических полей УВЧ диапазона на репродуктивные процессы и развитие живых организмов на примере клонов тутового шелкопряда.

## *Библиографический список*

1. Абрикосов И. А. Импульсное электрическое поле ультравысокой частоты: новый фактор физиотерапии. - М.: Медгиз, 1958. - 173 с.
2. Боголюбов В.М. Курортология и физиотерапия. - М.: БИНОМ, 2008. - 437 с.



## **КОРРЕКТИРУЮЩИЕ И ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЕ ДЕЙСТВИЯ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ НЕСООТВЕТСТВИЙ**

Е.Ю. Сиваконов

Научный руководитель – Клочков А.Я., канд. техн. наук, доцент

Предупреждающие и корректирующие действия являются основными инструментами, которые позволяют улучшать и совершенствовать систему менеджмента качества. Возникновение потребности в разработке корректирующего или предупреждающего действия является следствием выявленного существующего или потенциального несоответствия, а именно невыполнение нормативных, законодательных и иных установленных требований в отношении предоставления потребителю продукции или услуги.

Часто несоответствия на предприятии возникают в результате проведенных инвентаризаций, обследований, аудитов и экспертных оценок как фактического, так и предполагаемого состояния предприятия. Источниками информации могут быть результаты: внутренних проверок, удовлетворенности покупателей качеством продукции, второстепенных и ключевых процессов, анализа готовой продукции.

Для определения и прогнозирования потенциальных угроз и опасностей эффективно используются инструменты и механизмы системы менеджмента качества. В зависимости от того потенциальными являются несоответствия или уже обнаруженными, т.е. в зависимости от характера несоответствий, к ним применяются либо корректирующие, либо предупреждающие действия. В документации о корректирующих и предупреждающих действиях содержится важная информация о существующих и потенциальных рисках, что облегчает работу для персонала, особенно если были произведены изменения в нормативной документации, либо был принят на работу новый человек.

В целях устранения причин обнаруженных несоответствий нами разрабатываются корректирующие и предупреждающие действия, что гарантирует нам предотвращение повторного их появления.

Исследование и анализ предприятий показал, что часто возникают отказы оборудования и всевозможные сбои в работе, посредством влияния человеческого фактора это подтверждают также и средства массовой информации. При крупных авариях имеет место повреждение имущества, здоровье работников, окружающей среды.

# **ОБЗОР МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В ИМПУЛЬСНЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ**

Д.В. Ситников

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

Рассматриваются проблематика и способы повышения помехоустойчивости передачи информации в импульсных системах связи, применяемых в телеметрических системах малой дальности, при воздействии импульсных помех.

Рассмотрены следующие методы борьбы с импульсными помехами:

1. Компенсационный метод [1, 2].
2. Селекция по амплитуде.
3. Метод накопления [3].
4. Селекция по длительности [4, 5].
5. Метод защитного кодирования [6].
6. Стробирование по максимуму [7].
7. Слежение за усредненным значением информационного параметра [8].
8. Слежение за мгновенным значением информационного параметра [9].

Наиболее эффективным из рассмотренных методов при подавлении как одиночных, так и группированных в пачки помех, признан метод стробирования при слежении за мгновенным значением, который обеспечивает более высокую помехоустойчивость приема в условиях интенсивных импульсных помех.

## *Библиографический список*

1. Бабанов, Ю.Н. О развитии методов защиты систем радиосвязи от импульсных помех. Ю.Н.Бабанов, Я.Г.Родионов, В.Ф. Рябков, А.М. Шабалин. Радиотехника, 1967. Т. 22. - № 11. - С. 16.
2. Гольдберг А.П. Характеристики систем подавления импульсных помех. Электросвязь, №2, 1966.
3. Харкевич А.А. Борьба с помехами. М., Наука, 1965.
4. Еремин Г.В. Селекция импульсов по длительности. Вопросы радиоэлектроники, серия XII, вып.19, 1960.
5. Кловский Д.Д. Передача дискретных сообщений по радиоканалам. М., Радио и связь, 1982.
6. Аветов Ю.В. Метод обеспечения помехоустойчивости импульсной информации. Приборостроение, т.9, №5, 1966.
7. Гольдберг Б.С., Мусаелян С.А., Невдяев Л.М., Эйдуз Г.С. Синхронные методы демодуляции сигнала ФИМ в условиях воздействия импульсных помех. Вопросы радиоэлектроники, вып.8, 1968.
8. Radio-transmission system for selective pulse communication between stations which share a frequency band with other stations. United States patents US3375443A, Gaston Salmel, 1968.
9. Прошин Е.М., Струтинский Ю.А., К вопросу повышения помехоустойчивости систем с частотно-импульсной модуляцией. Труды РРТИ, вып.44, 1973.

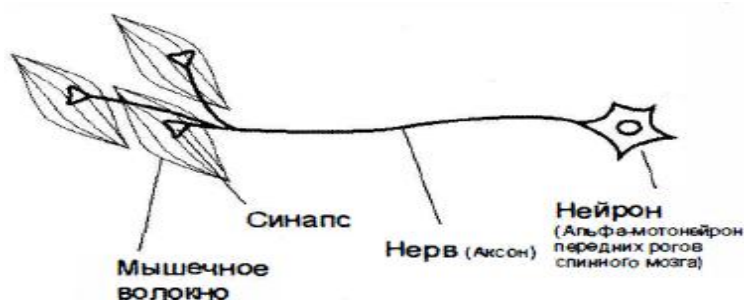
## ПРОБЛЕМЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

О.И. Тювакова

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

Рассматриваются проблемы в процессе проведения электромиографической диагностики с помощью локальной (или игольчатой) методики. Данный вид исследования для определения поражений скелетных мышц человека является наиболее информативным среди других видов электромиографии. С помощью игольчатой методики можно зарегистрировать потенциалы действия одной двигательной единицы.

Двигательная единица (ДЕ) представляет собой контакт посредством синапса альфа-мотонейрона передних рогов спинного мозга с совокупностью мышечных волокон, которым передаются двигательные импульсы (см. рисунок).



Схематическое изображение ДЕ

Выделяют два вида ДЕ:

- медленные ДЕ, иннервация которых осуществляется за счет малых альфа-мотонейронов;
- быстрые ДЕ, иннервация осуществляется за счет больших альфа-мотонейронов.

В каждой скелетной мышце находятся медленные и быстрые ДЕ, но в некоторых мышцах превалирует один из видов. Применяя локальную методику электромиографической диагностики, можно осуществить оценку параметров медленных ДЕ [1].

При определенных заболеваниях (поражение мотонейронов, миопатия различного происхождения и др.) без применения локальной методики обойтись невозможно. Несмотря на то, что этот вид исследования мышечного волокна является наиболее информативным, существуют проблемы в его применении: коматозное состояние пациента, наличие инфекций (ВИЧ или гепатит), проблемы со свертываемостью крови, наличие гнойных или незаживающих ран вблизи проведения диагностики, эпилепсия, возрастные ограничения (детский и пожилой возраст), высокая болевая чувствительность. Для решения проблем в применении этой методики при диагностике скелетных мышц предлагается изучить в среде LabVIEW возможность получения данных о потенциалах действия одной ДЕ, используя интерференционную электромиограмму.

1. Зайченко, К.В. Съём и обработка биоэлектрических сигналов. - СПбГУАП. СПб. 2001. - 140 с.

## **РАСЧЁТ НАДЕЖНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АСОНИКА**

Е.В. Мариничев

Научный руководитель – Смоляров Н.А., канд. техн. наук, доцент

Рассмотрен комплекс программных компонентов «АСОНИКА» и как с помощью компонентов «АСОНИКА-Р», «АСОНИКА-ТМ» и «АСОНИКА-Б» можно определить параметры безотказной работы электрорадиоизделия и какие изменения в конструкции необходимо произвести для достижения требуемой надежности. И было описано обоснование необходимости резервирования.

Резервирования в подсистеме АСОНИКА-Б:

- пассивное резервирование с неизменной нагрузкой;
- активное нагруженное резервирование;
- активное ненагруженное резервирование;
- активное облегченное резервирование.

Для лучшего понимания, как производятся расчёты в программе АСОНИКА-Б, была приведена структурная схема работы программного обеспечения и описан принцип работы математического ядра, используемого для расчёта безотказности приборов. Данное математическое ядро включает в себя математические модели, хранящейся в базе компонента «АСОНИКА-БД»

Компоненты «АСОНИКА-Б» и «АСОНИКА-Р» могут значительно облегчить работу проектировщикам с помощью автоматического создания документации и значительно сократить время согласований с помощью информационного обмена между компонентами комплекса подсистем «АСОНИКА».

## **ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Е.В. Мариничев

Научный руководитель – Клочков А.Я., канд. техн. наук, доцент

Рассмотрены некоторые вопросы, непосредственно касающиеся оценки необходимых требований к системе управления охраной окружающей среды. Управление охраной окружающей среды – это одна из составляющих системы экологического менеджмента, которая вбирает в себя: чёткую упорядоченную структуру, направление ответственности, практическую работу, а также процедуры процессов изготовления, нововведений, оценки, полученных в ходе исследования, результатов выполнения и модернизации экологической политики.

В ходе изучения данной проблемы выяснилось, что система управления охраной окружающей среды дает предприятию возможность организовать, объединить процессы, которые направлены на получение постепенного улучшения, степень которого может определять сама организация в зависимости от разного рода обстоятельств.

Внедрение экологически важных направлений работы в общую систему управления охраны окружающей среды может привести к эффективной интеграции системы управления охраной окружающей среды, а также воздействовать на повышение производительности организации в целом и на распределение обязанностей, позиций в управлении.

Изучив ГОСТ Р ISO 14001-98, был сделан вывод, что экологическая политика должна рассматриваться, как движение процесса интеграции и улучшения, модернизации системы экологического менеджмента предприятия, которая должна быть направлена на повышение результатов деятельности предприятия. Экологическая политика должна показывать озабоченность руководства предприятия данной проблемой, его обязанности в отношении соответствия требованиям законодательства.

## **ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЦИФРОАНАЛОГОВЫХ СИСТЕМ**

А.А. Хамитов

Научный руководитель – Прошин Е.М., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию средства контроля цифроаналоговых систем.

Рано или поздно в процессе эксплуатации современной техники возникает сбой. Для предотвращения и разрешения таких ситуаций используются диагностика или ремонт соответствующего сбоя. И так как в современной технике обычно всегда есть микроконтроллер (МК), а чаще всего и микроконтроллеры, то рассмотрение вопроса диагностики микроконтроллеров будет наиболее интересным.

При осуществлении контроля главным является детектирование параметрических сбоев. МК содержит большое количество внутренних компонентов. Это и память, и универсальные порты ввода-вывода, и таймеры-счётчики, и интерфейсные модули, и т.п. Контроль этих составляющих на самом деле сложен и выполняется по специальным методам. Рассмотрим диагностику основных компонентов МК. Это оперативная память, FLASH-память, универсальный синхронный /асинхронный приёмник/передатчик, последовательный периферийный интерфейс, таймеры-счётчики, аналого-цифровой преобразователь.

Диагностика USART-порта (универсальный синхронный /асинхронный приёмник/передатчик) и SPI-порта (последовательный периферийный интерфейс) заключается в правильности приёма и передачи диагностирующих (заранее подготовленных) контрольных слов. Когда проходит N-е число проверок контрольным словом, то генерируется новое контрольное слово.

Диагностика оперативного запоминающего устройства и FLASH-памяти сводится к записи тестового 32-х битного кода в блок памяти с последующем считыванием значений и сравнением его с исходным. Сбой регистрируется в случае, если не совпадает слово полученное со словом исходным. Далее для тестирования генерируется другое слово, и оно также проходит через ячейки памяти.

Диагностика таймер-счетчика происходит путём построения меандра с частотой 1Гц. Далее сравнивается частота импульсов от таймеров-счётчика с заданной частотой 1Гц. Если есть несоответствие частот, регистрируется ошибка таймер-счётчика.

Дальнейший задел это разработка способов диагностики АЦП и ЦАП.

## **РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ И УСКОРЕНИЯ ОБЪЕКТА**

А.Н. Цымдянкин

Научный руководитель — Виноградов А.Л., канд. техн. наук, доцент

Рассматриваются различные способы разработки адаптивного устройства для измерения скорости и ускорения объектов, которое минимизировало бы погрешность от влияния окружающей среды на полученный результат измерения.

Скорость — векторная физическая величина, характеризующая быстроту перемещения и направление движения материальной точки относительно выбранной системы отсчёта. Ускорение — физическая величина, определяющая быстроту изменения скорости тела, то есть первая производная от скорости по времени [1].

Среди методов измерения скорости и ускорения были рассмотрены бесконтактные, такие как радиочастотные и оптические. Радиочастотный радар передает высокочастотные радиосигналы, направленные на объект измерения, и принимает сигналы, отраженные от него. Частота принятого сигнала изменяется пропорционально скорости перемещения объекта. По отраженному радиосигналу, вернувшемуся на приемник, устройство измеряет отклонение частоты и вычисляет скорость объекта измерения.

Оптический радар излучает невидимые для глаза короткие импульсы лазера, направленные на объект, с определенным фиксированным интервалом времени. Эти импульсы отражаются от объекта измерения и возвращаются на приемник светового излучения. Устройство фиксирует изменение дальности до объекта по времени задержки каждого отраженного импульса и вычисляет скорость на основе данных об изменении дальности через определенный промежуток времени.

Вычисление ускорения происходит путем сравнения скоростей через определенные промежутки времени.

В качестве способа реализации был выбран оптический метод. Данный выбор обоснован возможностью точного выделения нужного объекта среди множества других, а также необходимым диапазоном скоростей и дальностью измерения. Планируется оснастить устройство камерой и дисплеем с прицельной меткой, которая совпадает с направлением луча и на который выводится вся необходимая информация об измерении.

Основной сферой использования устройства является определение скорости и ускорения транспортных средств, а также в некоторых видах спорта.

1. Старжинский В. М. Теоретическая механика. — М.: Наука, 1980. — 464 с.

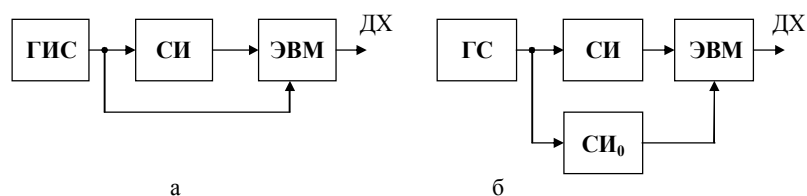
## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Ю.А.Черняк

Научный руководитель – Абрамов А.М., канд. техн. наук, доцент

Определение динамических характеристик измерительных цепей – центральная часть обеспечения единства динамических измерений. Знание этих характеристик позволяет решать задачи, связанные с выбором средств измерений, оцениванием динамических погрешностей и коррекцией динамических характеристик.

Определение динамических характеристик проводят по двум основным типовым схемам: методом образцовой меры (рисунок, а), и методом образцового прибора (рисунок, б) [1]. В первом случае роль образцовой меры играет генератор образцового испытательного сигнала ГИС. Результаты с выхода исследуемого средства измерения СИ (в цифровых средствах АЦП) подвергаются математической обработке в ЭВМ. Во втором случае испытательный сигнал формирует ГС. Результаты преобразования исследуемого СИ и образцового СИ<sub>0</sub> подвергаются аналогично математической обработке.



Типовые методы измерения динамических характеристик

Процесс измерения включает следующие операции:

- воспроизведение испытательного сигнала. Испытательный сигнал при автоматизации измерений может формироваться посредством образцового ЦАП, управляемого от ЭВМ;
- регистрация результатов преобразования (выходного сигнала исследуемого СИ);
- математическая обработка данных (испытательного и преобразованного сигналов) по специальной программе для определения динамической характеристики и погрешности ее определения.

При этом выделяются важнейшие теоретические задачи, основными из которых являются:

- анализ методов и создание алгоритмов обработки данных по результатам экспериментов;
- формирование требований к испытательным сигналам;
- установление требований к характеристикам измерительных устройств, применяемых для определения динамических характеристик исследуемых объектов.

1. Грановский В.А. Динамические измерения. Основы метрологического обеспечения. – Л.: Энергоатомиздат, 1984. 224 с.

## **ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ**

Ю.А.Черняк

Научный руководитель – Абрамов А.М., канд. техн. наук, доцент

При разработке и экспертизе методов измерений, в частном случае – методов контроля погрешности СИ при их поверке, возникает необходимость расчета погрешности измерений и показателей достоверности контроля погрешности при проведении измерений и контроля по заданному методу. Такие расчеты в простейших случаях могут быть выполнены аналитически. В более сложных случаях, к которым, в частности, относятся измерения, выполняемые с использованием ЦИМ ИИС, и контроль погрешности ЦИМ, аналитические расчеты оказываются практически неприменимыми или дают слишком приближенные результаты. Особые сложности возникают в тех случаях, когда необходимо исследовать нелинейные системы, когда в ИИС встречаются такие существенно нелинейные элементы, как ЦИМ.

Решение практических задач методами моделирования на ЭВМ оказывается предпочтительнее аналитических расчетов, а иногда и единственно возможным в тех случаях, когда на исход исследуемого процесса (операции) влияет много взаимосвязанных случайных факторов и отсутствует возможность обоснованного выделения «существенных» факторов из общей совокупности влияющих [1,2]. Основными требованиями, предъявляемыми к имитационной программной модели (далее модели) системы метрологического испытания, являются:

- максимально возможный уровень автоматизации всех этапов проведения метрологических испытаний;
- использование единой среды программирования для проектирования гистограммного метода и его дальнейшего развития метода СГ, формирования широкого набора образцовых испытательных и управляющих сигналов, создания имитационных моделей ЦИМ с реальными и идеальными метрологическими характеристиками, определения и оценивания искомых параметров и представления полученных результатов в виде разнообразных зависимостей;
- высокая степень совместимости с другими языками программирования, встраиваемыми вспомогательными аппаратными средствами и испытываемыми СИ.

Перечисленным требованиям в значительной мере отвечает среда графического программирования Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench (LabVIEW).

### *Библиографический список*

1. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент (Численные методы): учеб. пособие / Б.А. Алпатов, В.П. Кузнецов, В.А. Тарасов, Е.П. Чураков; под ред. Е.П. Чуракова. – Рязань: РГРТА, 1995. – 96 с.
2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. – М.: Наука; Физматлит, 1997. – 428 с.



## **СЕКЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

### **АНАЛИЗ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

Д.М. Евграфов

Научный руководитель – Колесенков А.Н., канд. техн. наук, доцент

Основной задачей экологического мониторинга является оперативное обнаружение загрязнений окружающей среды, возникающих под воздействием разного рода антропогенных и природных факторов. При своевременном и эффективном определении источников таких загрязнений появляется возможность оперативного планирования природоохранных мероприятий. Особо ценен источник объективной информации о состоянии окружающей среды на территориях с высоким уровнем урбанизации и по близости с экологически опасными предприятиями. Одним из таких источников могут являться космические снимки сверхвысокого разрешения (менее 1 м) со спутников Worldview, Cartosat, Eros и т.д., которые позволяют проводить измерения объемов свалок бытовых и промышленных отходов независимо от их удаленности и дорожной доступности, обнаруживать выбросы в атмосферу, а в районах нефтяной добычи космические снимки позволяют получать информацию об утечках и побочных загрязнениях.

Шлейфы пыли или дыма, образующиеся при загрязнении воздуха газовыми веществами, на космических снимках представляются в виде лентообразных или клиновидных участков, которые выглядят более светлыми на любом интервале диапазона длин волн 0,5-1,1 мкм.

Наиболее характерными особенностями мусорных свалок являются их неправильная форма и предрасположенность к образованию вдоль автомобильных и железных дорог, а также берегов и склонов естественных и искусственных водоемов. Содержащиеся на свалках материалы с высокими коэффициентами отражения приводят к образованию на космических снимках участков, окрашенных, как правило, в белый, светло-желтый либо светло-голубые цвета [1].

В случае возникновения утечек в районах нефтяной добычи образуются светло-серые нефтяные пятна, которые сильно контрастируют с окружающей местностью, что облегчает их дешифрирование.

При необходимости мониторинга известных опасных объектов (нефтехимические заводы, склады химической продукции, трубопроводы и т.д.) целесообразно проведение сравнения космических снимков одного и того же участка территории, полученных в разные промежутки времени. Это позволит оперативно выявить источник загрязнения и принять меры для его нейтрализации.

1. Как ГИС помогают бороться со свалками [Электронный ресурс], URL: <http://cnews.ru> (дата обращения 07.04.17).

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КИБЕР-ФИЗИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

А.Е. Колпаков

Научный руководитель - Колесенков А.Н. , канд. техн. наук, доцент

Кибер-физические системы сегодня находят повсеместное применение, интегрируются во многие сферы нашей жизни. Включая в себя вычислительные элементы, взаимодействующие с распределенными в физической среде интеллектуальными датчиками и другими источниками информации, они при помощи исполнительных элементов могут вносить изменения в кибер-физическую среду.

Все элементы кибер-физических систем зачастую рассредоточены территориально, порой на очень большие расстояния. Распределенные системы датчиков могут находиться за многие километры от вычислительных элементов, которые, в свою очередь, не всегда находятся рядом с исполнительными узлами. Связь между элементами кибер-физических систем можно осуществлять несколькими способами, каждый из которых имеет ряд преимуществ и недостатков, описанных далее.

Интернет. Обладает высокой доступностью и надежностью в городах и населенной местности, однако в малонаселенных районах практически отсутствует, и его использование становится нерациональным: затраты на организацию каналов связи, их поддержку или аренду могут отрицательно сказаться на общей стоимости проекта. Более того, Интернет-каналы являются открытыми, и необходимо предпринимать ряд мер по защите передаваемых данных и защите элементов кибер-физических систем от стороннего воздействия.

Радиоканалы. Данные каналы связи не ограничены территориально и могут с одинаковой эффективностью использоваться в любых районах, однако данные каналы подвержены помехам, а дальность передачи напрямую зависит от мощностей передатчика и приемника, что может повлечь за собой увеличение энергозатрат или размеров датчиков, а это бывает недопустимо.

Группировки малых космических аппаратов. Благодаря развитию микроэлектроники, вычислительной техники и технологий телекоммуникации были созданы предпосылки для разработки и создания сравнительно недорогих космических аппаратов. Группировки таких спутников могут стать альтернативой Интернет-каналам, а благодаря открытости стандартов разработки они могут использоваться для трансляции практически любых типов данных. Наиболее распространенным форматом таких спутников сегодня является доступная стоимость развертывания по отношению к более крупным спутникам, низкие затраты на поддержание группировки, а также широкие наработки научного сообщества. Это делает взаимодействие элементов кибер-физических систем через группировки МКА довольно перспективным направлением развития.

## **КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ УЧЕТА ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

Д.А. Мелкова

Научный руководитель – Тишкин Р.В., канд. техн. наук

В настоящее время в Рязани существует проблема организации работы общественного транспорта. Вопрос о том, какими путями, в какое время и в каком объеме передвигается население по городу, проработан недостаточно. Для обеспечения наименьшего интервала движения транспорта и создания более комфортных и безопасных условий перевозок населения необходимо решить задачу оптимизации движения общественного транспорта.

Чтобы решить данную задачу, следует проанализировать дорожную сеть города с целью дальнейшей проработки маршрутов и расписания движения. Ручной анализ может быть затруднителен, в связи как с немалым числом дорог, так и с объемом факторов, которые необходимо учитывать при анализе: существующие маршруты, дни недели и время, в которое осуществляются перевозки, а также удаленность участков дорог от различных объектов городской инфраструктуры. Для автоматизации проведения анализа можно воспользоваться механизмом кластеризации.

Целью кластеризации данных является объединение объектов в группы, или кластеры, таким образом, что внутри группы оказываются наиболее похожие объекты, при этом объекты разных групп максимально отличаются друг от друга. Каждый объект представляется как вектор некоторого числа  $n$  характеристик и рассматривается как точка в  $n$ -мерном пространстве. Мерой сходства объектов является расстояние между объектами в этом пространстве [1].

В данном случае в роли объектов выступают участки дорожной сети. Критерием кластеризации служит близость к жилым зонам, объектам проведения досуга и отдыха, а также к промышленным зонам. Любой участок дороги не может быть отнесен исключительно к какой-либо единственной зоне, он будет в некоторой мере относиться к каждой из них. Полученные при кластеризации группы будут отражать степень привлекательности участков дорог для населения и, соответственно, загруженности общественного транспорта в определенные дни недели и интервалы времени.

Результаты проведения анализа позволят сделать вывод о том, какие из участков дорожной сети нуждаются в переосмыслении существующего расписания и необходимости принятия мер для повышения эффективности доставки пассажиров.

1. Колесенков А.Н., Мелкова Д.А. Методы кластеризации данных в геоинформационных системах // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2016: сб. тр. междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф.: в 4 т. Т.2./ под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2016. С. 121-123

## **РЕАЛИЗАЦИЯ БЕСПРОВОДНОГО ОБМЕНА ДАННЫМИ ВНУТРИ СЕТИ ОДНОТИПНЫХ УСТРОЙСТВ**

А.А. Мельников

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

При обеспечении беспроводной передачи данных между устройствами сети немаловажным фактором является гибкость сети и её безотказность. В условиях ограниченности расстояния радиопередачи каждый элемент сети должен являться и приёмником, и ретранслятором сигнала. Дабы избежать переизбытка трафика в сети, пакеты данных должны передаваться по строгим маршрутам и не восприниматься устройствами не входящими в этот маршрут.

Если сеть состоит из множества устройств, то потребуются значительные вычислительные мощности, чтобы проанализировать карту сети и построить оптимальный маршрут передачи пакета данных. В данных условиях оптимальным решением будет использование головного устройства (ГУ). В случае если одному из элементов сети потребуется передать данные другому и они не находятся в прямой доступности друг друга без посредников, то следует сигнал передать до ГУ, а тот, в свою очередь отправит сигнал уже до конечного получателя. ГУ должно хранить в ОЗУ таблицу маршрутов к каждому элементу сети. Чтобы иметь возможность построения такого маршрута и точной идентификации устройства, каждое устройство должно иметь свой собственный ИД номер. Также ИД номер должна иметь и сама сеть. Маршрут представляет собой последовательность ИД номеров устройств. Для построения маршрутов ГУ должно хранить информацию по соседствующим устройствам и на основании этих данных выполнять построение маршрутов. При расчёте маршрутов используется единственный критерий - количество промежуточных устройств между ГУ и конечным получателем данных.

Если принять во внимание, что трафик с устройства идёт только в сторону ГУ, то в ОЗУ устройства следует хранить только ИД устройства ближайшего к ГУ. Также каждое устройство должно хранить в ОЗУ сведения об устройствах доступных для прямого обмена данными, и в случае изменения доступности соседей, уведомлять об этом ГУ для пересчёта таблиц маршрутизации.

С учетом обозначенных требований в обобщённом виде представлен алгоритм обмена данными. Для ускорения чтения и интерпретации пакета данных можно разделить пакеты данных на несколько видов и для каждого предопределить алгоритм обработки. Использование данного алгоритма при обмене данными для группы однотипных устройств, объединённых в единую сеть, повысит надёжность передачи и снизит нагрузку на вычислительные мощности элементов сети.

## **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КАТАЛОГИЗАЦИИ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ДАННЫХ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ**

М.А. Наумова

Научный руководитель - Бодров О.А. ., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время национальные организации, принимающие участие в наблюдении Земли с использованием спутниковых систем различны. Учитывая быстро растущие объемы и разнородность результатов наблюдения спутников при использовании космических средств и решений, основной проблемой является вопрос доступности данных для всех пользователей экономически эффективным и рациональным методом [1].

Максимально эффективно использовать имеющиеся космические снимки позволяет их каталогизация (создание и пополнение базы метаданных, описывающих космоснимки). Такой способ хранения позволит систематизировать данные, обеспечит быстрое извлечение информации о хранимых данных, организует их поиск и выборку.

В соответствии с современными стандартами ISO 19100 метаданные, характеризующие космические снимки, должны содержать следующую информацию:

- 1) общее описание данных;
- 2) местонахождение данных;
- 3) дата получения данных;
- 4) сведения о поставщике данных.

Использование метаданных, предназначенных для описания космических снимков, позволяет представить информацию в наиболее удобном виде, что позволяет осуществить связь между ними и каталогом.

Одним из основных методов каталогизации изображений, получаемых со спутников, является индексация данных, которая включает в себя присвоение уникального номера изображению и сохранение соответствующей метаинформации в базе геоданных.

В качестве хранилища метаданных целесообразно применить реляционную базу данных, на уровне которой обеспечивается целостность и непротиворечивость данных. Следует отметить, что характеристики объектов могут быть расположены в отдельных таблицах базы геоданных, что позволит использовать словари значений атрибутов.

Каталог космических снимков должен обеспечивать:

- 1) многокритериальный поиск снимков по метаданным;
- 2) обновление, добавление и удаление данных в каталоге.

На данный момент существует большое разнообразие форматов метаданных спутниковых изображений. При построении каталогов данных ДЗЗ это приводит к необходимости использования большого количества ПО разных поставщиков, либо создания множества модулей, поддерживающих разнообразные форматы метаинформации.

1. EUMETSAT: [Электронный ресурс], URL: <http://www.eumetsat.int> (дата обращения 16.02.2017).

## **ВЫБОР ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ АППАРАТУРЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ**

В.В. Сергушкин

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

Рассматривается вопрос проектирования интерфейса для взаимодействия оператора с устройством передачи данных в сетях Ethernet.

Существуют различные варианты пользовательского интерфейса (User Interface - UI) такие, как: визуальный интерфейс, голосовой интерфейс, жестовый интерфейс. Наиболее эффективным и удобным с точки зрения пользователя является графический UI.

Визуальный UI подразделяется на текстовый UI (в частности, интерфейс командной строки) и графический UI.

Вначале рассмотрим текстовый UI. При взаимодействии посредством интерфейса командной строки пользователь устанавливает связь с устройством при помощи специализированного программного обеспечения (ПО), присутствующим на большинстве операционных систем, в Windows это telnet, hyperterminal, в Linux telnet и minicom. И всё дальнейшее взаимодействие осуществляется при помощи ввода команд в ASCII-коде, т. е. в понятных для человека символах, к примеру: «config» - управление конфигурацией, «show» - просмотр настроек. С точки зрения реализации данного функционала со стороны оборудования наибольшей гибкости можно достичь при помощи языка программирования «Lua», который позволяет легко интегрировать исходный код модуля интерфейса командной строки с остальным кодом аппаратуры передачи данных.

В свою очередь, графический UI подразделяется на оконный интерфейс и web-ориентированный интерфейс.

В последнее время в области встраиваемых систем набирает популярность web-ориентированный интерфейс при помощи протокола HTTP. Оператор оборудования осуществляет управление и просмотр настроек при помощи web-браузера путем перехода на web-страницу устройства. Таким образом управление возможно с любого устройства, оснащенного web-браузером, даже с обычного телефона. Для программной реализации со стороны аппаратуры передачи данных, необходимо чтобы web-сервер осуществлял интерпретацию действий пользователя в соответствующие команды. Далее эти команды при помощи межпроцессорного взаимодействия (inter-process communication — IPC) передаются модулю обработки для выполнения. В качестве интерпретируемого языка для web-сервера целесообразней использовать язык Lua, так как с его помощью разрабатывается текстовый UI, что, в свою очередь, уменьшает количество языков программирования, при помощи которых разрабатывается устройство, и упрощает общую интеграцию UI в проект.

В зависимости от имеющихся аппаратных ресурсов возможен запуск как интерфейса командной строки, так и графического web-ориентированного интерфейса. Программно же необходимо реализовать оба варианта.

# **СТРУКТУРА ПРИЛОЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И ОЦЕНКА ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ**

В. А. Слинкин

Научный руководитель – Колесенков А.Н., канд. техн. наук, доцент

Информационная система поддержки принятия решений (ИСППР) разработана для предприятия по производству конкретных изделий. В научно-исследовательской работе выбрано предприятие по производству герконов [1].

Приложение ИСППР в условиях неопределенности при производстве герконов было разработано в интегрированной среде разработки Delphi 7.

Рассмотрена структура приложения, а именно форма для сравнения изделий (герконов) по их соответствующим характеристикам.

В системе реализована процедура оценки риска ошибочных решений со стороны пользователя, а также проведена оценка эффективности ИСППР по скорости принятия решений [2].

Разработанная формула для оценки временной эффективности ИСППР по скорости принятия решений со стороны пользователя имеет вид:

$$T = N * (A + B + K + \sum_{i=1}^m a_i + \sum_{i=1}^m b_i) + Y ,$$

где N – количество сравнений двух герконов.

Обозначения составляющих данной формулы представлены в виде времени, затраченного на: A – выбор первого геркона для сравнения; B – выбор второго геркона для сравнения; K – нажатие кнопки «Анализ»;  $a_1, a_2, \dots, a_m$ ;  $b_1, b_2, \dots, b_m$  – просмотр характеристик первого и второго герконов; Y – нажатие кнопки «Выбрать 1-ый геркон» или «Выбрать 2-ой геркон».

Оценка эффективности ИСППР производилась с помощью метода GOMS, который позволяет оценить эффективность интерфейса по скорости его работы с помощью заданных операторов.

В результате оценки эффективности можно сделать вывод, что время, затраченное на выбор геркона, будет наименьшим при минимальном количестве сравнений и меньшем количестве сравниваемых характеристик изделий.

## *Библиографический список*

1. Слинкин В.А. Информационная поддержка принятия решений при производстве радиотехнических элементов в условиях неопределенности. Материалы II научно-технической конференции магистрантов Рязанского государственного радиотехнического. Часть 1 – Рязань: РГРТУ, 2016. – С. 99-101.
2. Колесенков А.Н., Слинкин В.А. Информационная поддержка принятия решений в условиях неопределенности на промышленном производстве. Материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2016. – С. 301-303.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ДОГОВОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

Д.И. Толстых

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

Рассматривается ряд проблемных вопросов по автоматизации договорной деятельности в связи с принятием ФЗ № 275-ФЗ от 29.12.12 г. "О государственном оборонном заказе".

Для автоматизации учета договорной деятельности для предприятий аэрокосмической отрасли разрабатывается конфигурация с использованием платформы «1С:Предприятие», в виде расширения для типовой конфигурации «1С:Бухгалтерия», которая имеет стандартный диалоговый режим взаимодействия с пользователем.

Разрабатываемая конфигурация должна обеспечивать возможность ввода, корректировки, хранения, поиска и вывода необходимых данных для получения информации экономическим отделом, отделом бухгалтерии, снабжения и руководителя предприятия.

Система позволяет вести:

- Учет договоров в разрезе партий, которые необходимо выполнить по договору;
- Учет статуса банковского счета;
- Учет открытых банковских счетов по каждому договору с контрагентом;
- Учет схемы кооперации;
- Формирование и печать оперативных отчетов, автоматизация анализа договорной деятельности организации.

Кроме ведения реестра договоров, она позволяет управлять реестром банковских счетов для каждого договора и отслеживать в каком статусе находится счет: зарезервирован, открыт, закрыт. По каждой партии договора можно отследить следующую информацию: наименование партии, срок партии, статус партии, стоимость партии, процент аванса партии, сумма аванса, дата счета на аванс, ссылка на счет на аванс, статус счета на аванс, дата отгрузки, ссылка на документ отгрузки (поступления), дата счета на окончательный расчет, ссылка на счет, статус счета на окончательный расчет. Ссылки на документы позволяют в текущем режиме просматривать необходимые документы. Также организован отдельный реестр, который содержит наименование договора, банковский счет организации, наименование контрагента, банковский счет контрагента. Это необходимо для того, чтобы при выставлении счета и выписке документов на отгрузку отделом бухгалтерии поля счет организации и счет контрагента заполнялись автоматически и не приходилось каждый раз просматривать договор. Отчет «Схема кооперации» позволяет отследить, какие денежные средства поступили от заказчика и какие обязательства имеет организация по данному банковскому счету. Отчет «Договора контрагентов» позволяет отследить какие счета необходимо выписать бухгалтеру, какие спец. счета находятся в статусе зарезервирован, какие документы на отгрузку необходимо выписать в данном месяце и есть просрочки по контрактам.

Таким образом, реализация данных функций сокращает время создания документов, отражающих хозяйственную деятельность организации, и сокращает количество ошибок, связанных с расчетами по спецсчетам.



## **СПЕКТРАЛЬНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КАК СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОГО МАСШТАБИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Д.В. Фетисов

Научный руководитель – Колесенков А.Н., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается ряд проблемных вопросов по использованию спектрального преобразования при автоматическом масштабировании изображений. Особенность применения данной технологии заключается в том, что рисунок представляется набором пикселей, состоящих из значений яркостей, находящихся в той или иной зоне электромагнитного спектра. Из-за этого операции, производимые с изображением, выполняются с учетом индивидуальных яркостей каждого пикселя в пределах отдельной зоны спектра [1].

В данной работе особое внимание уделялось растровым изображениям, где процедура масштабирования является более сложной и представляет значительный интерес, т.е. создаются пиксели другого цвета, определяемого цветами исходного пикселя и его окружения, при помощи определенных вычислений. Подобное автоматическое масштабирование позволяет реализовать спектральное преобразование, которое производится с матрицей изображения.

Весь процесс масштабирования разбит на несколько стадий. На первом этапе осуществляется получение и преобразование исходного изображения в матрицу цветов в градациях серого.

Второй этап включает в себя генерацию матрицы преобразований Уолша заданного размера, элементы которой принимают значения  $\pm 1$ .

На третьем этапе получается спектр изображения, который строится путем перемножения сгенерированной матрицы Уолша на матрицу изображения и на транспонированную матрицу Уолша.

Четвертый этап включает в себя восстановление исходного изображения из спектра, а степень масштабирования зависит от выбора размера сетки пикселей. Ее суть заключается в использовании известных данных для получения новых значений в неизвестных точках.

Для анализа эффективности спектрального преобразования был произведен ряд экспериментов с разными искомыми данными (размерами выходной сетки пикселей). Рассматривалось масштабирование трех цветных изображений одинакового размера, по результатам работы которого были сделаны следующие выводы: скорость масштабирования изображения с уменьшением размера сетки пикселей увеличивается, но вместе с тем, значительное время затрачивается на перемножение и сложение нескольких двумерных массивов данных.

1. Колесенков А.Н. Фетисов Д.В. Математическое моделирование в задачах космического мониторинга процессов недропользования // Математические методы в технике и технологиях ММТТ-28: сборник трудов XXVIII Международной научной конференции. Том 9. Саратов: Саратовский государственный технический университет, 2015. С. 142-144.

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КАТАЛОГИЗАЦИИ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Д.В. Цегельник

Научный руководитель – Колесенков А.Н., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается разработка интерфейса геоинформационной системы, целью которой является предоставление пользователю имеющихся в базе данных актуальных аэрокосмических снимков конкретной области земной поверхности.

Так как космические снимки представляют собой изображения участков земной поверхности, то могут использоваться для исследования какой-либо местности и получения необходимой географической или иной информации о ней, а также объектах, расположенных на исследуемой местности, поэтому данная система актуальна на сегодняшний день. От аналогичных систем эта отличается тем, что в ней на схематической карте к конкретной области привязаны доступные снимки хорошего качества, которые можно просматривать и сохранять для дальнейшей работы с ними. Также база данных, в которой хранятся все снимки, регулярно обновляется, что дает доступ к наиболее свежим изображениям.

В процессе использования данной системы пользователю необходимо открыть схематическую карту и найти на ней нужную для себя область, после чего ему предоставляются снимки, которые для этой области доступны на данный момент.

Далее пользователь просматривает снимки и решает, устраивают ли его имеющиеся изображения для дальнейшего использования.

Также для удобства пользования системой необходима каталогизация, т.к. снимки сами по себе несут в себе большое количество информации. После чего пользователь может по ряду критериев запустить поиск необходимых ему изображений. В качестве критериев поиска могут выступать такие параметры как широта и долгота, необходимый ему город или населенный пункт, дата снимка и т.д.

Учитывая вышесказанное, можно сказать, что система должна содержать в себе следующее:

- 1) окно для просмотра схематической карты;
- 2) возможность перемещения по карте и ее масштабирования;
- 3) выбор и просмотр снимков;
- 4) поиск необходимых снимков по ряду критериев.

Данная система имеет простой интерфейс и необходимые поля для работы, такие как карта поверхности, которая имеет масштабируемость, информация об изображении и поиск, что упростит работу с ней и позволит пользователю найти снимок по некоторым критериям.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАБОТЫ ВУЗА НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ**

Д.С. Журавлев

Научный руководитель – Колесенков А.Н., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается метод применения интеллектуального анализа данных в сфере высшего образования.

Для определения, поиска новых знаний и правильного принятия управленческих решения информация подвергается интеллектуальному анализу. Обработка данных осуществляется с помощью комплекса знаний о базах данных, статистики, алгоритмах, теории информации, машинном обучении, визуализации данных.

Целью работы является создание Web-сервиса, который визуализирует результаты анализа данных высших учебных заведений для принятия решений по планированию набора абитуриентов, мониторинга качества образования студентов, мониторинга условий работы сотрудников.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) определить и проанализировать требования к данным;
- 2) спроектировать и реализовать архитектуру приложения и хранилище данных;
- 3) собрать данные;
- 4) построить и реализовать алгоритмы анализа данных.

Основными алгоритмами и методами интеллектуального анализа является:

- 1) прогнозирование;
- 2) кластеризация;
- 3) анализ взаимоотношений;
- 4) дерево принятия решений.

Примеры решаемых задач:

- анализ качества преподаваемых дисциплин;
- прогнозирование проходного балла на следующий год на основании прошедших лет;
- определение востребованности специальности.

Таким образом, анализ данных в образовательной сфере это актуальная область, в которой существует множество нерешенных задач для анализа и исследования. Благодаря аналитике можно получить новые знания о данной области для увеличения эффективности процедур принятия управленческих решений.

## СЕКЦИЯ «МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА»

### РАСЧЕТ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК НАНОСТРУКТУР С КВАНТОВЫМИ ЯМАМИ ДЛЯ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ПРИБОРОВ

И.И. Сухов, Н.Б. Рыбин

Научный руководитель - Рыбин Н.Б., канд. физ.-мат. наук, доцент

Одной из важнейших задач современной науки и техники является разработка светоизлучающих и фотоприемных твердотельных приборов, а также улучшение их характеристик. Особые требования предъявляются к совмещению спектров их излучения и чувствительности для обеспечения наилучших коэффициентов корреляции и передачи. Совпадение положения максимумов спектральных характеристик необходимо для обеспечения наилучшей квантовой эффективности на рабочей длине волны прибора. Для ускорения и удешевления процесса отработки технологии создания светоизлучающих структур с квантовыми ямами необходимо проводить моделирование параметров таких структур. Поэтому главными задачами работы являлись:

1) Проведение расчета характеристики параметров, связанных с эффектом размерного квантования энергии электронов и дырок в потенциальных ямах полупроводниковых гетероструктур.

2) Расчет параметров зонных диаграмм в потенциальных ямах с учетом влияния упругих напряжений, возникающих из-за рассогласования постоянных кристаллической решетки материалов квантовой ямы и барьерного слоя.

Используя справочные данные известных материалов, были определены ширина запрещенной зоны и электронное сродство для материалов гетеропары, а также величины разрывов зоны проводимости и валентной зоны. Энергии уровней размерного квантования частиц в потенциальной яме рассчитывались из уравнения,

$$\operatorname{tg}\left(\frac{a}{2\hbar}\sqrt{2m_1E}\right) = -\sqrt{\frac{m_1E}{m_2(U_0 - E)}}, \quad (1)$$

где  $a$  - толщина слоя квантовой ямы,  $\hbar$  – постоянная Планка,  $m_1$  и  $m_2$  - эффективная масса микрочастицы в яме и барьерном слое,  $E$  – полная энергия микрочастицы,  $U_0$  – разрыв соответствующей разрешенной зоны в квантовой яме [1].

Далее определялось влияние упругих напряжений на энергетическую зонную диаграмму гетероструктуры, которые приводят к изменению ширины запрещенной зоны, положения краев зоны проводимости и валентной зоны и, следовательно, к изменению глубины квантовой ямы.

В результате получены расчетные параметры зонных диаграмм, энергии излучательных переходов для наноструктур с квантовыми ямами первого и второго типов, положения уровней квантования с учетом влияния упругих напряжений в эпитаксиальном слое.

1. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. - М.: Техносфера, 2005. - 211 с.

## **РАЗРАБОТКА ИНВЕРТОРА ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ МАЛЫХ АМПЛИТУД В МИКРОЭЛЕКТРОННОМ ИСПОЛНЕНИИ**

М.В.Голованова

Научный руководитель – Рыбина Н.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по разработке и проектированию инвертора отрицательных импульсов малых амплитуд в микроэлектронном исполнении.

Инвертор отрицательных импульсов малых амплитуд является вспомогательным элементом цифровых интегральных схем, построенных на основе диодно-транзисторной логики, и выполняет функцию элемента НЕ. Серии элементов, построенных на основе ДТЛ - логики, относятся к потенциальным, то есть сигнал на входе и выходе ЦИС представляется высоким  $U^1$  и низким  $U^0$  уровнями напряжения, которым в соответствие ставятся значения «1» и «0». Высокому уровню напряжения соответствует уровень напряжения питания схемы, а низкому - уровень напряжения 0,1..0,3 В.

При поступлении на вход инвертора отрицательного импульса малой амплитуды на выходе схемы будет положительный импульс малой амплитуды (0,1..0,2 В), что соответствует уровню напряжения логического нуля.

Инвертор отрицательных импульсов малых амплитуд применяется для обеспечения совместимости элементов ДТЛ - логики с цифровыми интегральными схемами других серий.

Разрабатываемый инвертор выполняется в виде тонкопленочной ГИМС и содержит 13 интегральных элементов, из которых 9 являются пассивными (7 резисторов и 2 конденсатора) и 4-активными (3 транзистора и 1 диод).

Разработка топологии ГИМС проводится в следующей последовательности: составление схемы соединения элементов на плате, расчёт конструкции пассивных пленочных элементов с учётом выбранного метода формирования элементов, определение площади платы, выбор корпуса для ГИМС и разработка эскиза топологии.

Формирование пассивных интегральных элементов осуществляется масочным методом путем послойного нанесения пленок различных материалов на поверхность диэлектрической подложки с одновременным формированием рисунка элементов и проводящих дорожек с помощью съёмных масок.

Формирование слоёв материалов для изготовления пассивных интегральных элементов производится в следующей последовательности: напыление материала резисторов, проводников и контактных площадок, нижних обкладок конденсаторов, диэлектрика, верхних обкладок конденсаторов. После формирования пассивных интегральных элементов производится формирование защитного слоя методом фотолитографии. Для реализации масочного метода и метода фотолитографии разрабатывается комплект масок и фотошаблонов.

Активными элементами являются навесные миниатюрные дискретные приборы, которые выбираются исходя из параметров схемы.

Выбор корпуса для ГИМС производится в согласовании с типоразмером, количеством выводов и другими параметрами платы.

## БИОСЕНСОР ДАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕНЗОЭФФЕКТА

И.О. Кошкин

Научный руководитель – Гудзев В.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

В 20-м веке произошло активное развитие биотехнологий, в связи с чем возникла потребность в разработке и практическом внедрении биосенсоров различного назначения. Биосенсоры давления активно применяются в медицине, например, они включены в состав инфузионных насосов, ручных протезов, некоторых стоматологических устройств и т. д.

В настоящей работе рассматривается задача разработки биосенсора давления на основе тензорезистивного эффекта. Различные зависимости, законы и некоторые постоянные, используемые в ходе разработки, были взяты из литературных источников [1-3].

В ходе разработки были решены следующие задачи:

- выбор материалов и геометрии биосенсора;
- выражение зависимости относительного удлинения мембраны от приложенного давления;
- выбор механизма снятия сигнала с биосенсора;
- получение передаточной характеристики биосенсора.

В ходе разработки было получено соотношение, определяющее передаточную характеристику разрабатываемого биосенсора давления:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot K \cdot \left( r_1 \cdot \arcsin\left(\frac{r}{r_1}\right) - r \right)}{l}, \quad (1)$$

где  $\Delta U$  – выходное напряжение тензодатчика,  $r_1$  – длина радиуса пластины,  $r$  – полудлина пластины,  $K$  – коэффициент тензочувствительности,  $l$  – длина пластины.

В результате была разработана структура с характерным размером пластины  $l = 600$  мкм, обладающей оптимальным коэффициентом тензочувствительности. Данная структура имеет низкую стоимость компонентов (пластина сделана из кремния), что вместе с остальными параметрами позволяет расширить применение данного биосенсора.

### *Библиографический список*

1. Варадан В., Виной К., Джозе К. ВЧ МЭМС и их применение // Мир электроники : пер. с англ./ Под ред. Ю.А. Заболотной. М.: Техносфера, 2004.
2. Нуберт Г.П. Измерительные преобразователи неэлектрических величин./ пер. с англ М.М. Фетисова // Л., «Энергия», 1970.
3. Логинов В.Н. Электрические измерения механических величин // М., «Энергия», 1970 г. С. 10-22

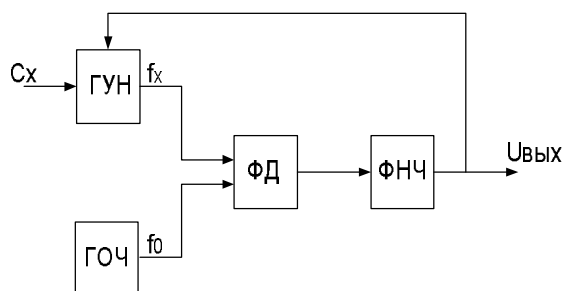
## ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЕМКОСТЬ-НАПРЯЖЕНИЕ ДЛЯ ЕМКОСТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ГЛУБОКИХ УРОВНЕЙ

К.Н. Краснов, Логвин А.В.

Научный руководитель - Гудзев В.В. канд. физ.-мат. наук, доцент

Рассматриваемый преобразователь предназначен для измерения изменения емкости в различных полупроводниковых структурах. В нем осуществляется измерение изменения емкости на уровне 0,01 пФ относительно постоянной составляющей порядка 100 пФ.

Для повышения быстродействия преобразователя емкость-напряжение предложено использовать методику измерения изменения емкости по принципу фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ).



Функциональная схема преобразователя емкость-напряжение:

ГУН – генератор управляемый напряжением, ГОЧ – генератор опорной частоты, ФД – фазовый детектор, ФНЧ – фильтр низких частот

Для проведения исследований глубоких уровней (ГУ) в области пространственного заряда (ОПЗ) барьерной структуры подаются импульсы заполнения и опустошения глубоких центров (ГЦ). При опустошении ГЦ происходит релаксация барьерной емкости полупроводниковой структуры.

Измеряемая емкость ( $C_x$ ) входит в частотно-задающую часть генератора переменного напряжения (ГУН). При изменении этой емкости изменяется частота выходного сигнала ГУН. Изменение частоты сигнала приводит к сдвигу фаз между выходным сигналом ГУН и сигналом генератора опорной частоты (ГОЧ). Данное изменение можно зафиксировать с помощью фазового детектора (ФД). На выходе ФД напряжение пропорционально разности фаз сигналов на его входах.

На выходе ФД сигнал получается пульсирующим. Для того чтобы выделить из него полезный сигнал, необходим фильтр нижних частот (ФНЧ). Этот сигнал пропорционален изменению емкости ОПЗ при опустошении ГЦ. Из амплитуды выходного сигнала определяется концентрация глубокой примеси. При температурном сканировании барьерной структуры можно определить энергию ионизации ГЦ.

## РЕЛАКСАЦИОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ГЛУБОКИХ УРОВНЕЙ

А.В. Логвин, К.Н. Краснов

Для анализа и контроля дефектов, приводящих к возникновению глубоких уровней (ГУ) в запрещенной зоне полупроводникового материала, широко используется метод релаксационной спектроскопии глубоких уровней (РСГУ), он же метод DLTS.

Определить энергию ионизации, а также концентрацию глубоких центров (ГЦ) по DLTS спектрам можно при следующих допущениях:

1) время релаксации заряда ГЦ не зависит от напряженности электрического поля в области пространственного заряда (ОПЗ) барьерных слоев;

2) после окончания релаксационного процесса перезарядки ГЦ барьерный слой представляет собой область с однородной плотностью объемного заряда глубоких и мелких центров, ионизированных в пределах всей ОПЗ;

3) концентрация ГЦ не должна превышать концентрацию основной легирующей примеси во всех рассматриваемых случаях.

Наиболее распространенными методами РСГУ являются: токовый и емкостный. Отличие токового метода от емкостного заключается в использовании дополнительной корреляционной обработки сигнала.

Для определения концентрации ГЦ используют следующую формулу:

$$N_t = \frac{\Delta U}{meS\delta\theta},$$

где  $\Delta U$  – амплитуда пика,  $m$  – коэффициент передачи сквозного тракта РСГУ – спектрометра,  $e$  – элементарный заряд,  $S$  – площадь барьера,  $\delta$  – толщина области эмиссии носителей заряда с ГУ,  $\theta$  – множитель учитывающий эффект смещения границы ОПЗ в процессе релаксации тока.

Выходное напряжение РСГУ – спектрометра:

$$\Delta U = \frac{meN_t\delta S\theta}{\tau} \int_0^{T_0} F(t) \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) dt,$$

где  $\tau$  – время релаксации,  $t$  – время переходного процесса.

Методика отличается высокой скоростью измерений и точностью на уровне существующих аналогов. Применение рассмотренного способа определения энергии ионизации ГЦ позволяет сократить время проведения исследования в два раза и более. Погрешность измерения энергии ионизации составляет не более 0,03 эВ.



# **ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТНЫХ ЯВЛЕНИЙ В БАРЬЕРНЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ НЕУПОРЯДОЧЕННЫХ И КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ**

А.Г. Романов

Научный руководитель – Мишустин В.Г., канд. физ.-мат. наук, доцент

Для повышения качества солнечных элементов необходимо обеспечить высокую эффективность преобразования солнечного излучения в электрическую энергию и увеличить стабильность основных параметров солнечных элементов. Анализ распределения внутренних полей поможет отработать технологию производства солнечных элементов с оптимальными техническими характеристиками.

Целью работы является развитие метода компенсации тока нестационарной фотопроводимости (МКТНФ) для солнечной энергетики, проведение экспериментальных исследований, обобщение и оценка результатов.

С помощью МКТНФ могут быть получены данные о плотности объемного заряда и ширине ОПЗ, дрейфовые сдвиги носителей обоих типов в зависимости от полярности приложенного напряжения, распределение напряженности по толщине исследуемого объекта и распределение плотности локализованных состояний в щели подвижности [1]. Основное отличие рассматриваемого метода от методики Гехта заключается в том, что измеряется не переходный фототок, а коэффициент собирания фотогенерируемого заряда от длины волны излучения [2]. Изменяя длину волны и, соответственно, коэффициент оптического поглощения, можно получить такие условия, при которых внутреннее поле будет практически полностью компенсироваться внешним в определенной координате, при этом коэффициент собирания фотогенерируемого заряда будет равен нулю. Это обеспечивает большую чувствительность метода и позволяет получать подлинные данные о распределении полей в исследуемой структуре [3].

На макете МКТНФ – установки было исследовано распределение напряженности электрического поля в тестовых структурах, предоставленных лабораторией физикохимических свойств полупроводников Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе, г. Санкт-Петербург. Первый класс образцов представляет собой специально изготовленные структуры  $Ti/a-Si:H/c-Si$  типа металл – неупорядоченный полупроводник, второй класс – солнечные элементы на основе гетеропереходов  $a-Si:H/c-Si$  – HIT структуры, активная структура –  $TCO/a-Si:H(p)/a-Si:H(i)/c-Si(n)/a-Si:H(i)/a-Si:H(n)/TCO$ . Предварительно для каждого тестового образца была измерена его толщина и спектральная характеристика оптического поглощения. Толщина активных областей экспериментальных структур была измерена в лаборатории атомно-силовой и туннельной микроскопии РЦЗМкп РГРТУ с зондовой нанолaborатории "NTEGRA Aura". Измерения спектральной характеристики оптического поглощения проведены на спектрофотометре СФ-56, который входит в состав макета МКТНФ – установки. Величина напряженности измеряется непосредственно в процессе эксперимента, а координата точки, в которой происходит измерение, определяется через спектральную зависимость коэффициента оптического поглощения и толщину структуры для конкретного измеряемого образца.

Установлено, что МКТНФ позволяет обеспечить измерение распределения электрических полей напряженностью  $10^2 - 10^5$  В/см по активным областям тестовых образцов толщиной 0,3 – 0,5 мкм при облучении монохроматическим светом с длиной волны от 350 нм до 1200 нм в барьерных структурах на основе полупроводниковых материалов с низкой подвижностью носителей заряда, таких как a-Si:H, a-SiC:H, a-SiGe:H.

Это позволяет определить, как конструкция солнечного элемента и технологические режимы получения тонкопленочных полупроводниковых покрытий влияют на коэффициент собирания фотогенерированных носителей и эффективность полупроводниковой структуры в целом.

#### *Библиографический список*

1. Авачев А.П., Гудзев В.В., Мишустин В.Г. и др. Исследование контактных явлений в барьерных структурах на основе неупорядоченных полупроводников // Приложение к Вестнику РГРТУ. Вып. 30. Рязань, РГРТУ. 2009. С. 46 – 52.
2. G. Juska Collection efficiency in a-Si:H light converters // Journal of non-crystalline solids. 1987. Vol. 90. P. 247 – 250
3. N. V. Vishnyakov, S. P. Vikhrov, V. G. Mishustin, D. V. Almazov, V. G. Litvinov, and V. V. Gudzev. The Measurement of Electric Field Distribution in the Barrier Structures Based on Disordered Semiconductors. J. Nanoelectron. Optoelectron. 9, 773–777 (2014)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ МАТЕРИАЛОВ С КВАНТОВЫМИ ТОЧКАМИ**

А.Е. Луняков

Научные руководители - Рыбина Н.В., канд. физ.-мат. наук, доцент,  
Рыбин Н.Б., канд. физ.-мат. наук, доцент

В настоящее время одной из важнейших проблем в электронике является миниатюризация устройств. Большая часть современной электронной базы построена на кристаллическом кремнии, который устанавливает технологический предел активной области в 10 нм. При уменьшении размеров электронных устройств возникают квантовые эффекты. Ярким примером может служить эффект туннелирования, при котором микрочастица преодолевает потенциальный барьер, когда ее энергия меньше высоты этого барьера. Проблему технологического предела помогут решить материалы с самоорганизующейся структурой. Преимуществом таких материалов является то, что они без внешних воздействий формируют в себе структурные элементы по определенным закономерностям. Структура твердотельного материала непосредственно связана с рельефом его поверхности. По сути, рельеф поверхности можно рассматривать в качестве среды, способной к хранению информации. Существует достаточно много твердотельных материалов, поверхность которых обладает функциональными возможностями хранения информации. Полупроводниковые структуры с квантовыми точками (КТ) – перспективные материалы в области опто-, микро- и наноэлек-

троники. Предлагалось использовать их как основу при создании логических элементов, квантовых компьютеров.

Использование массивов самоорганизованных КТ в электронных приборах получило широкое распространение [1],[2]. Важной задачей технологии является получение контролируемого монодисперсного массива КТ с однородным размером и формой. Это обуславливает проведение исследований их латерального упорядочения, как правило, с использованием статистического анализа топографических особенностей КТ [3],[4].

Как правило, твердотельные материалы с самоорганизующейся структурой – это сложные гетерогенные системы. Использование материалов с квантовыми точками обуславливает потребность в разработке методов исследования поверхностей таких структур.

Первичное исследование рельефа поверхности материалов с самоорганизующейся структурой целесообразно проводить с помощью зондовых методов [атомно-силовой микроскопии (АСМ) и растровой электронной микроскопии (РЭМ)]. Для дальнейшего исследования подойдут метод средней взаимной информации (СВИ) [5] и метод двухмерного флуктуационного анализа с исключенным трендом (2D detrended fluctuation analysis, DFA) [6].

#### *Библиографический список*

1. Леденцов Н.Н., Устинов В.М., Щукин В.А., Копьев П.С., Алферов Ж.И., Бимберг Д. ФТП, 32, 385 (1998).
2. Self-Assembled Quantum Dots, ed. by Z.M. Zhiming (Lecture Notes in Nanoscale Science and Technology, v. 1, Springer, 2008).
3. Стрельчук В.В., Литвин П.М., Коломыс А.Ф., Валах М.Я., Mazur Yu.I., Wang Zh.M., Salamo G.J. ФТП, 41, 74 (2007).
4. Севрюк В.А., Брунков П.Н., Шальнев И.В., Гуткин А.А., Клишко Г.В., Гронин С.В., Сорокин С.В., Конников С.Г.. ФТП, 47, 921 (2013).
5. Алпатов А.В., Вихров С.П., Рыбина Н.В., Рыбин Н.Б. Методы исследования процессов самоорганизации: учеб. пособие; РГРТУ, Рязань 2015, 56 с.
6. Мурсалов С.М., Бодягин Н.Б., Вихров С.П. О расчете корреляций в структуре поверхностей твердотельных материалов / Письма в ЖТФ. 2000. Т. 26. Вып. 15. с. 53-57

## **УСТАНОВКА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИЗМЕРЕНИЯ СПЕКТРОВ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ МОНОХРОМАТОРА МДР-2 ЛОМО**

Мальченко С.И., Рогачков Р.С.

Научный руководитель – Литвинов В.Г. канд. физ.-мат. наук, доцент

В научных лабораториях в настоящее время используются для спектральных исследований монохроматоры МДР-2 Ломо. Параметры и характеристики этих приборов вполне соответствуют современным требованиям, однако все процессы проведения спектрального анализа проводятся вручную. Современная элементная база и программное обеспечение вполне позволяют автоматизировать процесс спектрального анализа.

Основным элементом монохроматора является дифракционная решетка, которая вращается вместе с барабаном, на котором нанесена шкала с делениями. Эти деления непосредственно не привязаны к конкретным длинам волн формируемого спектра, и цена каждого деления определяется минимальной и максимальной длиной волны применяемой дифракционной решетки при соответствующем пересчете

$$N = (L_{\max} - L_{\min}) / 800 \text{ [нм/дел]}. \quad (1)$$

Оптопара с отверстиями в программном диске позволяет производить оценку изменения длины волны и ее конкретное значение в нанометрах, по отношению к начальной установке шкалы барабана с погрешностью, не превышающей величину  $2N$ .

Управление монохроматором обеспечивается электронным блоком управления, платой сбора данных, терминальным блоком NI BNC-2120 и программой, разработанной на языке инженерного графического программирования NI LabVIEW 2010. Программа определяет конкретное положение дифракционной решетки по отношению к начальной установке шкалы барабана и переводит эти данные в значение длины волны выходного оптического излучения. К выходной щели монохроматора подключен широкополосный детектор оптического излучения. Аналоговый сигнал с этого детектора через усилитель поступает на АЦП платы сбора данных. Полученные отсчеты АЦП формируются в массив, который затем используется для построения спектра.

Полученные в результате измерений данные сохраняются в доступном для дальнейшей обработки виде, что позволяет использовать монохроматор в составе экспериментальных комплексов различного назначения без нарушения непрерывного хода проведения опыта.

## БИОСЕНСОР ДАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПЬЕЗОЭФФЕКТА

В.О.Шубаркин

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

Целью работы является разработка биосенсора давления и создание компьютерной программы с использованием технологии графического программирования NI LabVIEW.

Структура датчика давления состоит из преобразователя давления в виде горизонтальной кремниевой мембраны (пластины), чувствительного элемента, нанесенного в виде тонкой пленки пьезоматериала на пластину, системы регистрации вторичного сигнала, различных по строению корпусных деталей и устройства вывода информации[1].

Важнейшим этапом разработки такой структуры является подбор материала пьезоэлектрика, исходя из требований и области применения биосенсора. В настоящей работе на основе литературных данных разработана таблица материалов, применяемых в качестве чувствительного элемента.

Расчет пьезоэлектрического сенсора основывается на пьезоэлектрическом эффекте, протекающем в пленке пьезоматериала. Воздействие давления на пластину приводит к ее деформации и возникновению потенциала, который регистрируется системой электродов[2]:

$$U_e = d_{33} \cdot d \cdot p_x, \quad (1)$$

где  $U_e$  – величина потенциала,  $d_{33}$  – пьезоэлектрическая константа,  $p_x$  – давление,  $d$  – толщина мембраны. Коэффициентом пропорциональности между приложенным давлением и напряжением является пьезоэлектрическая константа  $d_{33}$ , которая зависит от материала пьезоэлектрика и направлении механического напряжения относительно оси поляризации.

В результате последовательного анализа поставленной задачи и обработки литературных источников было определено, что пьезоэлектрическая константа имеет сильную зависимость от температуры. По результатам построения графика зависимости константы для титаната бария от температуры сделан вывод о рабочем режиме датчиков, который лежит в интервале от -15 до 80 °С. Данные сенсоры применяются в качестве одного из модулей в устройстве «Лаборатория на чипе» и химического сенсора для анализа свойств окружающей среды и ее влияния на организм человека.

### *Библиографический список*

1. Варадан В.,Виной К.,Джозе К. ВЧ МЭМС и их применение // Мир электроники : пер. с англ./ Под ред. Ю.А. Заболотной. М.:Техносфера, 2004.
2. Крауткремер Й., Крауткремер Г. Ультразвуковой контроль материалов: Справочник: пер. с нем. Е.К. Бухмана, Л.С. Зенковой/ Под ред. В.Н.Волченко. М.:Металлургия,1991-752 с.

# МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ МАССЫ МИКРО- И НАНОРАЗМЕРНЫХ БИОЧАСТИЦ

А.С. Сапельников

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

Целью работы является разработка методики измерения массы микро- и наноразмерных биочастиц и создание виртуального макета для измерения с использованием технологии графического программирования NI LabView.

В настоящей работе для измерения массы микро- и наноразмерных биочастиц предлагается применить подход, основанный на сравнении резонансных частот колебания кантилевера с присоединённой массой со свободно колеблющимся кантилевером. В литературе такие нановесы получили название весы-камертон [1].

Важнейшей характеристикой нановесов являются геометрия и физические свойства кантилеверов (жесткость, резонансные частоты и др.) [2]. Кантилеверы представляют собой узкие полоски кремния размеров порядка нескольких микрометров, покрытые различными биосовместимыми материалами.

В настоящей работе предполагается использование оптической системы регистрации отклонения кантилеверов. Такую систему используют в атомно-силовой микроскопии.

В результате теоретического анализа поставленной задачи было определено, что в конструкции нановесов перспективно использовать кантилеверы в виде прямоугольной балки. Зная геометрические размеры и материал этой балки, можно произвести расчет физических свойств кантилеверов. На основе расчетов было проведено моделирование работы нановесов с частицами разной массы и получена линейная зависимость разности резонансных частот колебаний кантилевера с присоединённой массой и свободно колеблющегося кантилевера. Нужно отметить, что нижний предел измеряемой массы теоретически неограничен. На практике он будет зависеть от чувствительности системы регистрации колебаний. Зависимость перестает быть линейной, когда массы измеряемых частиц приближаются к массе кантилевера.

## *Библиографический список*

1. Daichi Endo, Hiroshi Yabuno, Keiichi Higashino, Yasuyuki Yamamoto and Sohei Matsumoto. Measuring the mass of molecules on the nano-scale /American Institute of Physics (AIP)// <https://publishing.aip.org/publishing/journal-highlights/measuring-mass-molecules-nano-scale> (12.04.2017).
2. Быков В.А. Микромеханика для сканирующей зондовой микроскопии и нанотехнологии// <http://microsystems.ru/files/publ/7.htm> (11.04.2017).

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ БИОНАНОЧАСТИЦ МЕТОДОМ ТУРБИДИМЕТРИИ

А.В. Пирюгин

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

Турбидиметрический метод анализа коллоидных растворов основан на измерении интенсивности светового потока, прошедшего через золь (взвесь). Для измерения световых потоков используются приборы, называемые турбидиметрами, построенные по принципу визуальных или электрических фотометров, а также фотоэлектроколориметры или спектрофотометры [1].

Интенсивность потока, проходящего через систему, ослабляется пропорционально возрастанию интенсивности рассеянного света. Если весь рассеянный свет считать поглощенным, то соотношение, для определения прошедшего света через коллоидный раствор, аналогично закону Бугера-Ламберта-Бера [2]:

$$I_{пр} = I_0 \cdot e^{-\tau \cdot l}, \quad (1)$$

где  $I_{пр}$  и  $I_0$  – интенсивности прошедшего и падающего света;  $l$  – длина оптического пути (толщина кюветы),  $\tau$  – коэффициент пропускания.

Для определения концентрации бионаночастиц в коллоидном растворе в данной работе было получено соотношение (2), на основе закона Бугера-Ламберта-Бера и закона Рэлея:

$$\nu = \frac{\lambda^4 \cdot R^2 \cdot \tau}{24 \cdot \pi^3 \cdot V^2} \cdot \left[ \frac{n_1^2 + 2 \cdot n_0^2}{n_1^2 - n_0^2} \right]^2, \quad (2)$$

где  $\nu$  – концентрация наночастиц в дисперсной фазе;  $V$  – объем одной частицы;  $\lambda$  – длина волны излучаемая источником света;  $R$  – расстояние от источника света до детектора рассеянного света;  $n_0$  и  $n_1$  – коэффициенты преломления дисперсных среды и фазы соответственно.

Данная методика имеет широкий спектр применения, например, в фармакологии для количественного определения лекарственных веществ, а также для оценки содержания алкалоидов в растворах для инъекций или определения активности антибиотиков. В медицине турбидиметрический метод применяется в биохимических анализаторах для анализа крови. В химической промышленности данный метод позволяет определить концентрацию примеси в чистых металлах, исчисляемую тысячными долями процента, а также размер частиц с радиусом от 15 до 100 нм в зависимости от длины волны падающего света ( $r \approx 0.1 \cdot \lambda$ ).

### Библиографический список

1. Поленов Ю.В. Физико-химические основы нанотехнологий. Иван. гос. хим-технол. ун-т. – Иваново, 2009. – С. 68.
2. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. – Москва: Химия. 1989. – С. 288-313.

## **РАЗРАБОТКА КОМПАРАТОРА ДВУХРАЗРЯДНЫХ ОПЕРАНДОВ В МИКРОЭЛЕКТРОННОМ ИСПОЛНЕНИИ**

А.С. Тюшин

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

Рассматривается ряд вопросов, связанных с разработкой компаратора двухразрядных операндов на основе эмиттерно-связанной логики в микроэлектронном исполнении.

В цифровой электронике компаратором называется устройство сравнения двух цифровых сигналов [1]. В данном докладе рассмотрен компаратор, имеющий 3 выходных разъёма: «Слово «А» больше слова «Б», «Слово «Б» больше слова «А» и «Слова «А» и «Б» равны».

Для создания быстродействующих микросхем целесообразно применение базовых элементов на основе эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ), время переключения которых составляет единицы наносекунд [2]. ЭСЛ-элементы реализуют логическую функцию ИЛИ и ИЛИ-НЕ.

Первым шагом при разработке компаратора двухразрядных операндов является составление его таблицы истинности, по которой составляются карты Карно для каждого выхода компаратора. По картам Карно составляются логические выражения и приводятся к тупиковому виду в базисе ИЛИ-НЕ. На основе этих выражений составляется функциональная схема двухразрядного компаратора. Следующим шагом является разработка принципиальной схемы рассматриваемого устройства. На данной стадии каждый элемент функциональной схемы заменяется базовым элементом ЭСЛ с необходимым количеством входных разъёмов для каждого. После этого все элементы соединяются между собой в соответствии с функциональной схемой.

Разработка топологии интегральной микросхемы на основе ЭСЛ имеет ряд сложностей, главная из которых связана с тем, что входным блоком ЭСЛ является дифференциальный каскад, точность работы которого требует минимально возможного разброса параметров транзисторов. Этот факт исключает использование навесных транзисторов и требует их выполнения в полупроводниковом кристалле в едином технологическом цикле.

Разработка компаратора двухразрядных операндов имеет массу тонкостей и сложностей, преодоление которых невозможно без грамотных и взвешенных инженерных решений с учётом всех параметров данного устройства.

### *Библиографический список*

1. Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника. - Санкт-Петербург: БХВ Петербург, 2010. 797 с.
2. Алексенко А. Г., Шагурин И. И. Микросхемотехника. - М.: Радио и связь, 1990. - 496 с.



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ НАНОЧАСТИЦ В КОЛЛОИДНОМ РАСТВОРЕ МЕТОДОМ НЕФЕЛОМЕТРИИ

Д.С. Логинов

Жидкие дисперсные системы (ЖДС) широко распространены в природе, технике и быту. Исследование светорассеяния является одним из наиболее универсальных, эффективных и широко применяющихся методов изучения строения и свойств дисперсных систем и растворов высокомолекулярных веществ [1]. Приборы для исследования светорассеяния называются нефелометрами или нефелометрическими турбидиметрами.

Взвешенные в жидкости твердые частицы влияют на прохождение света через образец жидкости и создают количественную характеристику жидкости, называемую мутностью. Мутность жидкости - это показатель, характеризующий уменьшение прозрачности из-за наличия тонкодисперсных взвешенных частиц, рассеивающих дошедший до них свет в различных направлениях [2]. Измерение мутности - это не прямое определение количества взвеси в жидкости, а измерение величины рассеяния света на взвешенных частицах. Для измерения мутности определяют количество света, рассеянного под углом к падающему излучению, и затем соотносят с реальной мутностью образца. В нефелометрии используется угол падения излучения, равный  $90^\circ$ , что позволяет обеспечить наибольшую чувствительность прибора к рассеянию на частицах.

В настоящей работе получено соотношение для определения размера частицы в коллоидном растворе:

$$r = \sqrt[3]{\frac{3}{4 \cdot \pi} \cdot V} = \sqrt[3]{\frac{3}{4 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{I_{np} \cdot \lambda^4}{I_0 \cdot k \cdot \nu}}}, \quad (1)$$

где  $V$  - объем одной частицы;  $I_{np}$  и  $I_0$  - интенсивности прошедшего и падающего света;  $\lambda$  - длина волны падающего света;  $\nu$  - частичная концентрация дисперсной фазы;  $k$  - модифицированное соотношение Релея:

$$k = \frac{24 \cdot \pi^3}{R^2} \cdot \left[ \frac{n_1^2 - n_0^2}{n_1^2 + 2 \cdot n_0^2} \right]^2 \cdot (1 + \cos^2 \cdot \beta), \quad (2)$$

где  $R$  - расстояние от частицы до приемника рассеянного света;  $\beta$  - угол между падающим и рассеянным излучением,  $n_1$  и  $n_0$  - коэффициенты преломления дисперсной фазы и среды соответственно.

С помощью предложенных уравнений можно определить радиусы частиц в коллоидном растворе методом нефелометрии. Расчет по (1) показал, что средний радиус взвешенных частиц составляет 24,2 нм, что соответствует реальным значениям [2]. Предложенная методика позволяет значительно расширить диапазон применения данного метода как в науке и технике, так и в повседневной жизни для определения чистоты воды и различных жидкостей.

*Библиографический список*

1.Sadar M.J. Understanding Turbidity Science. Hach Company Technical Information Series. –1996. – Booklet No. 11.

2.Фетисов В.С. Фотометрические полевые средства измерений концентрации жидких дисперсных систем. Уфимск. гос. авиац. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2005. – 233 с.

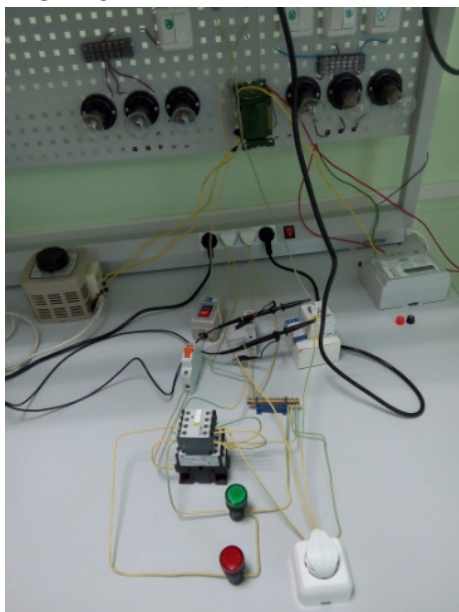
## СЕКЦИЯ «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

### ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО ВКЛЮЧЕНИЯ РЕЗЕРВА В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

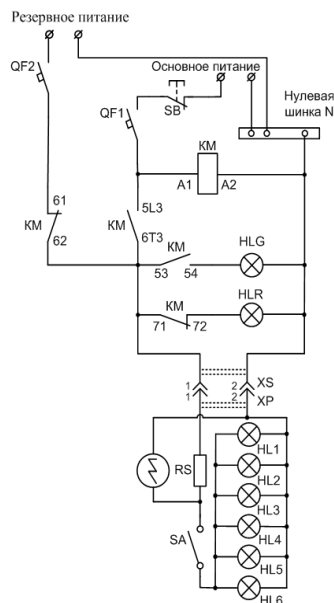
А.А. Хохликов

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

Описывается создание испытательного стенда устройства автоматического включения резерва на контакторе напряжением до 1 кВ. Состав стенда: 2 источника питания 220В; выключатель кнопочный; контактор малогабаритный; приставка для контактора; светосигнальный индикатор красного и зеленого цвета; 2 вводных однополюсных автоматических выключателя; розетка; 3 вилки; 6 ламп накаливания, монтажный провод. Для задания характеристик электрической сети и определения параметров работы устройства АВР используются осциллограф и генератор импульсов соответственно.



А



Б

Устройство автоматического включения резерва в системах электроснабжения

А – испытательный стенд устройства автоматического включения резерва в электрических сетях, Б – принципиальная схема

Были сняты характеристики синусоидального тока и напряжения в нормальном режиме работы системы электроснабжения и при срабатывании устройства автоматического включения резерва. Выполнено преобразование Фурье для определения гармонических составляющих тока и напряжения.

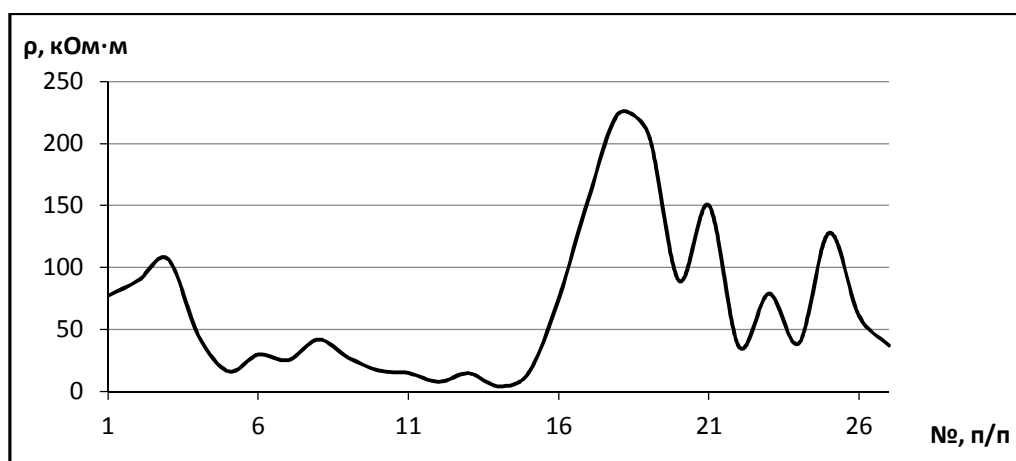
## РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ ДЕНТИНА

В.Ю. Андриевский

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

Описываются результаты исследования электрической проводимости дентина, а также первые этапы разработки прибора для определения глубины проникновения стоматологического бора за счет измерения электрической проводимости дентина.

В ходе исследования были проведены измерения электропроводности 27 образцов зубной ткани. Измерения проводились, до и после процесса обработки образцов формалином, поскольку было необходимо исследовать, как этот процесс влияет на их электрическую проводимость. На рисунке отражено удельное электрическое сопротивление образцов, находившихся в растворе формалина на протяжении 7 суток.



Удельное электрическое сопротивление образцов, обработанных раствором формалина

Разрабатываемый прибор должен отвечать следующим требованиям: в его основе должен быть омметр с автоматическим переключением диапазонов, прибор должен позволять стоматологу получать информацию о толщине дентина, не отвлекаясь от процесса препарирования зуба, то есть прибор должен сообщать эту информацию без использования визуальных индикаторов. В качестве звукового индикатора в приборе был выбран пьезоизлучатель.

Источником питания служит Li-Po аккумулятор. Одним электродом прибор крепится к щеке или десне пациента, а вторым – к корпусу бормашины. Управление прибором осуществляется микроконтроллером AtTiny13. Прибор регистрирует величины сопротивлений от 400 Ом до 30Мом с расчетной точностью  $\pm 0.8\%$ . В зависимости от величины напряжения, регистрируемой каждым из трех АЦП в каждом из трех диапазонов, микроконтроллер изменяет величину временной задержки между звуковыми сигналами, испускаемыми пьезоизлучателем, по величине задержки оценивается величина заглубления бора.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ВРЕМЕННЫХ ПЛОМБИРОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА РАЗРЫВ

Н.В. Булгакова

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

Работа посвящена исследованию прочности временных пломбировочных материалов на разрыв.

В основу исследования легли образцы следующего типа: между двумя пластинами зубов, закреплёнными в установке, был установлен временный пломбировочный материал. Для оценки прочности нижний зуб крепился к фиксированному элементу, а верхний — к подвижной раме. После того как происходило вращение ручки установки, расстояние между зубами увеличивалось до тех пор, пока временный цемент не разрывался. В момент разрыва величина силы фиксировалась при помощи динамометра. Зная площадь разрыва, можно было установить прочность по известной формуле:

$$P = F/S,$$

где  $P$  — прочность материала, [Па];  $F$  — сила, при которой происходит разрыв, [Н];  $S$  — площадь образца, по которой происходит разрыв, [м<sup>2</sup>].

Исследование проводилось на трёх временных пломбировочных материалах: водном дентине, Репине и Темп Бонде. Данные материалы наиболее доступны, поэтому часто применяются на практике.

Результаты исследования представлены в таблице.

Значение прочности на разрыв  
для каждого временного пломбировочного материала

ВПМ	ВД	Р.	ТБ
$\Delta P$ , МПа	$0,033 \pm 0,039$	$0,592 \pm 0,451$	$0,915 \pm 0,603$

ВПМ	ВД + ФП	Р. + ФП	ТБ + ФП
$\Delta P$ , МПа	$0,066 \pm 0,065$	$0,600 \pm 0,435$	$0,396 \pm 0,241$

В таблице сокращение «ВД» - водный дентин, «Р» - Репин, «ТБ» - Темп Бонд, «ФП» - фитопрепарат, разработанный на баз РязГМУ им. Павлова.

Исследование показало, что водный дентин обладает наименьшей прочностью при наибольшей погрешности.

Репин и Темп Бонд обладают лучшими характеристиками, что повышает их надёжность при использовании.

Аналогичных исследований ранее не проводилось, однако в журнале «Научные исследования в стоматологии» за 2010 год были опубликованы данные об измерении адгезионной прочности на сдвиг. Результаты в данном исследовании на порядок ниже приведённых в таблице. Объективной оценкой являлась процентное соотношение погрешностей в этих двух исследованиях, и при исследовании прочности на разрыв она была сопоставима с той, которая была оценена при исследовании адгезионной прочности на сдвиг.

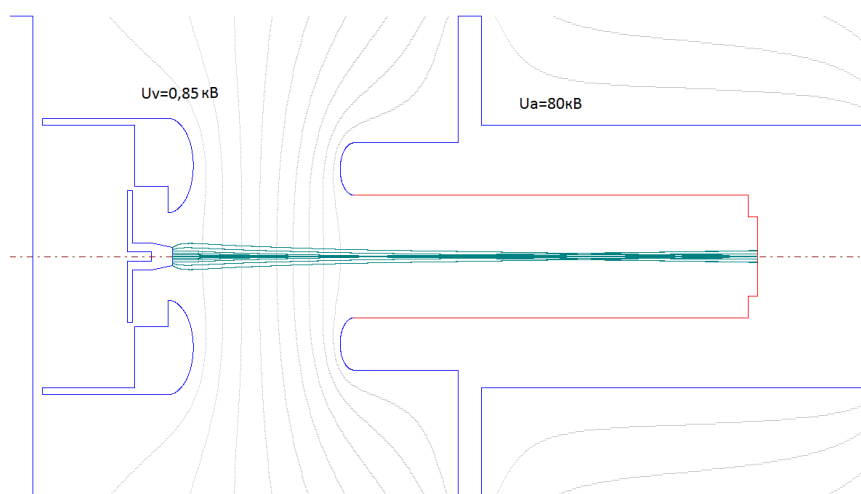
## РАЗРАБОТКА МИКРОФОКУСНОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТРУБКИ С ПОВЫШЕННОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТЬЮ

Н.В. Кириллов

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

Работа посвящена разработке микрофокусной рентгеновской трубки с повышенной электрической прочностью.

В докладе показаны результаты моделирования и анализа микрофокусного рентгеновского источника. Основным требованием, предъявляемым к микрофокусным рентгеновским источникам является обеспечение малого фокусного пятна и малого фокусного расстояния, что определяется конструкцией прибора. За основу была выбрана конструкция трубки с мишенью прострельного типа. Анод с такой мишенью обеспечивает большее увеличение исследуемого объекта. На рисунке представлена электронно-оптическая схема рентгеновского источника и результат расчета.



Электронно-оптическая схема микрофокусного  
рентгеновского источника

В результате моделирования диаметр фокального пятна эмитированных с катода электронов составил 1,4 мм. В дальнейшем конструкция данной трубки будет оптимизироваться для обеспечения острого фокуса.

Повышение электрической прочности высоковольтных электровакуумных приборов и рентгеновских трубок является чрезвычайно важной задачей, стоящей перед современным приборостроением в области высоковакуумной техники. Существенно влияет на электропрочность прибора автоэлектронная эмиссия из электродов под действием сильных электрических полей. Снизить интенсивность этой эмиссии можно путем очистки и сглаживания рельефа поверхности.

В работе были рассмотрены 2 метода обработки поверхности электродов: электронно-лучевая обработка и аморфизация поверхности. Обработка этими методами снижает шероховатость поверхностей в пять раз и, следовательно, уменьшается вероятность автоэлектронной эмиссии.

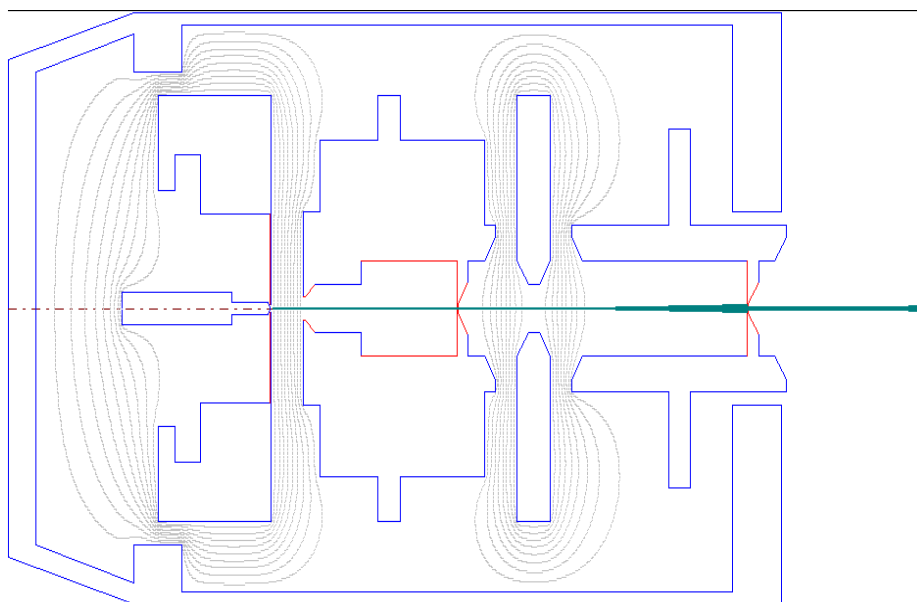
# **РАЗРАБОТКА СИСТЕМ КОМБИНИРОВАННОГО АНАЛИЗА ТВЕРДОГО ТЕЛА МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРОННОЙ ОЖЕ-СПЕКТРОСКОПИИ И МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ ВТОРИЧНЫХ ИОНОВ**

А.А. Краскин

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

Работа посвящена разработке системы комбинированного анализа твердого тела методами электронной оже-спектроскопии и масс-спектрометрии вторичных ионов.

В докладе показаны результаты моделирования и анализа комбинированного источника, в котором применяются методы электронной оже-спектроскопии и масс-спектрометрии вторичных ионов. За основу была взята существующая установка электронной пушки ДеМ 3.548.048. Целью работы было упрощение установки путём изменения габаритов конструкции и исключения электростатической одиночной линзы.



Электронно-оптическая схема длиннофокусной электронной пушки

Главным требованием, предъявляемым к комбинированным источникам, является обеспечение малого фокусного пятна. Диаметр пятна, получаемый в ДеМ 3.548.048, составляет порядка 5 мкм. В модифицированной схеме полученные в результате моделирования и анализа показания варьируются от 8-10 мкм, что соответствует необходимым требованиям. В дальнейшем конструкция будет оптимизироваться для обеспечения необходимого фокусного расстояния. Длина полученной конструкции составляет порядка 100 мм, что в 1,5 раза меньше, чем длина ДеМ 3.548.048.

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОСТАБИЛЬНОГО ФОРМИРОВАТЕЛЯ СИНУСОИДАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ

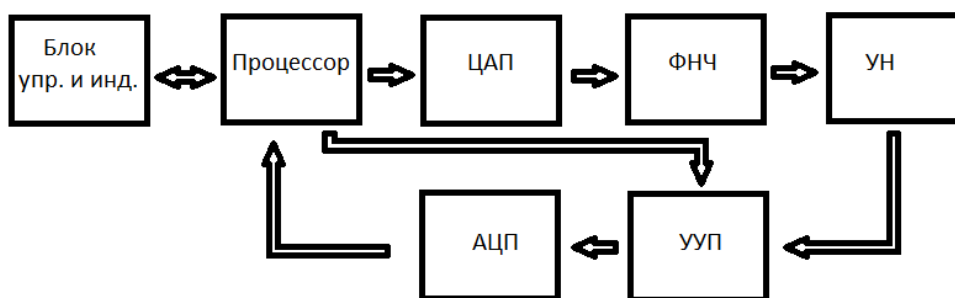
К.А. Креслин

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

Описывается обзор существующих устройств (калибраторов), а также рассматривается поставленная задача, которая заключается в разработке высокостабильного формирователя синусоидальных сигналов для источника токов и напряжений.

Требования к разрабатываемому источнику токов и напряжений:

- Возможность воспроизведения токов и напряжений, близких по значению к лабораторным аналогам.
- Условия эксплуатации, позволяющие применение в полевых условиях.
- Максимально компактные габариты и небольшой вес.



Структурная схема блока формирования синусоидальных сигналов

Управление устройством осуществляется с помощью блока управления и индикации (значения воспроизводимого напряжения также индицируются на нем). Всю основную работу выполняет процессор. В нем генерируется сигнал в цифровом виде и поступает на ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь), который преобразовывает его в аналоговый сигнал. ФНЧ (фильтр низких частот) на выходе ЦАП отфильтровывает полезную полосу сигнала от высокой частоты дискретизации. В конечном итоге полезный сигнал усиливается до необходимых значений усилителем напряжения (УН) и поступает в нагрузку. Для отображения напряжения на нагрузке сигнал с УН поступает на УУП (управляемый усилитель напряжения). И в случае низких значений напряжения усиливается до уровня входного напряжения АЦП (аналого-цифрового преобразователя), который преобразует аналоговый сигнал в цифровой и отправляет на процессор. Процессор, в свою очередь, передает необходимый сигнал на блок управления и индикации, и значения напряжения становятся доступными для пользователя.



## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЕМА ROM ПАМЯТИ В УСТРОЙСТВАХ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ IOS**

М.В. Лытаев

Научный руководитель — Серезин А.А., к.т.н., доцент

Работа посвящена анализу текущей файловой системы, используемой компанией Apple в своих устройствах, а так же более инновационной системы, переход на которую планируется в ближайшее время.

Сейчас в компьютерах Apple используется файловая система HFS+, расширенная версия HFS (Hierarchical File System). Подобно своей предшественнице, HFS+ использует древовидную структуру, называемую В\*-дерево, для хранения большей части метаданных.

Официальное представление HFS+ состоялось 19 января 1998 года, вместе с MacOS 8.1. Позже в системе было реализовано журналирование для повышения надёжности хранения информации. С версии OS X 10.3 журналирование включено по умолчанию, появилась возможность работать в режиме с учётом регистра имён.

Длительное время разработчики продолжали дорабатывать HFS+ и реализовывать на уровне файловой системы новые функции. Однако сейчас к файловой системе выдвигаются совершенно иные требования.

Файловая система APFS нового поколения пока находится на стадии developer preview. В данный момент нельзя использовать том APFS как загрузочный диск, его также нельзя применять в системе резервного копирования Time Machine, в Fusion Drive или с шифрованием File Vault.

APFS, в отличие от HFS+, изначально различает регистр символов в названиях файлов и папок, и эту функцию нельзя отключить.

Ниже перечислены общие характеристики файловой системы APFS в сравнении с HFS+.

Контейнер — это основной объект для хранения данных в APFS. Контейнеры обычно полностью совпадают с записями GUID Partition Table (GPT), у них собственная схема защиты от сбоев и распределения дискового пространства. Каждый контейнер содержит один или больше томов или файловых систем, в каждой из которых есть собственное пространство имён, то есть набор файлов и директорий.

APFS напрямую не поддерживает программный RAID, но её можно использовать с томами Apple RAID для поддержки Striping (RAID 0), Mirroring (RAID 1) и Concatenation (JBOD).

64-битные иноды значительно увеличивает пространство имён, по сравнению с 32-битными идентификаторами в HFS+. В системе APFS поддерживается более 9 квинтиллионов файлов на каждом томе.

В APFS значительно увеличена точность меток времени. APFS поддерживает установку меток времени с точностью до наносекунды. Для сравнения, в HFS+ метки времени выставлялись с точностью до секунды.

Наносекундные таймстампы очень важны в современных файловых системах, потому что они помогают реализовать атомарности и атомарных транзакций — одного из основных требований ACID к транзакционной системе (например, к СУБД). Атомарность гарантирует, что никакая транзакция не будет зафиксирована в системе частично. Будут либо выполнены все её подоперации, либо не выполнено ни одной.

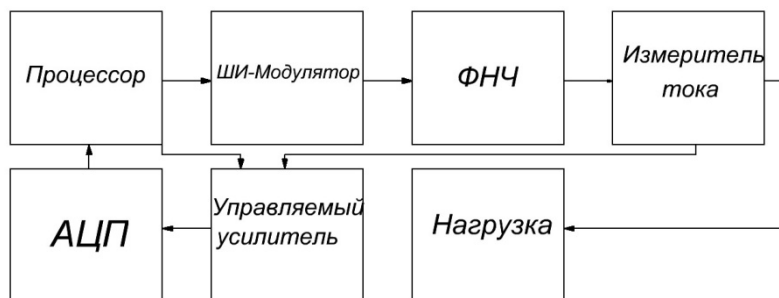
## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО ИМПУЛЬСНОГО ГЕНЕРАТОРА ТОКА

П.И.Павлов, К.А.Креслин, А.А.Сережин, С.А.Круглов  
Научный руководитель-Круглов С.А., канд. техн. наук, доцент

Генератор тока обеспечивает воспроизведение постоянного и переменного тока и следующие технические характеристики:

- ток 0.5А-12А;
- среднеквадратическое значение шума не более 20 мА;
- КПД не менее 85 %.

Генератор выполнен по следующей структурной схеме:



Структурная схема генератора тока

В процессоре формируется последовательность импульсов постоянной амплитуды, с помощью ШИ-Модулятора мы имеем возможность изменять скважность этих импульсов. Далее последовательность импульсов поступает на фильтр нижних частот, в котором высокие частоты отфильтровываются, и на измеритель тока поступает низкочастотный сигнал. Фильтр нижних частот является LC фильтром второго порядка.

Измеритель тока представляет собой схему из шунтирующего прецизионного резистора, операционного усилителя и резисторного делителя, который задает два плеча деления на входах ОУ. После измерения аналоговый сигнал поступает на вход управляемого усилителя с регулируемым коэффициентом усиления. Коэффициент усиления задается в программе процессора и выбирается таким образом, чтобы на выходе усилителя было напряжение, соответствующее допустимому значению напряжения на входе АЦП. В АЦП аналоговый сигнал преобразуется в цифровой и поступает в процессор, для последующей обработки. При изменении сопротивления нагрузки изменяется ток, поэтому необходимо стабилизировать значение тока, протекающего через нагрузку. Для этого в схему включается ПИ регулятор.

### *Достоинства:*

- высокий КПД;
- малые массогабаритные показатели;
- не требует дополнительного охлаждения;
- относительно малая себестоимость;

### *Недостатки:*

- импульсные помехи.

## **РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СИЛЫ СЖАТИЯ/РАСТЯЖЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ**

М.А. Рядовой

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

Описываются основные этапы разработки прибора для определения силы сжатия/растяжения биологических тканей.

Разрабатываемый прибор должен соответствовать следующим требованиям: диапазон измерения силы сжатия/растяжения 200Н, точность 0.05% от измеряемой величины, наличие источника автономного питания, вывод информации на дисплей. Для конвертации усилия в электрические сигналы будет применяться тензодатчик. В качестве выводимой информации будет выступать значение приложенной силы. Для обеспечения нужной точности применяется микросхема, соединяющая в себе программируемый усилитель и АЦП.

Источником питания служит Li-Po аккумулятор. Для проведения измерений необходимо закрепить тензодатчик на вертикально перемещаемой каретке. Образец жестко закрепить на предметном столике, и в зависимости от необходимых измерений (сжатие) начать давить датчиком на образец. Для измерения растяжения образца необходимо закрепить образец на столике и прикрепить его к датчику, который необходимо «поднимать». Значения прилагаемых усилий будут передаваться с датчика на усилитель со встроенным АЦП. После прохождения усилителя данные будут пересчитываться микроконтроллером AtTiny13. Этот же микроконтроллер будет выводить пересчитанные значения на дисплей.

Для того чтобы выводить на экран значения приложенной силы, необходимо отградуировать тензодатчик. Примерный код для градуировки представлен ниже.

```
#include "HX711.h"

HX711 scale(A1, A0);
float zd;
float ratio;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  zd = scale.get_units(10);
  ratio = zd/50;
  Serial.print("Koeff: ");
  Serial.println(ratio);
  delay(2000);
}
```

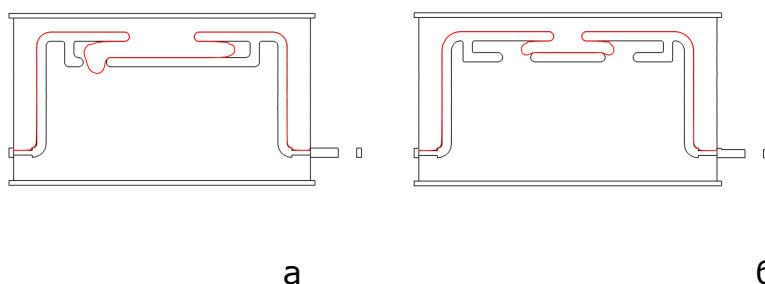
## АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ СЕТОЧНЫХ УЗЛОВ НОВЫХ ГАЗОРАЗРЯДНЫХ КОММУТИРУЮЩИХ ПРИБОРОВ

К.Д. Агальцов

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

Рассматривается вопрос дальнейших исследований конструкций газоразрядных коммутирующих приборов, полученных ранее в работе [1]. По сравнению с тиратроном ТГИ2-500/20 в качестве коммутатора тока [2] разработанные приборы позволяют уменьшить значения временной неустойчивости момента обрыва тока в 2-5 раз, снизить минимальное время выключения на 25%. При этом диапазон пропускаемых токов оказывается меньше чем в тиратроне.

В приборе с многодырочной конфигурацией отверстий в сеточном узле для увеличения максимального пропускного тока предлагается расширить канал и уменьшить разогрев, путем увеличения минимальной площади сечения разрядного канала и утолщения стенок сеточного узла. Снижение разогрева необходимо, поскольку ожидается увеличение тока. Скругления краев отверстий позволяет снизить напряженность поля посредством устранения элементов с малым радиусом кривизны. По сравнению с тиратроном, согласно моделированию, проникновение поля в катодную область в данной конструкции меньше, чем в тиратроне (см. рисунок а)



Зависимость давления водорода в коммутаторе от напряжения накала генератора водорода

Конструкция прибора со щелевой конфигурацией отверстий дополняет первую. Имея несколько иную картину распределения площадей вдоль разрядного канала в сеточном узле, она может позволить снизить время выключения (см. рисунок б). Аналогично первой конструкции увеличена толщина стенок и добавлены скругления краев отверстий.

### Библиографический список

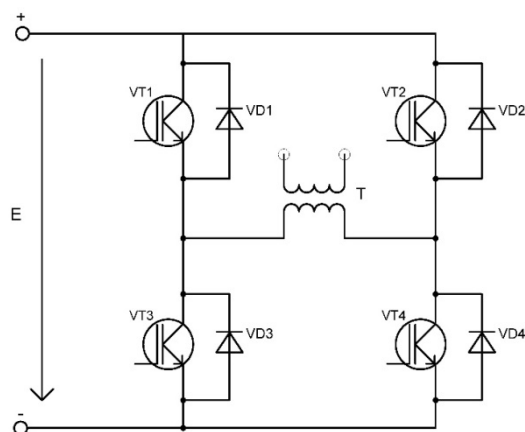
1. Шатилов С. Г. Исследование газоразрядных прерывателей тока в режиме генерации высоковольтных импульсов: дис. канд. тех. наук. – Рязань. – 2016
2. Верещагин Н.М., Круглов С.А. Водородный тиратрон как размыкатель тока в схеме с индуктивным накопителем энергии // Вестник Рязанской государственной радиотехнической академии. 2002. №10. С. 71-74

## МОСТОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ И ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ, КАК МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ СИНУСОИДАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Л.Г. Башта

Рассматривается решение проблем, встретившихся при разработке установки для испытания вакуумных размыкателей тока, таких как: потери мощности, габариты схемы и формирование синусоидального напряжения промышленной частоты. Для решения этих проблем был выбран мостовой преобразователь под управлением ШИМ.

Данный метод полностью решает поставленные выше проблемы, так как потери мощности происходят только на внутреннем сопротивлении элементов преобразователя, схема состоит из минимального количества элементов, способных выдержать высокие токи, использование ШИМ обуславливает использование высокочастотных трансформаторов, которые во много раз меньше силовых.



Мостовой преобразователь напряжения

Формирование синусоидального напряжения промышленной частоты производится по следующей зависимости:

$$x(n) = k \times \sin \frac{2\pi n}{N};$$

где  $x(n)$  – время импульса,  $k$  – амплитуда (0 – 100%),  $n$  – номер точки в полу периоде,  $N$  – количество точек. Из полученной зависимости видно, что импульсы будут иметь различную ширину в зависимости от положения точки. В первую половину периода сигналы с ШИМ-контролера поступают на транзисторы VT1 и VT4, а во вторую на VT2 и VT3. В моменты, когда транзисторы закрыты, ток будет течь через диоды за счет энергии накопленной сердечником трансформатора.

## **ВИДЫ СОЛНЕЧНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

А.М. Киреев

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

Существует три основных вида солнечных систем электроснабжения:

- Безаккумуляторная. Соединенная с сетью.
- Аккумуляторная. Соединенная с сетью.
- Аккумуляторная. (Автономная).

При планировке системы электроснабжения с солнечными батареями у нас есть выбор - сделать ее без использования аккумуляторов или с использованием аккумуляторов.

В местах, где распределительные сети новые, перебои в электроснабжении бывают не так часто и краткосрочные. Исключение составляют старые, изношенные сети, сети, находящиеся в сельской местности, а также удаленные районы с протяженными сетями. В данных случаях вероятность появления дефекта в линиях электропередач (ЛЭП) и авариях на линиях сильно возрастает. Причиной может быть как перегруженность оборудования, так и погодные условия - бури, ураганы, ледяные дожди, мокрый снег и т.п. В удаленных местах распределительным сетям требуется гораздо больше времени, чтобы устранить неисправности. Более того, распределительные сети, как правило, в первую очередь устраняют неисправности на участках, которые питают наибольшее количество потребителей, а если участок ЛЭП питает только небольшое количество потребителей, и они расположены довольно далеко - ждать ремонта приходится довольно долго.

Более важно учитывать длительность перебоев в электроснабжении, чем их частоту. При перебоях, примерно, менее 20 минут, достаточно иметь источник бесперебойного питания для своего персонального компьютера, чтобы не потерять данные. Если же перебои в электроснабжении растягиваются на полдня – день и дольше, то требуется установить автономную систему бесперебойного электроснабжения, которая поможет обеспечить требуемую энергию для системы отопления, насосов, освещение и других важных потребителей. Желательно иметь в составе такой системы и солнечные батареи. Если же перебои в электропитании превышают несколько дней, то обязательно требуется дополнительный источник энергии, к примеру, солнечные батареи, а также резервный жидко топливный генератор.

Если сеть пропадает примерно несколько раз в год на несколько минут, то системы электроснабжения не имеющей в своем составе аккумуляторов, бывает достаточно.

Со стороны производительности, безаккумуляторная система электроснабжения производит гораздо больше электроэнергии, чем аккумуляторная система. Для начала одна часть энергии будет тратиться на заряд-разряд аккумуляторной батареи (до 20%), другая часть энергии пропадает в менее эффективных батарейных инверторах и MPPT контроллерах. Однако, в связи с тем, что в солнечных гибридных системах электроснабжения аккумуляторные батареи крайне редко сильно разряжаются, то и выигрыш по сравнению с автономными системами может быть не более чем 5-10%.

## **ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ**

А.Н. Кузин, И.О. Колесник

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

Описываются основные виды преобразователей напряжения, используемые в источниках питания радиоэлектронной аппаратуры.

Преобразователи напряжения делятся на два вида: однотактные (прямоходовые, обратногоходовые и так называемый «косой мост») и двухтактные (мостовой, полумостовой и преобразователь с отводом от середины обмотки трансформатора).

Однотактные прямоходовые наиболее распространены в сварочных инверторах малой мощности. Их преимуществами являются большая удельная мощность и отсутствие «сквозных токов».

Однотактные обратногоходовые нашли применение в качестве источников питания в аппаратуре мощностью до 0.2 кВт и энергосберегающих источниках освещения. Их несомненным достоинством является невосприимчивость к короткому замыканию нагрузки. Недостаток этой схемы – малая удельная мощность.

«Косой мост» применяется в основном во всевозможных сварочных инверторах вследствие того, что он имеет хорошую помехозащищенность и широкий диапазон регулирования выходного тока.

Актуальность двухтактных преобразователей проявляется при нагрузках большой мощности (например, дуга сварочных аппаратов). Двухтактный мостовой преобразователь имеет высокий КПД. Также к его положительным характеристикам можно отнести то, что напряжение на ключевых транзисторах равно напряжению питания преобразователя. Минус данных устройств – выход из строя компонентов при коротком замыкании нагрузки.

Одним из достоинств полумостовых преобразователей можно назвать то, что они могут работать без нагрузки без выхода элементов из строя. Отсутствие системы защиты, малый КПД по сравнению с мостовым – являются негативными сторонами «полумоста».

Преобразователи с отводом от середины обмотки трансформатора в иностранных источниках называют «push-pull». Они используются при невысоком напряжении питающей сети и выходной мощности до 1 кВт. Такие преобразователи отличаются возможностью работы с перегрузкой. Большое напряжение на закрытых ключевых транзисторах заставляет прибегнуть к использованию силовых транзисторов, что является серьёзным недостатком.

Радиоэлектронная аппаратура постоянно развивается, требует большие мощности, поэтому источники питания должны развиваться и удовлетворять постоянно растущим потребляемым мощностям.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ДИАГНОСТИКИ ДЕФЕКТОВ КОНТАКТНОГО ПОКРЫТИЯ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ МЭМС**

Д.В. Будников

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

Рассматривается методика диагностики контактных покрытий. Как уже было установлено, к основным технологическим дефектам контактного покрытия МЭМС, определяющим его эксплуатационные характеристики, следует, прежде всего, отнести неравномерность нанесения контактного покрытия, его пористость  $\rho$  и излишнюю шероховатость контактирующей поверхности  $R_a$ .

Для разработки методики диагностики отмеченных выше дефектов контактного покрытия в настоящей работе мы воспользовались современными микроскопными методами, такими как атомно-силовая микроскопия (АСМ) и растровая электронная микроскопия (РЭМ).

Ранее определение шероховатости поверхности наносимого гальванопокрытия в основном сводилось к выявлению крупных выступов и впадин, заусенцев, раковин с помощью оптической и электронной микроскопии, а также профилометров.

Возросшие требования к качеству поверхности покрытия обуславливают необходимость более объективно, с позиций современной науки о поверхности характеризовать рельеф покрытий. АСМ с помощью специализированного программного обеспечения позволяет проводить измерение сразу нескольких параметров, таких как перепад высот ( $R_{max}$ ), шероховатость ( $R_a$ ), среднеквадратичное отклонение ( $R_q$ ) и т.д. Также с помощью АСМ можно определять число пор, их размеры и общую площадь, занимаемую порами.

В настоящей работе определение элементного состава исследуемых покрытий проводилось на РЭМ с помощью метода рентгеновской энергодисперсионной спектроскопии (ЭДС). Этот метод заключается в следующем: с помощью пучка электронов определённой энергии атомы исследуемого образца возбуждаются, испуская характерное для каждого химического элемента рентгеновское излучение. Исследуя энергетический спектр такого излучения, можно сделать выводы о качественном и количественном составе образца.



## **ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ОТХОДЯЩЕЙ ЛИНИИ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ РГРТУ**

В.Н. Ворожеев

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

Целью исследования являлось проведение анализа показателей качества отходящей линии трансформаторной подстанции РГРТУ для выбора мер по энергосбережению.

Материал и методика исследования. Для исследования с 7 по 15 ноября 2016 года были установлены измерители показателей качества электрической энергии Ресурс «UF-2», которые проводят сравнение снятых показаний с ГОСТ 13103 – 97 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

Были получены следующие характеристики:

- коэффициенты N-ых гармонических составляющих;
- коэффициенты отклонения фазных напряжений;
- коэффициенты отклонения междуфазных напряжений;
- коэффициенты отклонения частоты;
- значения активной и реактивной мощности фаз трехфазной системы;
- коэффициенты мощности по первой гармонике;
- коэффициенты несимметрии.

На основе этих данных были посчитаны среднесуточные значения активной и реактивной мощностей, коэффициенты формы, коэффициенты максимума и минимума нагрузок.

После соответствующих расчетов были сделаны следующие выводы:

1. Активная мощность на фазах распределена не равномерно. По СП 31-110-2003 «Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий» в пределах одного щитка разница в токах наиболее и наименее нагруженных фаз не должна превышать 30%. В данном случае по активной мощности в один из дней разница превысила 90%, а по реактивной свыше 200%.
2. Коэффициент формы графика нагрузки характеризует неравномерность графика нагрузки во времени. Оптимальными значениями являются значения от 1,02 до 1,15. В данном случае на фазе «А» значения по активной мощности достигают 1,21, а по реактивной 1,68.
3. Коэффициенты минимума нагрузки по фазе «А» имеют отрицательное значение.

# РАЗРАБОТКА МАКЕТА СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ИССЛЕДУЕМЫХ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ УСТАНОВКИ МИКРОФОКУСНОЙ РЕНТГЕНОСКОПИИ И РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА

А.В. Ефимов

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

Рассмотрен теоретический материал по реализации рентгеноструктурного анализа и рентгеноскопии.

В ходе выполнения работы были изучены экспериментальные методы рентгеноструктурного анализа кристаллов (метод Лауэ, метод порошка, метод вращения и метод качения) и рентгеноскопии (рентгенография сварных соединений, рентгеноскопия печатных плат).

С учетом изученного материала были сформированы следующие требования к узлу установки образца:

- 1) закрепление образца в держателе;
- 2) задание образцу начального положения относительно первичного пучка;
- 3) возможность манипулирования образцом;
- 4) поступательное перемещение держателя синхронно со смещением пленки (детектора) при сохранении углового положения;

Проанализировав материал по экспериментальным исследованиям было установлено, что держатель образца может иметь приспособления для защиты от внешних нежелательных воздействий, создания необходимых температур, вакуума, давления.

## СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО БЛОКА ПИТАНИЯ

П.А. Дрожжачих

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

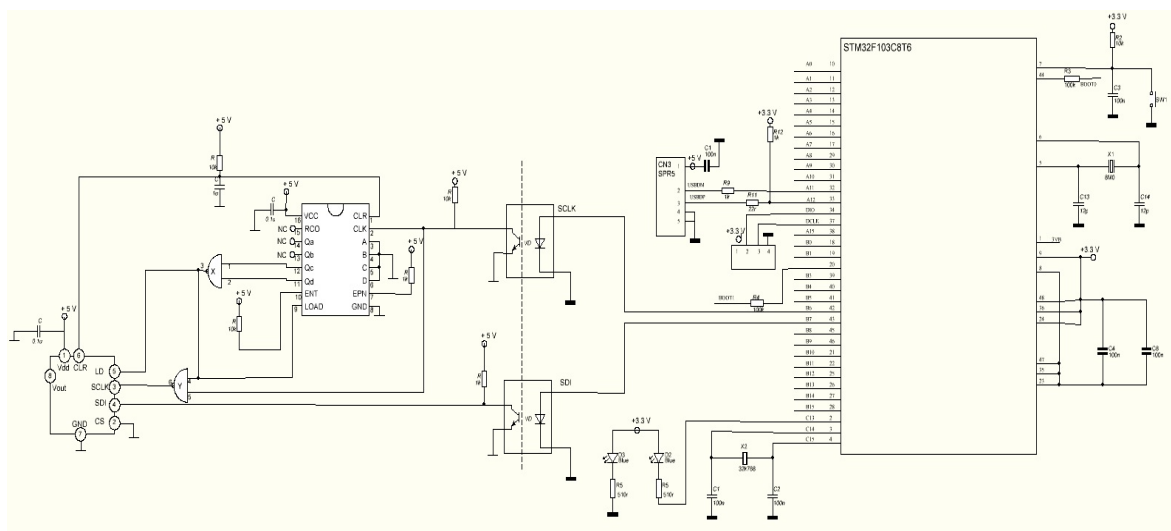


Схема состоит из микроконтроллера, двух оптопар, предназначенных для изоляции микроконтроллера, и цифровой системы управления от высоковольтной части и ЦАП. Имеется выход для связи с компьютером по USB-интерфейсу, обозначенный CN3 SPR5.

Для управления ЦАП имеются две интерфейсных линии, необходимо иметь три. Схема, показанная на рисунке, показывает, как преобразовать двухлинейный интерфейс в три линии управления, необходимые для управления DAC8512. Эта технология использует счетчик для отслеживания тактовых циклов и, когда все данные были введены в ЦАП, внешняя логика генерирует Load-импульс.

Принцип работы: по USB-интерфейсу приходит команда на микроконтроллер, после чего она обрабатывается и формируется управляющий цифровой сигнал, он поступает на ЦАП, где преобразуется в аналоговый сигнал, после чего подается непосредственно в высоковольтную часть аппарата. Вывод: Разработана схема управления высоковольтным блоком питания.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ СОСТОЯНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПОДСТАНЦИЯМИ 110/10 КВ**

П.А. Ивашев

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

Рассматривается проблема существующих мультисервисных цифровых сетей, обладающих рядом недостатков, из которых стоит отметить устаревший метод передачи, отсутствие приспособляемости к изменению условий работы, равно как низкую эффективность использования сетевых ресурсов.

Цель работы - создание единой корпоративной сети ОАО «Рязань-энерго», которая будет являться основой распределенных автоматизированных систем оперативного контроля и регулирования производственной функциональности предприятия.

Разрабатываемая организация передачи сигналов состояния и управления должна решать следующие задачи:

- предоставление телефонной связи;
- централизация ЛВС предприятий ОАО «Рязаньэнерго»;
- передача телеметрической информации и сигналов технологического управления силовым энергетическим оборудованием;
- организация информационного тракта между подстанциями и для защиты ВЛ от грозových разрядов.

Было произведено исследование волоконно-оптическая системы в грозозащитном тросе: активные и пассивные компоненты, принцип передачи сигнала, расчёт допустимого затухания на участке и выбора точки подвески оптико-волоконного кабеля на опорах.

Последние связаны с тем, что волоконно-оптический кабель, находящийся в междупазном пространстве, подвергается воздействию электрического поля ВЛ являющегося источником опасности электрической эрозии пластикового покрытия, обеспечивающего герметичность кабеля. Основными, с этой точки зрения, параметрами электрического поля являются его потенциал и напряженность, особенно в районе крепления кабеля к опоре, элементы которой искажают характер поля, усиливая его. Механизм аварий ВОЛС представляется обусловленным явлением, известным как трейкинг-воздействие.

## РАЗРАБОТКА СИЛОВОЙ ЧАСТИ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

А.Ю.Кузьмич

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

Целью исследования было проектирование электрической схемы высоковольтного блока питания для рентген аппарата, проведение испытаний, разводка печатных плат.

Материал и методика исследования. Для исследования была разработана высоковольтная схема (рис. 1). Преобразователь собран по полумостовой схеме на транзисторах VT1 и VT2 и конденсаторах C4 и C5. Силовые транзисторы управляются специализированной микросхемой автоколебательного полумостового драйвера IR2153. Были проведены испытания с соблюдением техники безопасности, весь высоковольтный умножитель был залит компаундом (рис. 2).

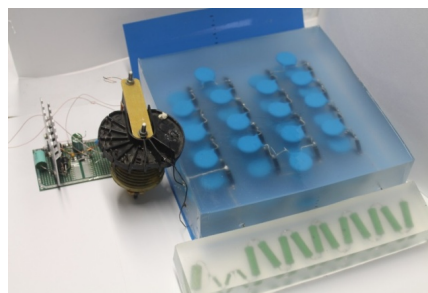
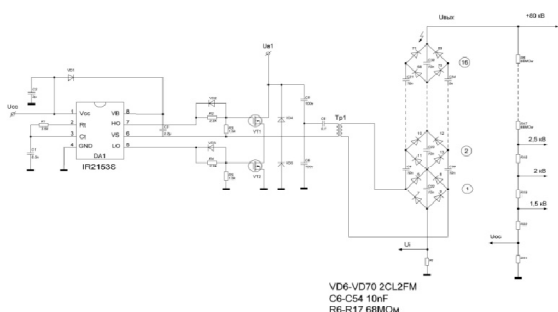


Рис.1. Экспериментальная схема

Рис.2. Проведение испытаний

Результаты исследования. После проведения всех замеров был получен результат поставленной задачи, получения на выходе напряжения равного 80 кВ. В последующем была спроектирована высоковольтная печатная плата (рис.3).

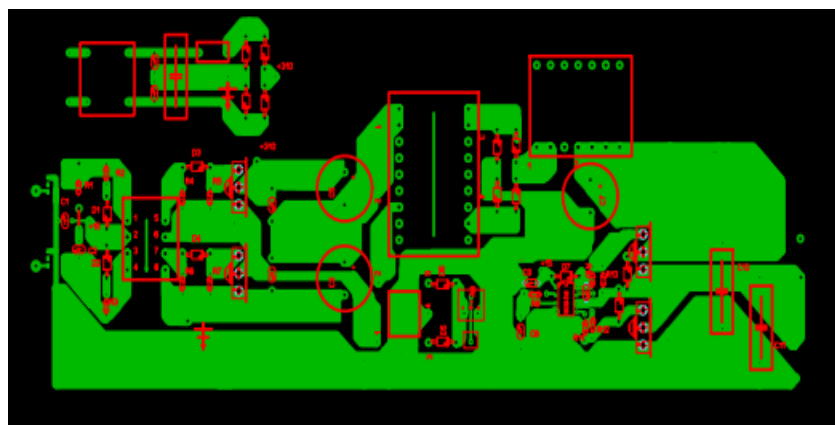


Рис.3. Печатная плата

Вывод. В результате проделанной работы было выявлено:

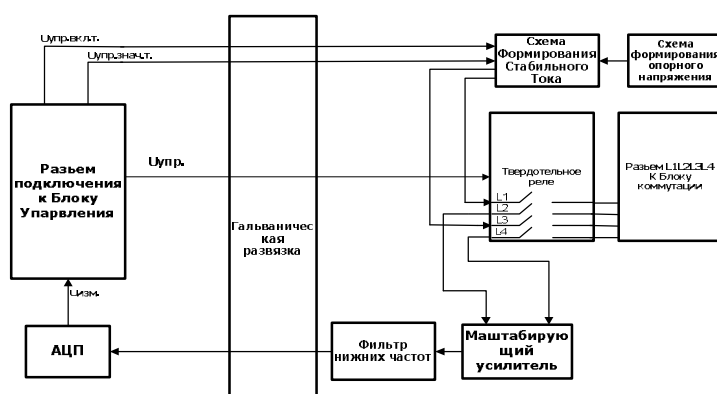
1. Разработана электрическая схема.
2. Проведены лабораторные испытания.
3. Разработана печатная плата.

# ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА БЛОКА ИЗМЕРЕНИЯ НИЗКООМНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ АВТОМАТА КОНТРОЛЯ МОНТАЖА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА

М.А. Однорал

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

Основной задачей блока измерения низких сопротивлений, входящего в состав блока управления автомата контроля монтажа для автоматизированного рабочего места инженера-монтажника, является измерение величины низкоомного сопротивления участка цепи путем измерения величины падения напряжения при заданной величине протекающего тока.



Функциональная схема блока измерения низкоомных сопротивлений

В состав данного блока входят: аналого- цифровой преобразователь (АЦП), схема формирования опорного напряжения (СФОН), гальваническая развязка (ГР), твердотельные реле (ТР), схема формирования стабилизированного тока (СФСТ), масштабирующий усилитель (МУ) и фильтр нижних частот (ФНЧ). Также на плате присутствуют разъёмы подключения к плате управления и блокам коммутации. СФОН, принимая сигналы управления с блока управления, формирует опорное напряжение, необходимое для формирования стабильного тока в СФСТ. Стабильный ток формируется под управлением блока управления и подается на линии L1 и L4 твердотельного реле, которое подключает эти линии к блокам коммутации, где формируется измерительная схема. По линиям L2 и L3 от блоков коммутации поступает разность потенциалов с измеряемого участка цепи. Данное напряжение поступает на МУ для предварительного усиления, чтобы в дальнейшем появилась возможность преобразования данного напряжения в АЦП. Следующим этапом является фильтрация данного сигнала с целью выделения составляющей части и подавления шумов. Далее сигнал поступает на АЦП, где происходит преобразование напряжения в цифровой код и осуществляется передача информации на блок управления, в котором производятся арифметические вычисления и с него - оператору ЭВМ в виде потенциала напряжения.

Разработанный блок измерения низких сопротивлений является базовым звеном автомата контроля монтажа. Данный блок осуществляет измерение низкоомных сопротивлений цепи, что является одной из основных функций АКМ.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ЗА СЧЁТ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ИОНОВ В МЕЖЭЛЕКТРОДНОМ ПРОМЕЖУТКЕ ИСПОЛЬЗУЯ СИЛУ ВЕТРА

Е.А. Козлов

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

Существуют способы получения электроэнергии, в которых заряженные частицы перемещаются с помощью газовых либо жидких сред на специальный электрод – коллектор, на котором частицы осаждаются, отдавая тем самым свой заряд и генерируя ток. Устройства, работающие по данному принципу, имеют название электрогазодинамические генераторы (ЭГДГ). В ЭГД-генераторе в качестве заряженных частиц используются электроны, плазма, электролиты, твердотельные излучатели, а в качестве текучей среды используются газы либо парообразные вещества с введенными мелкодисперсными частицами, течение которых происходит в замкнутом канале и вызывается перепадом давления на его входе и выходе.

В работе стоит задача реализовать устройство ЭГД-генератора, в котором заряженные частицы получают из плазмы коронного разряда, а текучая среда – направленный поток воздуха или ветер. Необходимо исследовать процесс генерации тока и оценить эффективность работы подобного генератора.

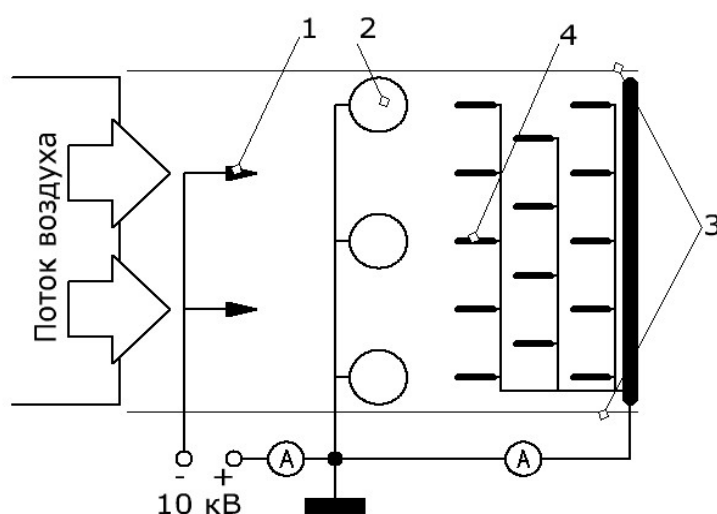


Схема ЭГД-генератора

На рисунке представлена конструкция генератора, в которой источник ионов представляет катод -1 (электрод с пилообразными зубьями) и анод – 2 (трубки), пролётный канал – 3, коллектор -4. Источник ионов имеет свойство генерировать свой ветер, именуемый электрическим, скорость которого доходит до 2 м/с. Также на источник ионов, перпендикулярно к плоскости трубок направляется воздушный поток со скоростью 8 м/с.

Суть экспериментального исследования работы генератора заключается в измерении тока коллектора, изменяя ток коронного разряда, при воздействии электрического ветра и воздушного потока. Результат эксперимента показал, что используя «собственный» ветер ток коллектора составляет 5-10% тока источника ионов, а при воздействии воздушного потока изменения тока коллектора составляют от 1-10% от установившегося значения.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что данный тип генератора может функционировать, но эффективность его работы в данном варианте конструкции с использованием потока воздуха в качестве текучей среды очень низкая, что связано со многими факторами, к которым относятся скорость, плотность, площадь взаимодействия и сечение взаимодействия.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ВАКУУМНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ**

Э. Малдыбаева

Научный руководитель - Юдаев Ю.А., д-р техн. наук, профессор

Вакуумные выключатели (ВВ) применяются для работы внутренних и наружных установок, для коммутации (включения-отключения) электрического тока с номинальным значением и тока короткого замыкания в электроустановках. Вакуум так же является рабочей средой высоковольтных выключателей, в которых происходит гашение дуги.

Другой областью применения ВВ является пуск или отключение асинхронного двигателя и короткозамкнутого фазного ротора. В современном мире широко используют вакуумных выключателей как отключением медленно вращающихся электродвигателей и в торможении двигателя противотоком.

К достоинствам ВВ относится простота ремонта в случае выхода коммутатора из строя. При поломке камер она заменяется в качестве единого блока. ВВ могут работать в любом положении в пространстве, имеют высокую коммутационную износостойкость, малые размеры, пожарную безопасность, отсутствие шума при операциях, не загрязняют окружающую среду. ВВ удобны в эксплуатации и предполагают малые расходы. Недостаток - в рабочем состоянии сравнительно небольшой номинальный ток и ток отключения.

Основными причинами, приводящими к поломке ВВ, являются перенапряжения, которые возникают из-за преждевременного или раннего обрыва тока до его перехода через нуль естественным путем.

Одним из основных направлений увеличения надежности вакуумных выключателей является повышение эрозионной стойкости электродов ВВ, что и определило тему исследований.

## **ТЕМПЕРАТУРНЫЙ СЕНСОР СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ МАСС-СПЕКТРОМЕТРА ДИНАМИЧЕСКОГО ТИПА**

А.Е. Кожин

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

В докладе рассматривается разработка цифрового термического сенсора на основе микроконтроллера. Многие процессы в современных устройствах автоматизированы путем применения различных по функциональности промышленных контроллеров и микроконтроллеров. Для управления механизмами, контроля параметров окружающей среды необходимы измерения различных физических величин таких, как скорость, ускорение, давление, влажность и т.д. Самыми распространенным измеряемым параметром является температура. Использование современного микроконтроллера в составе системы автоматизации позволяет не только управлять различными устройствами и механизмами, но и параллельно следить за параметром окружающей среды таким как температура.

В разработанной системе регистрации масс-спектрометра используется микроконтроллер STM32F103VET6 фирмы изготовителя STMicroelectronics. Данный микроконтроллер обладает требуемыми параметрами:

- 1) рабочая частота 72 МГц;
- 2) 32-разрядное ядро ARM Cortex-M3;
- 3) 512 кбайт Flash памяти;
- 4) три 12-битных АЦП, каждый обладает 21-м каналом [1].

Для нормальной работы системы регистрации и масс-спектрометра в целом необходимо, чтобы температура окружающей среды была в рабочем диапазоне. Измерение температуры воздуха, и своевременная сигнализация о выходе из рабочего диапазона в данном случае возможна несколькими способами.

Ядро микроконтроллера обладает встроенным термосенсором [1], который подключен к шестнадцатому каналу первого АЦП (ADC1\_IN16). Датчик инициализируется программой написанной на языке СИ. Точность сенсора не хуже  $\pm 0.25$  °C. Температура воздуха измеряется в непосредственной близости от ядра.

Для увеличения точности и удалённости точки измерения ко входам АЦП по двух проводной линии подключаем полупроводниковый первичный преобразователь – полупроводниковый диод. Он обладает линейной зависимостью обратного тока диода от температуры, малой погрешностью, прост в применении и обладает низкой стоимостью.

Так как основу разработанной системы регистрации составляют полупроводниковые приборы, то для обеспечения долгой работы устройства необходимо поддерживать рабочие условия окружающего пространства (диапазон рабочих температур от -40 до +85 °C) [1]. Поэтому отслеживание температуры воздуха является приоритетной задачей.

1. STMicroelectronics. Reference manual STM32F101xx, STM32F102xx, STM32F103xx advanced ARM-based 32-bit MCUs, 2010. – 1072 с.



## **РАЗРАБОТКА КЛАПАННОЙ СИСТЕМЫ ПАРОРЕАКТИВНОГО НАГНЕТАТЕЛЯ**

Д.В. Миронов

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

Рассматривается метод повышения эффективности жидкостной системы охлаждения электронных приборов.

Непрерывную циркуляцию жидкости обеспечивает парореактивный нагнетатель. Он представляет собой контур, выполненный из металлических трубок. Нагрев осуществляется за счет мощности, отводимой от электронного прибора. Система включает в себя два клапана, задача которых заставить жидкость циркулировать в одном направлении по контуру. Для охлаждения и конденсации пара используется конденсатор. Он представляет собой трубку с оребрением в виде тонких пластин. Защиту от повреждения всей системы при изменении объема жидкости, вследствие нагрева и охлаждения, обеспечивает сифон.

В ходе испытаний парореактивного нагнетателя выявилось слабое место всей конструкции, а именно клапанная система шарового типа. Меняя положение в пространстве, клапан перестает выполнять свою функцию. Это связано с тем, что при воздействии сил гравитации запорный механизм открывается под собственным весом и пропускает часть жидкости. Тем самым нарушается работа всей установки. При использовании запорного механизма шарового типа поток жидкости, проходя через клапан, теряет свою скорость.

Для устранения этих недостатков была разработана модель клапана поворотного типа. В данной конструкции запорным элементом является золотник или лепесток. Таким образом, клапан перестанет открываться при смене пространственного ориентирования, а поток не теряет инерции.

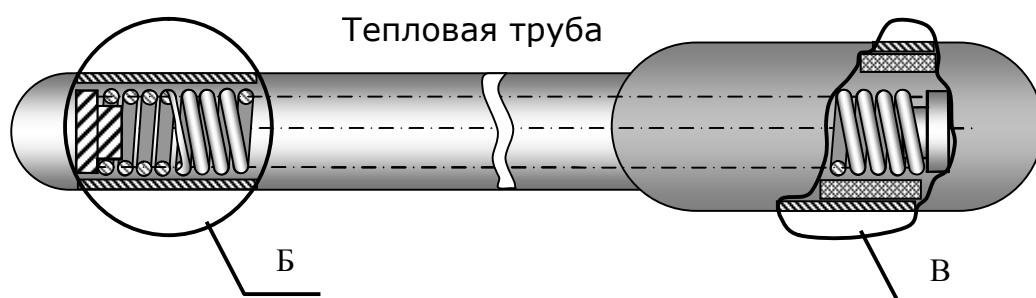
## **РАЗРАБОТКА СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА НА ОСНОВЕ АРТЕРИАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ**

С.М. Асотов

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

Рассматривается проблема энергосберегающих технологий нагрева жидкости (теплоносителя) и обогрева промышленных и бытовых помещений при использовании меньшего количества энергии. Предложено использовать для этих целей устройства, работающие на солнечном излучении – солнечные коллекторы. Солнечный коллектор представляет собой простое устройство по сбору солнечного излучения и его преобразованию в тепловую энергию, состоящее из светопоглощающей панели, прозрачной колбы, тепловой трубы и абсорбирующего или отражающего слоя.

Рассмотрев различные виды солнечных коллекторов, было принято решение о разработке конструкции, главным элементом которой будет являться артериальная тепловая труба.



Проведены соответствующие расчеты, построены графики отражающие зависимости передаваемой мощности от угла наклона тепловой трубы, от температуры теплоносителя, от количества артерий, от диаметров артерий и сетки. На основании полученных данных предложена оптимальная конструкция теплового коллектора и способ размещения капиллярной структуры в корпусе тепловой трубы.

## СЕКЦИЯ «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

### МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО ПОВЕДЕНИЯ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ

О.Р. Ерзунов

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

Нелинейное поведение усилителей мощности (УМ) передающего тракта обуславливает построение компьютерной модели, которые в дальнейшем применяются для схмотехнического построения цифровых корректоров проходной характеристики УМ.

Модель Saleh является моделью без памяти. Она описывает амплитудно-амплитудные характеристики (ААХ) и фазово-амплитудные характеристики (ФАХ) следующими уравнениями:

$$G_{УМ}(U_{ВХ}) = \frac{a_A \cdot |U_{ВХ}|}{1 + b_A \cdot |U_{ВХ}|^2},$$
$$\Phi_{УМ}(U_{ВХ}) = \frac{a_\Phi \cdot |U_{ВХ}|}{1 + b_\Phi \cdot |U_{ВХ}|^2},$$

где  $a_A$ ,  $b_A$ ,  $a_\Phi$ ,  $b_\Phi$  – коэффициенты модели, определенные по экспериментальным данным,  $U_{ВХ}$  – входной сигнал.

Модель Rapp использует три параметра для реализации искажений амплитуды, но не фазы. Следовательно, она не имеет ФАХ. ААХ определяется соотношением:

$$G_{УМ}(U_{ВХ}) = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{|U_{ВХ}|}{a_A}\right)^{2 \cdot P}\right]^{\frac{1}{2 \cdot P}}},$$

где  $a_A$ ,  $P$  – параметры модели. Данная модель принимает линейные характеристики до тех пор, пока не будет достигнута точка насыщения, а затем применяется переход к постоянному насыщенному выходу.

Ещё одной моделью, применяемой для описания нелинейности проходной характеристики УМ, является модель Ghorbani. Зависимости для ААХ и ФАХ данной модели имеют вид:

$$G_{УМ}(U_{ВХ}) = \frac{x_1 \cdot U_{ВХ}^{x_2}}{1 + x_3 \cdot U_{ВХ}^{x_2}} + x_4 \cdot U_{ВХ},$$
$$\Phi_{УМ}(U_{ВХ}) = \frac{y_1 \cdot U_{ВХ}^{y_2}}{1 + y_3 \cdot U_{ВХ}^{y_2}} + y_4 \cdot U_{ВХ}^{y_2},$$

где  $x_1 \dots x_4$ ,  $y_1 \dots y_4$  – параметры модели, которые вычисляются по измеренным с помощью подгонки кривой.

#### Библиографический список

1. Yadav A. Linearization of Saleh, Ghorbani and Rapp amplifiers with Doherty Technique / A. Yadav// SaS TECH Journal. –2010. –Vol. 9. –P. 79–86.
2. Eyad Arabi and Sadiq Ali , Behavioural modeling of RF front end devices in Simulink® , Master's Thesis, Chalmers University of Technology, Sweden, 2008.

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФАЗОВЫХ СДВИГОВ НА ДИАГРАММУ НАПРАВЛЕННОСТИ АФАР**

Т.С. Стройкова

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

Антенная решётка (АР) представляет собой систему идентичных излучателей, одинаково ориентированных в пространстве и расположенных по определенному закону. В зависимости от расположения элементов АР разделяют на линейные, поверхностные и объемные. Наиболее распространены прямолинейные и плоские АР.

В данной работе исследовано влияние дискретности фазового сдвига на диаграмму направленности (ДН) АР. Проведено сравнение точной и дискретной подстройки ДН при введении различных фазовых сдвигов.

Для исследования использовалась плоская АР с числом элементов – 900 (30\*30). Расстояние между элементами АР ( $d/\lambda$ ) – 0.5. Диапазоны изменения азимута ( $\Theta$ ) и угла места ( $\varphi$ ) соответственно  $0^\circ \dots 90^\circ$  и  $0^\circ \dots 360^\circ$ .

ДН АР можно рассчитать умножив ДН одного излучателя на множитель АР. ДН плоской АР является произведением двух линейных антенных решёток, элементы которых расположены вдоль координатных осей. Управлять ДН можно создавая соответствующие фазовые сдвиги сигналов для элементов в столбцах и строках. [1]

При отклонении источника излучения вдоль направления азимута и точной подстройке ДН на соответствующий фазовый сдвиг, искажение формы ДН минимальны. При отклонении угла  $\varphi$  до  $10^\circ$  ширина главного лепестка (ШГЛ) находится в пределах 1-2 градусов и уровень боковых лепестков (УБЛ) порядка  $-(16 \dots 18)$  дБ. При больших отклонениях угла и соответственно больших фазовых сдвигах точная подстройка даёт ещё лучшие результаты. ШГЛ – 1-1,5 градуса, УБЛ –  $-(31 \dots 33)$  дБ. На практике дискрет фазового сдвига ограничивается конструкцией и характеристиками фазовращателей, поэтому точную подстройку провести невозможно. В настоящее время существуют фазовращатели, обеспечивающие дискрет фазового сдвига порядка 5-6 градусов. Исследование показало, что при неточной подстройке ДН с дискретом фазового сдвига  $5,625^\circ$  её характеристики ухудшаются. ШГЛ увеличивается на 5-10 %, УБЛ возрастает на 10-15%, уменьшается коэффициент направленного действия (КНД) антенны из-за смещения главного максимума ДН.

### *Библиографический список*

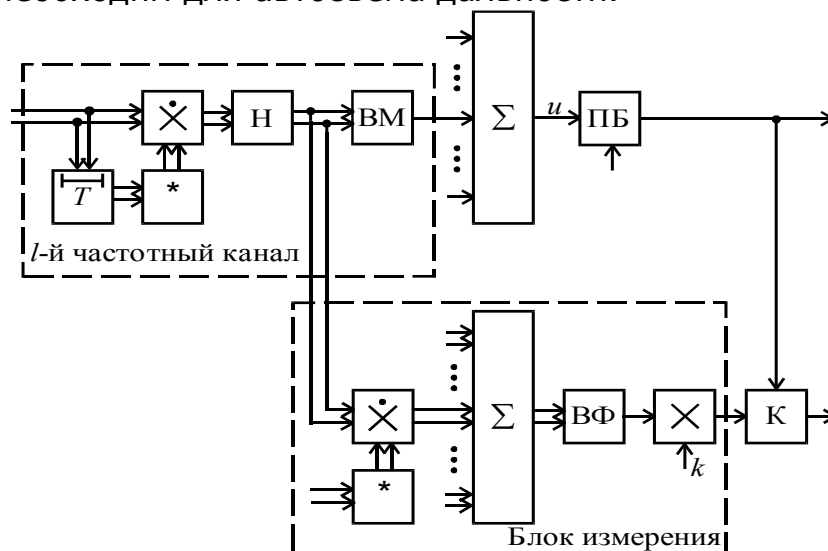
1. Монзинго Р.А., Миллер Т.У. Адаптивные антенные решетки. Введение в теорию – М.: «Радио и связь», 1986. – 448 с.

## ОБНАРУЖИТЕЛИ-ИЗМЕРИТЕЛИ МНОГОЧАСТОТНЫХ СИГНАЛОВ

А.А. Столяров

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

Обнаружитель-измеритель многочастотных сигналов инвариантный к доплеровским сдвигам фаз представлен на структурной схеме и осуществляет работу следующим образом. На вычислитель модуля ВМ поступает сумма полученных произведений комплексно-сопряженных соседних отчётов, а результат полученных вычислений суммируются с результатами частотных каналов, полученная сумма поступает на ПБ (пороговый блок). Стоит отметить, что по сравнению с адаптивным обнаружителем-измерителем, в данном случае на выходы блока измерений подаются непосредственно результаты полученных накоплений частотных каналов. С помощью ВФ (вычислитель фазы) находится усредненное значение оценки доплеровского сдвига фазы полученного отраженного сигнала и реализует логические операции. В случае превышения  $u_0$  (порогового уровня обнаружения), открывается ключ К с помощью сигнала с блока ПБ, пропуская оценку  $v_r$ , и необходим для автосъёма дальности.



Структурная схема обнаружителя-измерителя.

К основным достоинствам структурной схемы прежде всего относят возможность измерения радиальной скорости цели, обнаружения цели, с помощью результатов обработки отраженных сигналов, соответствующих различным частотам и одноканальное когерентное накопление, благодаря которому существенно упрощается техническая реализация обнаружителя. [1]

В настоящее время появление быстродействующих цифровых процессоров, позволяет реализовать системы на основе микропроцессорных систем, которые позволяют максимально сократить аппаратные затраты, так же увеличить надёжность, уменьшить габариты и массу системы.

### Библиографический список

1. Попов Д.И., Белокрылов А.Г. Обнаружение-измерение многочастотных радиолокационных сигналов // Учебное пособие. Рязань: РГРТА, 2002.

## СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФКМ-СИГНАЛОВ

А.А. Рамазанова, А.А. Андреев

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

В специальных системах связи, передачи информации и команд управления широкое направление получили системы с расширенным спектром сигналов т.е. с использованием сложных сигналов. Основным достоинством сложных сигналов - это его прием при малом отношении сигнал/шум меньше единицы (в разгах). Фильтрация таких сигналов осуществляется в согласованном фильтре. Одним из типов сложных сигналов являются - фазокодоманипулированные последовательности, функция корреляции которых приближается к идеальной при удачном коде фазы, обеспечивая при этом хорошее разрешение по частоте и времени.

Такой сложный сигнал представляет собой последовательность простых радиоимпульсов, фаза которого от импульса к импульсу меняется по определенной кодовой последовательности. Выбор кодовой последовательности определяется из условия достигнуть максимум корреляционной функции и минимума боковых лепестков.

В данной работе рассматривается код Баркера при длине кодовой последовательности  $N=7, 13$  и изменении отношения сигнал/шум  $(-30..5)$  дБ. Было произведено исследование зависимости спектра входного и выходного сигналов на согласованном фильтре от базы сложного сигнала и отношения сигнал-шум. Для моделирования использовали программные средства Matlab&Simulink.

ФМ сигнал, манипулированный кодом Баркера, представляет собой последовательность простых радиоимпульсов, начальная фаза которых принимает значение  $0^\circ$  или  $180^\circ$  в соответствии с выбранным кодом. Автокорреляционная функция таких сигналов имеет минимально возможный уровень боковых лепестков [1].

В данной работе отслеживалось изменение сигнала на каждом этапе его преобразования.

По результатам проделанной работы можно однозначно

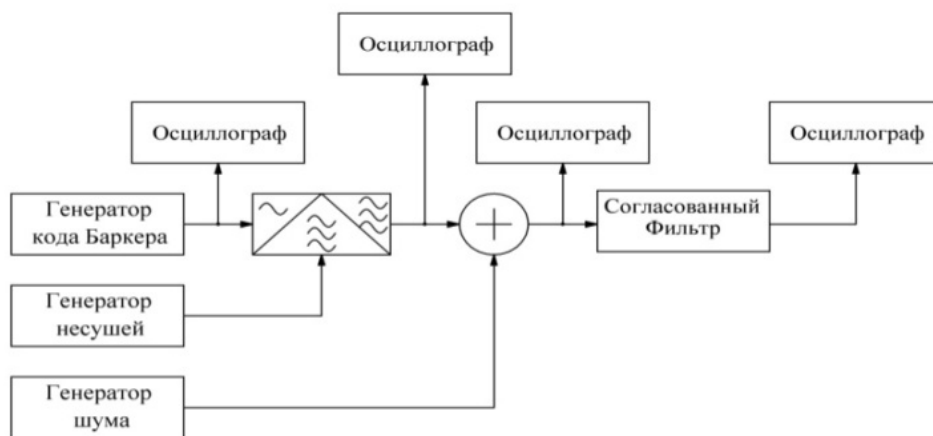


Рисунок - структурная схема моделирования

сказать, что шумоподобные сигналы, к которым относятся фазокодоманипулированные последовательности, обладают высокой помехозащищенно-

стью. А так же, с увеличением базы сигнала спектральные характеристики повышаются, а уровень боковых лепестков становится меньше.

Наиболее известной областью применения кода Баркера является протокол беспроводной связи 802.11, принятый в 1997 году. Протоколы семейства 802.11 используются для создания удаленной точки доступа (более известной как сеть Wi-Fi).

#### Библиографический список

1. Варакин Л.Е. Теория сложных сигналов. Москва "Советское радио" 1970г. - 197с.

## СЕКЦИЯ «БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

### МНОГОЦЕЛЕВОЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ПРИЁМО-ПЕРЕДАЮЩЕГО МОДУЛЯ

П.Е. Кожин

Научный руководитель – Кипарисов Н.Г., канд. техн. наук, доцент

Выпрямительное устройство является составной частью источника питания приёмо-передающего модуля. В докладе рассматривался вопрос уменьшения максимального значения первого импульса тока в незаряженном сглаживающем ёмкостном фильтре выпрямительного устройства приёмо-передающего модуля при включении в сеть переменного тока. Существует ряд решений этой задачи. Предлагается исследование зависимости первого импульса зарядного тока выпрямителя от угла фазы при включении выпрямительного устройства в сеть переменного тока. Экспериментально установлено, что первый импульс зарядного тока является наибольшим. Процесс установления переменного тока в RC-цепи описывается известным выражением[1]:

$$i(t) = C \frac{duc}{dt} = \frac{U_m}{r} [\cos\varphi \cdot \sin(\omega t + \psi - \varphi) - \sin\varphi \cdot \sin\left(\psi - \varphi - \frac{\pi}{2}\right) e^{-\frac{t}{\tau}}].$$

Сопrotивление диодов носит активный характер, а фильтр имеет ёмкостный характер, поэтому эта теория применима для первого импульса зарядного тока.

В соответствии с приведённым выше выражением, существуют углы включения, при которых происходит удвоение тока (что нежелательно), и углы, при которых сразу наступает вынужденный режим.

Поиск значений углов, при которых сразу наступает вынужденный режим, осуществляется с применением средств вычислительной техники. В ходе эксперимента определены значения таких углов, при которых величина первого импульса изменяется от вынужденного значения до удвоенного. Проведена серия вычислительных экспериментов со значениями частоты тока 50 Гц, последовательно соединённых сопротивления  $R=1$  Ом и конденсатора фильтра с ёмкостью  $C=1000$  мкФ и рядом других значений. Установлено, что для указанных параметров в диапазоне от 0 до 20 градусов протекает ток, величина которого соответствует вынужденному режиму. В диапазоне от 20 до 35 градусов величина первого импульса постепенно увеличивается до удвоенного значения тока вынужденного режима. Повышенное значение тока сохраняется в диапазоне от 35 до 155 градусов. При углах фазы включения от 155 до 180 градусов также наблюдается установление вынужденного режима.

Для решения задачи своевременного включения выпрямительного устройства требуется устройство управления моментом включения.

#### *Библиографический список*

1. Г. В. Зевеке, П. А. Ионкин, А. В. Нетушил, С. В. Страхов. Основы теории цепей. Учебник для вузов. Изд.4-е, переработанное. М., «Энергия», 1975. 752 с.



## ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАДИОЧАСТОТНОГО ТРАКТА МОНОИМПУЛЬСНОГО ПРИЕМНИКА

И.Ш. Недвигина

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

В современной радиолокации используются радиоприемники различных диапазонов длин волн от метровых до миллиметровых, обладающими различным набором характеристик, среди которых важными являются чувствительность, коэффициент шума, ширина полосы пропускания, динамический диапазон, оценивание IP3, P1dB и др.

В настоящее время актуальной задачей является проектирование таких радиоприемников с использованием самой современной элементной базы. В докладе рассматривается проектирование радиочастотного тракта приемника моноимпульсного радиолокатора с использованием программы ADISimRF.

Для реализации данной задачи определим конкретные технические требования к радиочастотному тракту приемного устройства: несущая частота сигнала  $f_0=2,5$  ГГц, промежуточная частота  $f_{пч}=140$  МГц, чувствительность по входу не хуже -65 дБм, которые позволяют работать моноимпульсным режимом.

В ходе проектирования был произведен выбор и оптимизация интегральных микросхем для каскадов радиоприемного устройства. В результате чего были определены характеристики, которые представлены на рисунке 1.

Input			Analysis		
Number of Stages	6		Output Power (rms)	28,3	dBm
Input Power	0	dBm	Output Voltage (rms)	5,81	Vrms
Analysis Bandwidth	500	MHz	Output Voltage (pp)	51,94	Vpp
PEP-to-RMS Ratio	10	dB	OP1dB	14,98	dBm
P1dB Backoff Warning	10	dB	IP1dB	-12,3	dBm
Peak Backoff Warning	1	dB	Power Gain	28,3	dB
Min S/N for Demod	10	dB	Voltage Gain	28,3	dB

Noise Figure	10,71	dB	OIP3 (Po/2 per tone)	31,44	dBm
Output NSD	-134,8	dBm/Hz	IIP3 (Pin/2 per tone)	3,1	dBm
Output NSD	40,7	nV/rHz	IMD (Pin/2 per tone)	-12,3	dB
Output Noise Floor	-47,8	dBm	SFDR	52,8	dB
SNR	76,1	dB	ACLR (est.)	-11	dB
Input Rx Sensitivity	-66,1	dBm	Pwr Consumption	1,11	W

Рисунок 1

Таким образом, в ходе проектирования был освоен программный инструмент, позволяющий разрабатывать и оптимизировать приемопередающие устройства.

### Библиографический список

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

## СОВРЕМЕННАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ СВЧ СИГНАЛОВ

О.В. Некрасова

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

Ферритовые полосно-пропускающие фильтры имеют обширный диапазон частот реализации ( $0,3 \div 37$  ГГц) и обеспечивают такие важные свойства, как электрическую перестройку центральной частоты, высокую избирательность (до 36 дБ/октаву, коэффициент прямоугольности около 2), загашение вне полосы пропускания (свыше 60 и даже 90 дБ), низкие потери в полосе пропускания (не более 4,5 дБ). Главное достоинство СВЧ компонентов на основе ферритовых монокристаллических пленок это миниатюрность, планарная конструкция и возможность изготовления по интегральной технологии.

Существуют различные исполнения фильтров:

1. Фильтры на магнитостатических волнах (МСВ) с коаксиальными выводами. [2]
2. Фильтры на МСВ с микрополосковыми выводами.
3. Фильтры на ферритовых резонаторах (ФР) с коаксиальными выводами.
4. Фильтры на ФР с микрополосковыми выводами.
5. Фильтры на ФР с постоянными магнитами.

В современных системах все больше распространено цифровое управление. Поэтому конструкция ППФ, управляемых от источника тока, должна быть дополнена цифровым драйвером, который включает в себя цифро-аналоговый преобразователь с внешним интерфейсом и управляемый источником тока. Чаще всего применение ППФ совместно с цифровым драйвером более удобно, чем разработка модуля управления фильтром в составе системы.

Существуют несколько типов драйверов, два из них:

1. Непрограммируемый цифровой драйвер для ППФ. Схема выполняется на основе ЦАП, который преобразует 8-разрядный код, тем самым обеспечивая малую погрешность.
2. Программируемый цифровой драйвер для ППФ. Решает задачу повышения термостабильности центральной частоты перестраиваемых ППФ с помощью схемы управления на основе микроконтроллера. [1]

### *Библиографический список*

1. ОАО «Завод Магнетон». Ферритовые СВЧ приборы: перестраиваемые полосно-пропускающие фильтры. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.magneton.ru](http://www.magneton.ru)
2. Рогозин В.В., Чуркин В.И. Ферритовые фильтры и ограничители мощности. - М.: Радио и связь, 1985.-264 с.

## МІМО-СИСТЕМА. АЛГОРИТМ BLAST

А.С. Немова

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

Сейчас можно точно сказать, что беспроводные сети находятся вне конкуренции по мобильности, цене и ряда возможных приложений. В данный момент необходимо повышать скорость передачи сообщений, уменьшать количество ошибок, а так же увеличивать помехоустойчивость систем. В современном мире большие надежды в решении этих задач связаны с использованием МІМО-систем (Multiple-Input Multiple-Output systems). Здесь используется адаптивная пространственная обработка сигналов (пространственное кодирование), которая является относительно новым способом увеличения производительности сетей связи в режиме МІМО. Принцип работы заключается в разделении последовательного цифрового потока на передающей стороне в параллельный поток информационных символов, излучаемых  $N$  антеннами передатчика и принимаемых  $M$  антеннами приемника.

Актуальной проблемой систем с МІМО является разработка алгоритмов распределения информационных битов между передающими антеннами; формирования, излучения и приема сигналов. Одним из способов решения данной проблемы была предложена архитектура под названием BLAST. С помощью данного метода можно значительно упростить этап обработки сигналов, а также увеличить пропускную способность. Данный способ заключается в том, что на каждом такте каждой антенны передается свой собственный символ. На приемной стороне необходимо определить, какой из символов передан каждой антенной.

Одной из версий алгоритма является V-BLAST, в которой каждый уровень связан с определенной передающей антенной. При таком способе кодирования осуществляется обработка принимаемого сигнала поочередно для каждой из передающих антенн с последующим вычитанием принятого сигнала. Производится демодуляция символов в соответствии с принятым порядком демодуляции. Рассмотрим алгоритм BLAST.

На первом шаге ( $i=1$ ) будем считать, что

$$\widetilde{H}_1 = H, \quad \widetilde{Y}_1 = Y$$

где  $H$  - матрица канальных коэффициентов,  $Y$  - наблюдаемый процесс.

На каждом последующем  $i$ -м шаге рассчитывается матрица «обнуления»  $\underline{G}_i$  в виде псевдоинверсии матрицы  $\widetilde{H}_i$ :

$$k_i = \arg \min \left\| \left( \underline{G}_i \right)_j \right\|^2$$

Уровень с наибольшим значением ОСШ будет являться началом обнуления. Полученный уровень может быть обнаружен на множестве сигнального созвездия. Далее процесс обнаружения повторяется для  $i=i+1$ , пока не обнаружатся все уровни.

## **ЗАМКНУТАЯ СИСТЕМА АВТОРЕГУЛИРОВАНИЯ В ВЫСОКОВОЛЬТНОМ ВЫСОКОЧАСТОТНОМ ГЕНЕРАТОРЕ**

И.Е. Рогач

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

В докладе рассматривается устройство замкнутой системы авторегулирования с использованием ПИД-регулятора. Разработан прототип высоковольтного высокочастотного генератора с разработанной системой авторегулирования.

Было проведено исследование передаточной характеристики высоковольтного генератора. В ходе этого исследования обнаружился эффект гистерезиса. Это явление заключается в том, что значение напряжения на детекторе в конкретной точке получалось разным, если сначала снимать передаточную характеристику, увеличивая входное напряжение, а потом наоборот, снимать ту же передаточную характеристику, но уже уменьшая входное напряжение. Чтобы устранить этот паразитный эффект, был отрегулирован интегральный коэффициент ПИД-регулятора.

Чтобы оптимизировать коэффициенты ПИД-регулятора, для выше упомянутой системы авторегулирования было проведено исследование переходного процесса. В ходе этого исследования обнаружилось, что оптимальный дифференциальный коэффициент ПИД-регулятора равен  $1/4$ . При меньших значениях этого коэффициента время переходного процесса было слишком большим, а при больших значениях высока вероятность получения нежелательных выбросов.

В программной среде Micro-Cap 7 была создана модель разработанной системы авторегулирования. В этой модели ПИД-регулятор был представлен в форме z-преобразования, а также были рассчитаны необходимые RC-цепочки. Вдобавок, используемая модель была проверена на устойчивость.

Основной задачей ближайшего времени является проверка и доработка математической модели в Micro-Cap 7. Модель должна реально отражать поведение настоящего генератора. В дальнейшем, необходимо исследовать эту модель по быстродействию, а затем с её помощью провести оптимизацию характеристик генератора.

Таким образом, высоковольтный высокочастотный генератор с разработанной замкнутой системой авторегулирования может использоваться в различных аналитических приборах. Примером такого типа приборов является оже-спектрометр.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЕНСАЦИИ ПОМЕХ В АНТЕННЫХ РЕШЁТКАХ

С.И. Мокроусов

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

Целью работы является повышение эффективности обработки сигналов в антенной решётке. В докладе рассматривается влияние пространственной структуры АР на минимум среднего квадрата ошибки (СКО) и максимум отношения сигнал-помеха (ОСП). Для проверки достоверности результатов СКО и ОСП вычисляется с помощью аналитического выражения и моделирования.

В работе рассматривается линейная трёхэлементная АР, координаты элементов которой могут изменяться двумя способами. Направление падения плоского фронта электромагнитной волны помехи задаётся угловыми координатами  $\gamma_m, \alpha_m$ . Направление падения плоского фронта электромагнитной волны сигнала задаётся угловыми координатами  $\gamma_s, \alpha_s$ .

В первой части доклада рассматривается влияние положения центрального элемента на эффективность компенсации помех. Результаты получены при следующих исходных данных:  $\gamma_s = 0, \alpha_s = 0$  – направление прихода сигнала;  $\gamma_m = [10^\circ \ 25^\circ \ 30^\circ \ 35^\circ]$ ,  $\alpha_m = [0^\circ \ 0^\circ \ 0^\circ \ 0^\circ]$  – направление прихода помех;  $N = 3$  – число элементов АР;  $M = 4$  – число источников помех.  $D_m = 100$  – отношение помеха-шум каждой из помех по мощности;  $D_s = 10$  – мощность сигнала; размер апертуры АР  $3\lambda$ . Число помех выбрано больше числа элементов АР, так как при данном условии алгоритмы оптимальной пространственной обработки не эффективны [1]. Наилучшее с точки зрения критериев минимума СКО и максимума ОСП расстояние между первым и центральным элементом составляет  $0,2\lambda$  и  $2,8\lambda$ , а наихудшее  $1,5\lambda$ .

Во второй части доклада рассматривается влияние расстояния между элементами на эффективность компенсации помех. Результаты получены при тех же исходных данных. Максимальный размер апертуры АР  $30\lambda$ .

Наилучшее с точки зрения критериев минимума СКО и максимума ОСП расстояние между элементами составляет  $0,6\lambda$ ,  $2,8\lambda$ ,  $6,3\lambda$ ,  $7,5\lambda$ , а наихудшее  $7\lambda$ .

По результатам моделирования можно сделать следующие выводы:

1. Полученные при моделировании, значения критериев минимума среднего квадрата ошибки и максимума отношения сигнал-помеха совпадают с аналитическими выражениями.

2. Применение оптимизации пространственной структуры антенной решётки позволяет эффективнее компенсировать помехи при числе помех больше числа элементов АР.

### Библиографический список

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

## СЕКЦИЯ РАДИОУПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗИ

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ФИЛЬТРАЦИИ И ОБРАБОТКИ ИНФРАКРАСНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.В. Сиротин, Р.Д. Крылов

Научный руководитель – Косткин И.В., канд. техн. наук, доцент

Во многих устройствах, работающих с помощью инфракрасных лучей, присутствуют системы, производящие восстановление проблемных участков изображения, исходящих от инфракрасных устройств. Одним из методов восстановления является двухфакторная коррекция. Битые фрагменты (БФ) приемника в ходе вывода изображения в режиме он-лайн в устройствах похожего типа заменяют смежным фрагментом слева. При малом количестве БФ ( $< 5\%$ ) и при размере битых районов меньше 1-го пикселя в целом картинка не меняется. Избавиться от битых фрагментов изображения можно с помощью замены сигнала БФ на сигнал смежного целого фрагмента. Но при количестве БФ более  $5\%$  и размере битых районов от 1-го пикселя и более ситуация с изменением изображения до допустимого качества становится важной процедурой. В ходе данной работы рассматриваются проблемы приемников, отвечающие за показатель качества изображения, дрейф характеристик фоточувствительных элементов и дефекты фрагментов (битые фрагменты). В этой статье разрабатывались алгоритмы увеличения качества изображения, исходящего от инфракрасного прибора на основе матриц  $\text{HgCdTe}$ . Проблема нахождения битых фрагментов матричных инфракрасных устройств (ИУ) описана в трудах [1, 2], в которых имеются также свои плюсы и минусы. Например, фиксация "отрицательных" и "положительных" кадров употребляется только для конкретных показаний температур в небольшом диапазоне, это не даёт исследовать ИУ на всей сетке рабочих температур. Помимо этого, исключение битых фрагментов матрицы по среднеквадратичной оценке, приведенное в трудах [1, 2], является не удачным, так как требуется много свободного места для временного содержания промежуточных вычислений.

#### *Библиографический список*

1. Болтарь К. О., Грачев Р. В. Полунеев В. В. Определение битых фрагментов матричных тепловизионных приемников в процедуре двухточечной коррекции // Там же. 2009. № 1. С. 81—85.
2. Грачев Р. В. Калибровка параметров тепловизионной матрицы для двухточечной коррекции в блоке электронной обработки на базе микроконтроллера MC-24 // Вопросы радиоэлектроники. Сер. ЭВТ. 2008. Вып. 3. С. 148—156.

# **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СИНТЕЗА OFDM СИГНАЛОВ ДЛЯ РАДИОКАНАЛА УПРАВЛЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ**

А.В. Егоров

Научный руководитель – Бердников В.М., канд. техн. наук, доцент

В докладе описываются алгоритмы приема и формирования сигналов с ортогональным частотным мультиплексированием. Сигналы OFDM представляют собой суммы парциальных гармонических сигналов которые ортогональны на интервале времени определения

В основе формирования данных сигнала лежит фазовый метод, это модуляция с непрерывной фазой и с минимизацией сдвига по частоте. Алгоритм формирования и приема сигналов основан на использовании решетчатой структуры с минимальным сдвигом по частоте и производительного алгоритма спектрального преобразования в базисе быстрого преобразования Фурье.[1]

Для формирования OFDM сигналов используют решетчатую структуру. Она дает возможность принимать данные посимвольно, это и есть основа итеративного приема разряда эффективных помехоустойчивых кодов, для обеспечения достижение в каналах передачи предельных вероятностных характеристик пропускной способности.[2]

При использовании технологии OFDM можно организовать стабильную передачу информации по нестационарным каналам с разницей времени распространения по минимальному и максимальному путям, которая обуславливает наличие частотно-селективных замираний сигналов и явлением межсимвольной интерференции, а также используя каналы с аддитивными канальными помехами.[3]

Благодаря свойствам OFDM сигналов их используют во множестве современных цифровых системах связи таких как IEEE 802.11 (WIFI), IEEE 802.16 (WiMax), DVB-SH (Спутниковое телевидение).

Одним из немногих недостатков OFDM сигналов является большое значение пик-фактора, это приводит к дополнительными интермодуляционным помехам на выходе нелинейного передающего устройства. Так же есть проблема большое значение мощности внеполосных излучений с которой борются при помощи использования дополнительной совокупности парциальных сигналов.

OFDM сигналы это множество парциальных гармонических сигналов[4]; ортогональность на интервале времени определяется. Для того чтобы сигналы были ортогональны нужно обеспечить выбор частоты для двумерных сигналов.

## *Библиографический список*

1. Волков Л.Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. Системы цифровой радиосвязи. Базовые методы и характеристики, Эко-Трендз. 2005. 392 с.
2. Вишневский М.В., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.В. Широкополосные сети передачи, Техносфера. 2005. 592 с.
3. Ахмед Н., Рао К.Р. Ортогональное преобразование цифровой обработки сигналов, 1980. 248 с.
4. Назаров Л.Е., Зудилин А.С. Алгоритмы компенсации сосредоточенных по спектру помех для сигналов с ортогональным частотным мультиплексированием. 2013. 45-51 с.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ПРИЁМА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ OFDM**

Д.А. Мартынов

Научный руководитель – Бердников В.М., канд. техн. наук, доцент

В докладе описывается основной способ проектирования устройства приёма и передачи данных на основе OFDM.

Технология OFDM является сочетанием мультиплексирования и модуляции. Мультиплексирование – метод передачи нескольких потоков (каналов) данных по единственному каналу. Задача мультиплексирования применяется для нескольких сигналов, которые являются подмножеством одного основного сигнала. Таким образом сам сигнал вначале разделяется на отдельные каналы, они модулируются информацией, а затем ещё раз мультиплексируется для получения несущей OFDM. [1]

Способ OFDM использует ортогональные несущие. Частоты таких несущих являются кратными некоторой основной частоте и расположены в полосе частот, отведенной для передачи данных. [2]

Реализации OFDM, в техническом плане, не было до появления высокоскоростных вычислительных устройств. Вычислительные устройства позволили решить задачу построения благодаря цифровым методам обработки сигналов. Суть подхода заключается в использовании алгоритма быстрого преобразования Фурье.

Искусственно строится спектр сигнала, который после преобразуется в аналоговый сигнал обратным быстрым преобразованием Фурье. У такого сигнала спектр уже содержит в себе ортогональные поднесущие. [3]

Затем, после того, как разобраны основные методы получения ортогональных сигналов, нужно обратить внимание на влияние межсимвольной интерференции на такие сигналы.

Главным методом борьбы с МСИ, является метод введения защитных интервалов, являющегося частью той длительности, в пределах которой передаются данные. Защитный интервал должен быть достаточно протяженным, чтобы противодействовать МСИ.

Вначале может показаться, что реализация этой идеи вызывает большие сложности потому, что внедрение защитного интервала может привести к искажению ортогональности элементарных сигналов.

### *Библиографический список*

1. 2010 Yong Soo Cho. MIMO-OFDM wireless communications with MATLAB
2. Prasad R. OFDM for Wireless Communication Systems. Saltzberg: Hardcover, 2004.
3. Федчун А.А. Способы формирования OFDM радиосигнала 2010.



## **МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ В СЛОЖНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

А.С. Чекренёва

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

В системах передачи РС особое внимание уделяют качеству. В данном случае к качеству РС можно отнести разборчивость, узнаваемость и сохранность всех особенностей речи конкретного человека [1].

Под акустической обстановкой в общем смысле понимается совокупность акустических событий. Акустическое событие – это короткое или длинное звуковое явление, которое слышится на фонограмме или в оригинальном звучании. Акустическая обстановка – это все звуки, которые сопровождают РС (звуки транспорта, музыки, других людей и т.д.). Шум является воздействием, мешающим восприятию полезной информации, содержащейся в речевом сигнале. Помимо потери полезной информации в сообщении, шум может вызывать утомление, изменения в сердечно-сосудистой системе, головные боли и т.п. Наиболее опасным для человека является высокочастотный шум. С точки зрения качества связи, помехи, возникающие в канале связи, могут подразделяться на широкополосный белый шум, окрашенный шум с полосой в диапазоне частот человеческой речи, а также речеподобные помехи, представляющие собой сигнал с амплитудной и частотной модуляцией. В данном случае наиболее опасными и трудноустраняемыми являются речеподобные помехи.

Существуют различные критерии объективной оценки качества восстановленного РС [2]: среднеквадратическая ошибка (СКО), критерий отношения сигнал-шум (ОСШ), анализ корреляционной характеристики, расстояние Итакура-Саито (ISD) и Кепстральное расстояние (CD), спектральное искажение барков DSD (Bark Spectral Distortion), модифицированное искажение спектра барков MBSD (Modified BarkSpectral Distortion), критерий LPC – спектральная разница огибающей между чистым входным сигналом и обработанным или поврежденным сигналом, взвешенный спектральный склон WSS, метод AI-ST делит сигнал на короткие (30 мс) сегменты данных, вычисляет AI для каждого сегмента и в среднем сегментарные значения AI над всеми фрагментами анализа, квадрат величины когерентности MSC:

В качестве субъективной оценки качества рассмотрены оценки MOS (Mean Opinion Score), которая является одним из субъективных методов оценки качества и определяется в рекомендации P.800 МСЭ-Т для нахождения оценки качества передачи речи, а также оценки согласно ГОСТ Р 50840-95, который устанавливает нормы качества передачи РС и методы измерений.

### *Библиографический список*

1. Дмитриев В.Т., Константинова Д.С. Алгоритм комплексной оценки качества речи в канале связи//Вестник РГРТУ. - 2016. - №3-57
2. Шелухин О. И., Лукьянцев Н. Ф. Цифровая обработка и передача речи. – М.: Радио и связь, 2000. – С 456.

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ СЖАТИЯ ВИДЕОДАНЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ПО МНОГОКАНАЛЬНЫМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ

И.Р. Ломов

Научный руководитель – Косткин И.В., канд. техн. наук, доцент

В докладе рассматривается проблемный вопрос по проектированию алгоритмов сжатия видеоданных с использованием вейвлет преобразования для передачи по многоканальным телекоммуникационным системам [1-3]. Вопрос состоит в том, чтобы показать преимущества и перспективы вейвлет преобразования в целом. Для этого сравним ряд известных алгоритмов сжатия изображений, проведя эксперимент. Оценка производится по методу многокритериального выбора.

Чтобы создать список, необходимо взять самые распространенные алгоритмы сжатия неподвижных изображений и сравнить их показатели качества на примере сжатия изображения Lena 512x512 пикселей. Для работы были выбраны алгоритмы сжатия: RLE, Jpeg, basic fractal, LZW, вейвлет- преобразование. Основными параметрами алгоритмов сжатия неподвижных изображений являются: коэффициент сжатия, время сжатия, точность восстановления (SSIN), вычислительные затраты. Коэффициент сжатия показывает производимое сжатие изображения с целью уменьшения занимаемого им объёма. Применяется для более рационального использования устройств хранения и передачи данных.

Время сжатия – то время, за которое производится полное сжатие изображения алгоритмом сжатия. Точность восстановления показывает сравнение изображения до сжатия и после. Вычислительные затраты в данной работе - загрузка процессора. Перечисленные ПК являются основными, и при выборе оптимального алгоритма сжатия изображений их необходимо учитывать.

## Суммарный ПК

Вид алгоритма	Коэффициент сжатия	Время сжатия, мс	Точность восстановления, SSIM.	Вычислительные затраты, загрузка процессора.	ПК <sub>Σ</sub>
RLE	0,0336	0,0338	0,17	0,0555	0,5971
Jpeg	0,0624	0,097	0,0156	0,0444	0,2194
Basic fractal	0,0669	0,1758	0,02	0,1	0,3627
LZW	0	0,2	0,0876	0,0778	0,3654
Вейвлет	0,0135	0,0868	0	0,0667	0,1670

В результате многокритериального выбора при учете четырех ПК был выбран алгоритм Вейвлет-преобразования, так как его суммарный ПК является минимальным.

## Библиографический список

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. - М.: Техносфера, 2006. - 1072 с.
2. Кириллов С.Н. Курс лекций по многокритериальному синтезу сигналов.
3. И.В. Косткин, "Алгоритм вейвлет-сжатия неподвижных цифровых изображений" Вестник РГРТА. Вып. 20. Рязань, 2007.

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

А.С. Тараканова

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

Для охраны помещений, в которых находятся материальные ценности, применяются различные охранные извещатели. Данные устройства устанавливаются непосредственно на охраняемом объекте и выполняют функцию обнаружения проникновения нарушителя на объект. Обнаружение факта проникновения на объект является одной из самых важных задач, которые ставятся перед охранными извещателями.

Одним из основных типов извещателей является акустический. В работе рассматривается одночастотный акустический извещатель. Данное устройство используется для охраны объектов с замкнутым пространством, таких как сейфы, кейсы, закрытые помещения и т.д. Принцип действия одночастотного акустического извещателя основан на эффекте возникновения положительной обратной связи в момент проникновения нарушителя на объект. Важной задачей в данном случае является обработка полученного сигнала и принятие решения о проникновении.

Ранее было показано, что обработка и восстановление сигналов на основе алгоритма Хургина-Яковлева имеет лучшую помехоустойчивость по сравнению с преобразованием сигналов на основе теоремы В.А. Котельникова.

Алгоритм Хургина-Яковлева основывается на представлении исходного сигнала как совокупности отсчетов сигнала и его  $N-1$  первых производных, взятых с частотой дискретизации  $F_d = F_k/N$ , где  $F_k$  - частота дискретизации, определенная в соответствии с теоремой В.А. Котельникова.

Представление Хургина-Яковлева в общем виде допускает разложение исходного сигнала  $f(t)$  с верхней частотой  $F$  в виде:

$$f(t) = \sum_{k=0}^{N-1} \sum_{n=-\infty}^{\infty} f^{(k)}(Nn\Delta)(t - Nn\Delta)^k \cdot [\text{sinc } \alpha]^N / k!,$$

где  $\text{sinc}(\alpha) = \sin(\alpha)/\alpha$ ,  $\alpha = \pi(t - Nn\Delta)/N\Delta$ ,  $f^{(k)}(Nn\Delta)$  –  $k$ -ая производная сигнала,  $\Delta \leq 1/2F$  - величина интервала между моментами отсчетов, определенных по теореме В.А. Котельникова. Использование данного алгоритма позволяет сохранить то же количество информации о функции в единицу времени, что и при использовании теоремы В.А. Котельникова, преимуществом является возможность снижения вычислительных затрат за счет распараллеливания обработки сигнала и производных.

В докладе представлена структурная схема описанного выше алгоритма, а также его реализация в среде Matlab.

В качестве экспериментальных данных были записаны мужские и женские шаги по паркетному и бетонному полу, а также звук закрывающейся металлической двери. После наложения на полученные сигналы шума различного уровня мощности осуществлено восстановление сигналов с помощью рассмотренного алгоритма.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕТЕЙ IP-ТЕЛЕФОНИИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ**

А.Д. Суздальцев

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

Приведены исследования по построению актуальных сетей IP-телефонии, в результате которых была предложена методика проектирования.

Одной из приоритетных задач телекоммуникаций является качественная, надежная и дешевая связь. Существующие методики построения сетей IP-телефонии не учитывают качество сигнала на выходе кодеков речевых сигналов. Поэтому для эффективного проектирования сети IP-телефонии необходимо составить методику, по которой возможно построить сеть связи, позволяющую в любое время получить требуемую информацию с необходимой пользователю степенью защиты и совершить звонок с заданным качеством передачи речевого сигнала (РС). При проектировании систем IP-телефонии возможно использовать алгоритм Хургина – Яковлева.

Среди достоинств данного алгоритма выделяют:

- распараллеливание обработки, что уменьшит вычислительные затраты;
- увеличит помехоустойчивость при действии шумов в канале связи [1];
- позволит расширить возможности при маскировании сигнала [1];
- улучшит качество восстановленного речевого сигнала [1];
- уменьшит требования к сложности технической реализации.

Для того чтобы применить данные преимущества, необходимо описать методику проектирования IP-сети на основе двух способов.

Первый способ обеспечивает дополнительную помехоустойчивость передаваемой информации за счет передачи отсчетов сигнала его производных по разным каналам с использованием различных систем передачи информации. При этом возможно частичное подавление шумов в каналах связи за счет обработки в приемнике отсчетов, принятых по нескольким независимым каналам связи.

Второй способ обеспечивает дополнительную защиту РС. Создается сигнал, состоящий из следующих друг за другом выборок отсчетов сигнала и производной. Это приводит к дополнительному скрыванию РС, что в сочетании с известными алгоритмами маскирования повышает уровень защиты и уменьшает остаточную разборчивость РС.

Таким образом, применение представления Хургина-Яковлева в сетях связи позволит обеспечить защиту РС, а также позволяет повысить помехоустойчивость передаваемого РС.

1. Кириллов С. Н., Дмитриев В.Т. Асинхронное маскирование речи на основе алгоритма Хургина - Яковлева // Информационные технологии. 2004. № 1. С. 46-49.

## **РАЗРАБОТКА ПЕРВИЧНЫХ КОДЕКОВ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Е.С. Сазонова

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

Анализируются возможности реализации кодека речевых сигналов (РС) на базе искусственных нейронных сетей (ИНС).

В ранее проведенных исследованиях отмечалась эффективность применения ИНС в решении различных задач, связанных с обработкой РС [1,2]. Для исследования возможности построения нейросетевой реализации кодека АДИКМ были проанализированы рекуррентные динамические архитектуры ИНС [3]: нейронная сеть Хопфилда, нейронная сеть Хеминга, нейронная сеть Элмена и нейронная сеть Джордана. Проведенные исследования, а также анализ архитектур рекуррентных ИНС показали, что для нейросетевой реализации кодека АДИКМ необходимо использовать ИНС типа Элмена.

Нейросеть Элмена – это многослойная рекуррентная нейронная сеть, состоящая из входного слоя, скрытого слоя, выходного слоя, а также специального слоя обратной связи, называемого контекстным или слоем состояний. Этот слой получает сигналы с выхода скрытого слоя и через элементы задержки подает их на входной слой, сохраняя таким образом обрабатываемую информацию в течение одного временного такта.

Оптимизированная структура ИНС Элмена для реализации алгоритма кодирования АДИКМ состоит из 3 нейронов во входном слое с активационной функцией типа гиперболический тангенс, 5 нейронов во втором скрытом слое с активационной функцией типа гиперболический тангенс, 1 нейрон в выходном слое с линейной активационной функцией. Обучение сети Элмена происходило с помощью алгоритма обратного распространения ошибок, в качестве входной обучающей выборки был выбран акустически взвешенный РС, в соответствии с ГОСТ Р 51061-97, в качестве выходной обучающей выборки был принят сигнал на выходе кодера АДИКМ. Среднеквадратичная ошибка (СКО) обучения оптимизированной структуры ИНС составила 0,000338. Нейросетевая реализация декодера по структуре аналогична кодеру АДИКМ на базе ИНС Элмена.

Основное преимущество данной нейросетевой реализации алгоритма кодирования АДИКМ заключается в отсутствии необходимости передачи дополнительной информации на приемную сторону для декодирования РС.

### *Библиографический список:*

1. Кириллов С.Н., Сазонова Е.С. Нейросетевая реализация предсказателя речевых сигналов в кодерах речи// Вестник РГРТУ № 56 – 2016 – с. 31-37
2. Кириллов С.Н., Попова Е.С. Нейросетевая реализация кодера речевых сигналов адаптивного к уровню акустических шумов. Вестник РГРТУ, 2015 № 54, с. 40-44
3. Бодянский Е.В., Руденко О.Г. Искусственные нейронные сети: архитектуры, обучение, применения. – Харьков: Телетех, 2004 – 369с.

## КОМПЕНСАЦИЯ ПОМЕХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

А.Е. Нуйкина

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

Практически все системы связи и, как следствие, оборудование, входящее в их состав, подвержены электромагнитным помехам. Кроме того, не стоит забывать о повышении плотности использования радиочастотного ресурса: радиочастотные диапазоны становятся всё более и более загружены. Как следствие, вопрос об электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и устройств связи в данный момент стоит особенно остро. Проблема обеспечения ЭМС актуальна также и для спутниковых систем связи и навигации, таких как ГЛОНАСС и GPS.

Основными недостатками спутниковых навигационных систем связи (СНСС) являются низкая помехозащищённость, значительная вероятность отсутствия сигналов от достаточного количества навигационных спутников вследствие особенностей рельефа местности, траектории движения самого спутника [1]. Методы борьбы с помехами СНСС можно разделить на две основных группы:

1) обеспечение аппаратной устойчивости спутника к изменяющейся обстановке; 2) повышение отношения сигнал-помеха.

Наиболее негативное влияние на данный тип спутников оказывают преднамеренные помехи, которые дублируют сигнал, распространяющийся от навигационного спутника. Для ликвидации этих помех был смоделирован следующий метод. На подвижном объекте необходимо расположить две навигационных антенны. От спутника будут поступать сигналы, по ним определяем косинус угла между навигационными антеннами и направлением на спутник:

$$\cos \theta = \Delta \varphi \cdot \lambda / 2\pi \cdot d, \quad (1)$$

где  $\theta$  - это угол между навигационными антеннами и направлением на спутник;  $\lambda$  - длина волны;  $\Delta \varphi$  - разница фаз сигналов, принимаемых навигационными антеннами от спутника;  $d$  - расстояние между антеннами.

Затем должна быть вычислена матрица направляющих косинусов, по которой определяется расположение системы координат наводимого спутника относительно базовой системы. С помощью матрицы направляющих косинусов можно определить положение базы антенн. После нахождения косинуса угла между навигационными антеннами и наводимым спутником сравниваем его значение со значением, рассчитанным ранее по формуле. Если значения углов совпадают, то передаваемый от спутника сигнал можно считать истинным. Если же эти значения не совпали, то принятый сигнал является переотражением исходного, либо сигналом помеховой природы.

Таким образом, данный метод можно считать вполне актуальным и действенным для борьбы с преднамеренными помехами.

1. Богданов М.Б. Способы борьбы с помехами СНС//Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 1/ М.Б. Богданов, А.В. Прохорцов, В.В. Савельев – И: ТулГУ, 2013. – 298 с.

# РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ПОМЕХ НА ПОГРЕШНОСТЬ ВЕСОВОГО МЕТОДА УСРЕДНЕНИЯ РАЗНОСТНОЙ ЧАСТОТЫ В ЧАСТОТНОМ ДАЛЬНОМЕРЕ БЛИЖНЕГО ДЕЙСТВИЯ

М.Н. Мамонов

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

Большинство существующих в промышленности задач по определению расстояния от точки наблюдения до препятствия с различной точностью и дальностью измерения успешно могут решить радиолокационные системы. Достаточно часто при решении подобных задач используют частотный дальномер, использующий непрерывный зондирующий сигнал с частотной модуляцией.

Принцип действия такого измерительного устройства основан на измерении времени распространения электромагнитной волны после отражения от контролируемой среды. Генератор зондирующего СВЧ-сигнала возбуждает передающую антенну и одновременно формирует гетеродинный сигнал для смесителя приёмного тракта. Частота излучаемого сигнала под воздействием модулятора изменяется в некоторых пределах от  $\omega_1 = 2\pi f_1$  и до  $\omega_2 = 2\pi f_2$  по некоторому закону [1]:

$$\omega(t) = 2\pi f(t) = \omega_0 + \omega_{iia}(t) = 2\pi[f_0 + f_{iia}(t)]$$

где  $\omega_0 = 2\pi f_0$  – несущая частота зондирующего сигнала,

$f_{iia}(t)$  – функция времени, отражающая закон изменения частоты во времени. Отраженный от поверхности объекта сигнал с задержанным во времени законом частотной модуляции возвращается обратно. В смесителе происходит взаимодействие гетеродинного и отражённого сигналов, и на его выходе формируется полезный сигнал, частота которого связана с расстоянием:  $F_p = \frac{2\Delta F}{T_{mod}} t_z$ .

Сигнал разностной частоты усиливается и поступает на измеритель частоты далее на вычислитель расстояния [1]:  $R = \frac{cT_{mod}F_p}{4\Delta F}$ .

В работе было выполнено моделирование работы частотного дальмера ближнего действия с обработкой сигнала разностной частоты методом усреднения разностной частоты. Было проанализировано влияние случайных шумов на работу системы, анализ их влияния на погрешность, рассмотрена собственная методическая погрешность метода, влияние паразитных отражений на точность системы. Были рассмотрены возможности отделения полезного сигнала от паразитного и компенсация ложных отражений.

## Библиографический список

1. Атаянц Б.А., Давыдочкин В.М., Езерский В.В., Паршин В.С., Смольский С.М. Прецизионные системы ближней частотной радиолокации промышленного применения. М.: Радиотехника. 2012. 512 с.

# АЛГОРИТМЫ СЖАТИЯ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ УЛИЧНОГО НАБЛЮДЕНИЯ

П.С. Лушников

Научный руководитель – Косткин И.В., канд. техн. наук, доцент

Изображения, вследствие своей двухмерности, занимают большой объем памяти и компактное хранение предполагает сжатие исходных данных. Эффект сжатия может быть достигнут путем удаления избыточности [1].

В системах наблюдения используются большое количество стандартов сжатия. Для их правильного понимания разделим стандарты на две категории: сжатие изображений и сжатие видеоизображений. Стандарты, использующие сжатие изображений, работают с не подвижными изображениями, а стандарты, использующие сжатие видеоизображений, применяются к видеопотоку. Алгоритмы сжатия изображений в отличие от алгоритмов сжатия видеоизображений используют только два измерения: горизонтальное и вертикальное. Наиболее известным представителем является JPEG (Joint Photographic Experts Group – объединенная группа экспертов по фотографии). Работа данного стандарта основывается на применении дискретного косинусного преобразования (Discrete Cosine Transformation - DCT). DCT лежит в основе почти всех стандартов сжатия, которые применяются в наблюдении, за исключением Wavelet и JPEG-2000.

Двумерное DCT задается следующим уравнением [1]:

$$T(u, v) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} \left[ f(x, y) \alpha_M(u) \alpha_N(v) \cos \left[ \frac{(2x+1)u\pi}{2M} \right] \cos \left[ \frac{(2y+1)v\pi}{2N} \right] \right],$$

где  $\alpha_M(u) = \begin{cases} \sqrt{1/M} & u = 0; \\ \sqrt{2/M} & u = 1, 2, \dots, M-1. \end{cases}$

Функция  $\alpha_N(v)$  вычисляется аналогично функции  $\alpha_M(u)$ .

Сжатие состоит из четырех этапов: деление изображения на блоки пикселей размера 8x8, вычисление DCT, квантование и кодирование.

В докладе рассмотрены стандарты сжатия изображений, основанные на дискретном косинусном преобразовании. Представлен метод сжатия цифровых изображений и приведены результаты компьютерного моделирования сжатия изображений с применением пакета Image Processing Toolbox системы MATLAB R2011a.

С помощью предложенной модели можно с достаточно большой степенью эффективности сжимать изображения. Отметим, что объем памяти для хранения сжатого изображения в байтах сократился в 5 раз. Однако следует отметить, что качество восстановленного изображения является довольно приемлемым, но уступает исходному, так как предложенный метод построен на основе алгоритма удаления мелких деталей изображения.

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений / Пер. с англ. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.



## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОТОВОЙ СЕТИ СВЯЗИ С ПЕРЕНОСОМ ЕМКОСТИ**

А.О. Краснолуцкая

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

Рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию сотовых сетей связи с использованием транспортных РРЛ.

В нашей стране проблема обеспечения связью удаленных от городов районов и вдоль автодорог стоит особенно остро. По причине огромных расстояний и неравномерности ландшафта.

По данным последней переписи населения за 2010 г. на территории Рязанской области более 330 тысяч человек (29,1 % населения) проживают в сельской местности.

Перед операторами связи возникает сложная задача организовать систему с качественной связью в удаленных районах и районах с низкой плотностью населения, не меняя при этом стандарты связи. Одним из главных вопросов остается экономическая эффективность данной системы.

Для повышения экономической эффективности и снижения капитальных затрат на строительство сети предлагается использование приемопередатчиков с переносом емкости.

Поставленная цель достигается дополнением базовой станции блоком ретрансляции -репитером, в составе которого находятся три приемопередатчика, работающие на частоте ретрансляции.

Один из трех приемопередатчиков переносит сигнал с частоты ретрансляции в полосу частот стандарта передачи (GSM, UMTS или LTE) и расширяя зону покрытия до параметров, эквивалентных зоне покрытия базовой станции стандартной топологии. Два других приемопередатчика используются для переноса сигнала, продолжая цепочку ретрансляции.

В следующем сайте цепочки располагается репитер, содержащий два приемопередатчика, один из которых переносит сигнал на частоты стандартов связи, а другой передает дальше, продолжая цепочку связи. Таким образом, с помощью репитеров образуются 4 соты, обслуживаемые всего одной базовой станцией. Дополнив БС еще тремя приемопередатчиками, можно расширить зону покрытия еще в 2 раза[1].

Одной из самых важных особенностей такой системы является возможность использования сети с переносом емкости несколькими операторами связи, что позволит снизить капитальные затраты на строительство.

В данный момент проводится апробация результата на примере слабозаселенных участков на территории Рязанской области, а также применение данной технологии для охвата автомобильных дорог Рязанской области.

1. «Вестник связи» №8, 2015 г. А. Ю. Громаков «Эффективность передачи данных в каналах ретрансляции системы сотовой связи с переносом емкости»

## АЛГОРИТМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ В СПЕКТРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ

А.Н. Косоруков

Научный руководитель – Паршин В.С., д-р техн. наук, профессор

При распознавании случайных сигналов, которые различаются корреляционными функциями, удобнее перейти к спектральной плотности мощности (СПМ)[1,2]. Для того чтобы грамотно использовать в качестве признаков СПМ, которая также информативна как и корреляционная функция, нужно найти статистические характеристики СПМ.

Для получения оценки СПМ используется алгоритм БПФ:

$$\hat{G}(\omega_i) = \frac{1}{N\Delta t} \{ \text{Re}^2 |S(j\omega_i)| + \text{Im}^2 |S(j\omega_i)| \} . \quad (1)$$

В силу центральной предельной теоремы закон распределения реальной части будет стремиться к нормальному. Аналогичные выводы можно сделать и для мнимой части:

математическое ожидание:

$$M\{\text{Re}|S(j\omega_i)|\} = M\{\text{Im}|S(j\omega_i)|\} = 0 , \quad (2)$$

дисперсия:

$$D\{\text{Re}|S(j\omega_i)|\} = D\{\text{Im}|S(j\omega_i)|\} = \frac{G(\omega_i)}{2} . \quad (3)$$

Доказано что реальная и мнимая части спектра Фурье для нормальных процессов независимы, т.е. закон распределения оценки СПМ представляет из себя сумму квадратов двух нормальных случайных величин с нулевыми математическими ожиданиями и одинаковыми дисперсиями, т.е. закон распределения оценки будет подчиняться экспоненциальному распределению.

При распознавании полная мощность принимаемых сигналов в силу мешающего параметра различна и не несет информации о классе сигнала. Для устранения флуктуаций мощности применяются различные инвариантные преобразования. Целью настоящей работы является рассмотрение эффективности преобразования вида:

$$x_i = \hat{G}(\omega_i) / \sum_{i=1}^{N/2} \hat{G}(\omega_i) \quad (4)$$

Показано, что эффективность распознавания при использовании инвариантного преобразования (4) не уступает эффективности оптимального алгоритма [1].

### Библиографический список

1. Атаянц Б.А., Паршин В.С. Распознавание стационарных сигналов по нормированному спектру мощности // Известия вузов СССР. Радиоэлектроника. -1983.-Т26.-№11.-С.73-75.

2. Егоров А.В., Паршин В.С. Оценка вероятности правильного распознавания стационарных случайных процессов в спектральной области при ограниченном объеме обучающей выборки // Научный вестник МГТУ ГА. - Серия «Радиофизика и радиотехника». -№76 (3). -М.: МГТУ ГА, 2004. -С.61-69.

## **МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЧР НА РАДИОРЕЛЕЙНОЙ ЛИНИИ**

В.А. Коньков

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

В радиосвязи остро стоит вопрос экономии и распределения радиочастотного ресурса (РЧР) и, следовательно, необходимость его эффективного использования [1]. Одним из критериев эффективного использования радиочастотного ресурса является физическая скорость передачи данных в канале связи. Поэтому главной задачей является максимизация скорости передачи данных при минимальной используемой полосе частот (минимальных затратах радиочастотного ресурса).

Повысить скорость передачи данных в беспроводных сетях можно несколькими способами. Один из них - это применение нескольких антенных систем как в приемнике, так и в передатчике. Эта технология называется системой со многими входами и многими выходами (multiple-input multiple-output, MIMO). В этом случае в эфир одновременно передается и принимается несколько сигналов и значительно повышается эффективность радиосвязи.

Благодаря возможности одновременной обработки нескольких пространственно разделенных сигналов, технология дает много преимуществ, главные из которых: пространственное разнесение антенных систем и пространственное мультиплексирование.

Применение разнесенных антенных систем предоставляет возможность принимать несколько лучей сигнала. Многолучевые сигналы (переломленные) принимаются после приема основного сигнала и обычно воспринимаются как помехи, снижая качество связи.

Пространственное уплотнение сигналов (Spatial Division Multiplexing, SDM) – одно из главных преимуществ технологии MIMO. SDM позволяет пространственно разделить независимые потоки данных, которые передаются одновременно в одной полосе радиочастот. Это существенно увеличивает пропускную способность радиорелейного канала связи.

Предел пропускной способности канала связи возрастает прямо пропорционально используемой полосе частот, поэтому использование каналов с расширенной полосой частот - еще один метод увеличения пропускной способности радиорелейного канала связи. Применение технологии OFDM вместе с широкой полосой канала связи дает значительные преимущества. Для корректной работы широкополосных каналов требуется лишь небольшое увеличение вычислительной мощности цифровой обработки сигналов, что делает эти каналы более эффективными.

В работе исследованы и представлены методы решения актуальной задачи – максимизации скорости передачи данных на радиорелейной линии, рассмотрена эффективность использования указанных методов.

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

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ВЫДЕЛЕНИЯ СЛИТНОЙ РЕЧИ ИЗ СМЕШАННОГО АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА**

А.А. Даль

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

Поднимаются актуальные на сегодняшний день проблемы выделения речи из акустического шума. Речь можно охарактеризовать определенным набором характеристик и параметров, они необходимы для выделения слитной речи из смешанного акустического сигнала.

Одной из самых важных ступеней является нахождение и анализ мел-кепстральных коэффициентов (Mel Frequency Cepstral Coefficients - MFCC). На сегодняшний день это один из самых популярных методов выделения признаков. Мел-кепстральные коэффициенты позволяют уменьшить количество значений, которые при распознавании успешно заменяют тысячи отсчетов речевого сигнала. Из-за меньшего объема данных гораздо удобнее, чем спектрограмма или временное представление сигнала.

Главные компоненты различных речевых сигналов сильно различаются. Пол и акцент являются двумя главными компонентами, отвечающими за изменчивость речевого сигнала. Для высокой точности распознавания важно знать, на каком языке произносилось сообщение и обязательно нужно учесть, что акцент создает сдвиг в пространстве признаков. Причем было замечено, что чем сильнее акцент, тем происходят большие отклонения. На основе этих данных исследователями был сделан вывод, что величина сдвига зависит от родного языка диктора и от его степени владения языком [1].

Не маловажную роль при исследовании акустического сигнала играет скорость речи. Может происходить так называемое "проглатывание" (так называют нечеткое произнесение речи) фонем, похожее происходит и в случае спонтанной речи, также и изменение во временной структуре (сжатие или расширение). Влияние скорости речи на фонемы сильно рознится, например, различие в длительности гласных является более сильным, чем для согласных, при переходе от медленной речи к быстрой [2].

В программной среде Matlab была написана программа для проведения экспериментов. Создана база данных с записями голосов дикторов для проведения эксперимента. Записи производились в одно и то же время различными дикторами. В качестве тестовых фраз выступали акустически взвешенные записи. Продолжительность тестового высказывания примерно 3-5 с.

## *Библиографический список:*

1. Ермилов А. В. Методы, алгоритмы и программы решения задач идентификации языка и диктора. Москва 2014. С. 34-43.
2. 2. Rabiner L. A. tutorial on hidden markov models and selected applications in speech recognition. 1989. P. 257–286.

# **МЕТОДИКА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ СИГНАЛЬНО КОДОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-КОМАНДНОЙ РАДИОЛИНИИ**

С.И. Сурков

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

Рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию высокоскоростной информационно-командной радиолинии. Низкая помехозащищенность влечет за собой возникновение ошибок, что, в свою очередь, неблагоприятно сказывается на достоверности данных. Эту проблему можно решить, применив корректирующие коды. Данные коды не всегда могут исправить ошибку, но всегда могут её найти, что минимизирует получение ошибочных данных.

Корректирующими кодами являются только коды, которые несут в себе избыточность [1, 2]. Суть нахождения ошибок в полученной комбинации заключается в том, что для передачи информации применяются не все возможные кодовые комбинации, а только небольшая их часть. Применяемые комбинации именуются разрешёнными, а оставшиеся запрещёнными.

При воздействии помех передаваемая разрешённая комбинация превращается в одну из запрещённых, таким образом обнаруживаются случаи ошибок или ошибки. Если же совокупность ошибок окажется такой, что переданная разрешённая комбинация превратится в одну из других разрешённых, то такие ошибки не будут обнаружены. Как только ошибка обнаружена, по обратному каналу на передающую сторону опрашивается запрос на повторную передачу комбинации, в которой обнаружена ошибка. Если же обратный канал в системе не предусмотрен, то информация просто теряется. Как следствие, в системах без обратного канала используют коды, которые позволяют не только обнаружить, но и исправить ошибку. Выбранный алгоритм позволяет исправить ошибки в принятых кодовых комбинациях.

Всё разнообразие кодовых комбинаций  $N$  разделяется на  $K$  непересекающихся подмножеств, приписываемых своим отдельным символам источника. Разделение выполняется так, чтобы при декодировании запрещённых комбинаций восстановить ту из разрешённых, которая могла быть передана с наибольшей вероятностью.

## *Библиографический список*

1. Блейхур Р. Теория и практика кодов, корректирующих ошибки / Блейхур Р.: пер. с англ. – М.: Мир, 1986.-567с.
2. Банкет В.Л. Сигнально-кодовые конструкции в телекоммуникационных системах. Одесса: Феникс - 2009. С. 39-41.

## ПОСТРОЕНИЕ AD-НОС СЕТЕЙ ДЛЯ ГРУППЫ РОБОТОВ

М.С. Бунин

Научный руководитель - Бердников В.М., канд. техн. наук, доцент

Беспроводная Ad-hoc - сеть (беспроводная динамическая сеть, беспроводная самоорганизующаяся сеть) - это децентрализованная беспроводная сеть, постоянно меняющая свою структуру. Клиентские устройства соединяются «на лету», образуя собой сеть. Каждый узел (участок) сети пытается передать данные, предназначенные другим узлам. Происходит дублирование информации. [1] При этом определение положения доставки сообщения происходит динамически. Это является отличием от проводных сетей и управляемых беспроводных сетей, в которых задачу управления потоками данных выполняют маршрутизаторы (в проводных сетях) или точки доступа (в управляемых беспроводных сетях).

В историческом плане старт первым беспроводным самоорганизующимся сетям был положен проектом «packet radio» на рубеже 60 -70-х годов XX столетия Агентством передовых исследований и разработок Министерства обороны США DARPA (первоначально ARPA) с внедрением проекта ALONAnet. ALONAnet - стала первой компьютерной сетью передачи данных с пакетной коммутацией. В качестве среды доступа к ней использовалась беспроводная технология. [2]

Относительно среды возможного применения беспроводной сети Ad-hoc можно сообщить следующее. Минимальная конфигурация и быстрое размещение позволяет реализовать и задействовать самоорганизующиеся сети в чрезвычайных и экстренных ситуациях, таких, например, как природные катастрофы и военные конфликты.

В зависимости от категории сети такого типа могут быть классифицированы следующим образом: по иерархии (одноранговые, mesh - сети с ячеистой топологией); по применению (беспроводная сенсорная сеть, транспортная Ad-hoc сеть); по мобильности (мобильные самоорганизующиеся сети).

В данной работе основной уклон направлен на использование Ad-hoc сетей для соблюдения движения автомобилей. Нахождения опасного транспортного движения и предупреждения об опасности всех транспортных средств в диапазоне работы устройств. К данным протоколам могут быть применены Headway модели. [3]

Headway модель представляет собой математическое уравнение, которое описывает среднее натуралистическое Headway. Водители, как правило отстают друг от друга. Эта модель имеет фундаментальное значение в любой транспортной техники, так как она обеспечивает лабораторный метод генерирования транспортных средств в любом транспортном потоке используемые в тренажере.

Исследование трафика представляет много моделей Headway, которые пытаются имитировать реалистичные ситуации. Некоторые из этих моделей являются: отрицательным экспоненциальным распределением, сдвинутым экспоненциальным распределением, гамма-распределением, логнормальным распределением и полу-распределением Пуассона.

Luttinen (1996), в его докторской диссертации, предоставил хорошее исследование, сравнивая каждую модель с экспериментальными данными. [4] Продемонстрировано сравнение функции плотности вероятности (PDF) из этих распределений и эмпирической функции плотности (EDF) со ссыл-

кой на 10-сек, где происходит сдвиг с мертвой точки. Распределение демонстрирующее движение с мертвой точки показывает, что автомобиль в основном не стоит, а движутся с интервалом около 1,5 сек. Измеряется при плотности трафика 1439 автомобилей / час. Он заявил, что модель, которая дает лучшие благость степени согласия результатов по сравнению с ФРЭ является распределение Пуассона, и что это рекомендуемое распределение для использования в имитаторы с адекватными вычислительными средствами.

#### *Библиографический список*

1. Балонин Н.А. Беспроводные персональные сети Учебное пособие, Санкт-Петербург, 2012. - 68 с.
2. Жиль Тоне. Временные беспроводные Ad-hoc сети, Москва, 2005.
3. Хоров Е.М. Назначение беспроводных многошаговых самоорганизующихся сетей, Москва, 2007. - 6 с.
4. Филипов А.Н. Свойства и характеристики Ad-hoc сетей//Молодой ученый, -2016. - 136 с.

### **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ КОМПЕНСАЦИИ ПОМЕХ В ПРОМЫШЛЕННОМ УРОВНЕМЕРЕ НА ОСНОВЕ ЧАСТОТНОГО ДАЛЬНОМЕРА**

М.С. Зайцев

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

Рассматриваются мешающие отражения, возникающие из-за отражения сигнала от внутренних конструкций резервуаров. Основным методом, позволяющим снизить влияние помеховой составляющей СРЧ на результаты измерения, является компенсация сигналов, вызванных мешающим отражением (МО).

Компенсацию помеховых сигналов можно производить как во временной области, так и в спектральной области. Наиболее простым методом является компенсация в спектральной области. Для этого достаточно запомнить спектр МО и осуществить компенсацию[1].

Процедуре компенсации помеховых сигналов в спектральной области должна соответствовать процедура обучения:

1. На пустом резервуаре необходимо получить спектр СРЧ:

$$S_{об}(jw) = S_d(jw) + S_n(jw) \quad (1)$$

$S_d(jw)$  – спектр отраженного полезного сигнала,  $S_n(jw)$  – спектр помехи

2. Обнаруживается главный лепесток спектра помехи  $S_d(jw)$ , путём вычисления спектра сигнала соответствующего МО.

3. Определяются границы частотного диапазона  $\omega_n - \omega_b$  МО, соответствующие ширине главного лепестка используемой весовой функции.

4. Запоминаются отсчеты спектра МО, которые будут использоваться для компенсации помех.

1. Претензионные системы ближней частотной радиолокации промышленного применения. Монография / Б. А. Атаянц, В. М. Давыдочкин, В.В. Езерский, В.С. Паршин, С.М Смольский. – М.: Радиотехника, 2012. – 512с.: ил.

# МЕТОДИКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ В ЦИФРОВЫХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ

А.В. Звездочкин

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

Рассматриваются основные методы обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС). Они представлены на рисунке.



Основные методы обеспечения ЭМС в ЦСП

Защитное отношение представляет собой минимальное значение  $Q_{\text{м доп}}$ , при котором удастся получить полезный сигнал на выходе приёмника с требуемым качеством. Для определения данной величины используется следующее выражение [1]:

$$Q_{\text{м доп}} = (P_{\text{с вх}}/P_{\text{м вх}})_{\text{доп}}, \quad (1)$$

где  $P_{\text{с вх}}$ ,  $P_{\text{м вх}}$  – мощности полезного и мешающего сигналов соответственно.

Возможно представление данной характеристики в дБ [1]:

$$q_{\text{м доп}} = 10 \lg(P_{\text{с вх}}/P_{\text{м вх}})_{\text{доп}}.$$

Критерии ЭМС являются нормированными величинами, отраженными в рекомендациях МСЭ-Р и регламенте радиосвязи (РР) [2].

Результаты расчета норм частотно-территориального разноса между действующими друг на друга системами выражаются в виде взаимосвязанных значений частотного, территориального и углового (состоящего в минимизации излучения и приема за пределами некоторого угла) разноса, при которых обеспечивается ЭМС [2].

Назначение (присвоение) радиочастоты или РЧ-канала заключается в предоставлении права использовать канал или частоту. При этом нужно указать систему, особенности и цели эксплуатации диапазона [3].

Системы автоматизации управления использованием спектра строятся на базе особых компьютеров, имеющих высокую производительность [1].

## Библиографический список

1. Основы управления использованием радиочастотного спектра. Т. 2: Обеспечение электромагнитной совместимости радиосистем. / Под ред. М.А. Быховского. — М.: КРАСАНД, 2012. — 552 с.
2. Седельников Ю.Е. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств. Учебное пособие. – Казань. ЗАО «Новое знание», 2006 – 304 с.
3. Егоров А.В. Курс лекций по дисциплине «ЭМС РЭС», Рязань, РГРТУ, 2016.



## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК ЭМС ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ

В.В. Благоннадеждин

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

Рассматриваются основные характеристики электромагнитной совместимости (ЭМС) антенн, передающих и приемных устройств:

- чувствительность приемника;
- восприимчивость приемника;
- частотная избирательность;
- динамический диапазон;
- диаграмма направленности (ДН) антенны;
- коэффициент направленного действия (КНД);
- мощность передатчика.

Чувствительность характеризует его способность обеспечить нормальный прием слабых сигналов.

Восприимчивость приемника – свойство приемника реагировать на непреднамеренные электромагнитные помехи (НЭМП), воздействующие через антенну или помимо её.

Частотная избирательность – это способность выделять принимаемый радиосигнал из совокупности радиосигналов и помех, действующих на входе радиоприемника.

Динамический диапазон  $D_{ок}$  – это величина, значение которой определяется выражением:

$$D_{ок} = E_{макс}(f_0) / E_{мин}(f_0) \text{ при } K_{ни}, Q_{вых} = const, \text{ где}$$

$E_{макс}(f_0)$  – наибольшее значение амплитуды сигнала,

$E_{мин}(f_0)$  – наименьшее значение амплитуды сигнала,

$K_{ни}$  – коэффициент нелинейных искажений,

$Q_{вых}$  – отношение сигнал/шум (ОСШ).

ДН – графическое изображение зависимости излучаемой мощности от направления в пространстве.

КНД показывает, во сколько раз меньшую энергию необходимо приложить к направленной антенне по сравнению с ненаправленной антенной, чтобы получить одинаковую направленность электрического поля в точке наблюдения, расположенной на одинаковом расстоянии от обеих антенн.

Мощность передатчика – это мощность электромагнитных волн, излучаемых антенной в свободное пространство.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТИ ДОСТУПА В СЕТЬ ИНТЕРНЕТ В ТРК «ОКСКАЯ ЖЕМЧУЖИНА»**

М.А. Епишкина

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

При построении сети доступа следует:

1. Рассмотреть основные технологии доступа в интернет.
2. Определить технологию, наиболее подходящую для данного проекта.
3. Рассмотреть и выбрать оборудование для проектируемой сети.
4. Оценить рельеф местности и сооружений на территории объекта.
5. Оценить число точек доступа, предполагаемое количество клиентов, трафика и емкость сети.
6. Выбрать место размещения и способы крепления точек доступа, рассмотреть организацию питания и заземления.
7. Рассмотреть варианты подачи трафика интернет на точки доступа.
8. Рассчитать объем работы и смету затрат.

Среди различных технологий ШПД следует выделить PON (высокая скорость передачи, большая ёмкость), xDSL (использование АЛ существующей телефонной сети) и БШПД (доступ к мультисервисным сетям в любом месте, быстрое развёртывание, уменьшение затрат на построение, а также, лучший вариант для мест, где использование проводных широкополосных сетей доступа нереально или нерационально).

Одна из самых распространенных технологий для реализации локальных сетей - стандарт IEEE 802.11 (Wi-Fi).

Современные Wi-Fi-адаптеры отвечают требованиям стандарта IEEE 802.11n, что делает возможной передачу по беспроводной сети HD-контента, но это не всегда удобно на устройствах данного стандарта.

Теоретически возможная скорость доступа до 600 Мбит/с в зависимости от количества антенн. На практике пропускная способность в 1.5 — 2 раза ниже.

Наиболее современным является стандарт 802.11ac, пропускная способность которого достигает 1 Гбит/с, он имеет больший радиус действия и меньшее энергопотребление по сравнению со стандартом 802.11n. Чтобы повысить скорость передачи данных, стандарт переведён на частоту 5 ГГц. Для совмещения технологий устройства стандарта Wi-Fi 802.11ac может переключаться на частоту оборудования стандарта 802.11n - 2,4 ГГц.

В ТРК «Окская жемчужина» целесообразно использовать технологию доступа Wi-Fi - беспроводную и бесшовную, что помогает попасть в интернет из любого места комплекса и комфортно перемещаться по территории. Централизованная архитектура сети Wi-Fi, в которой управление инфраструктурой сети радиодоступа выполняется контроллером, помогает понизить затраты, автоматизировать обновление ПО и настройку точек доступа, позволяет достигнуть высокого уровня безопасности сети; при переходе от одной точки доступа (беспроводной базовой станции) к другой, пользователь не теряет соединения с сетью и ему не нужно проходить аутентификацию заново.

Функции, выполняемые контроллером сети: централизованная авторизация пользователей, программируемый анализ пакетов, алгоритм поиска, режимы передачи пакетов и управление рабочими характеристиками.

# **АЛГОРИТМ СЖАТИЯ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ПО МНОГОКАНАЛЬНЫМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ JPEG2000**

С.М. Светиков

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

Рассматриваются предпосылки разработки алгоритма JPEG2000 и работа кодера. Определяющими предпосылками являются: обработка в информативной области (нижние частоты); сжатие в едином сжимающем потоке; проблема больших изображений; повышение помехоустойчивости; обработка сгенерированных изображений; обработка изображений текстовой информации. Данные проблемы возникали из-за несовершенства предшествующего стандарта JPEG, что и дало толчок созданию более современного алгоритма. Работа кодера выполняется в 5 этапов. На первом этапе изображение проходит препроцессинг, это процедура выделения из изображения тайлов, специальные области, которые в дальнейшем будут кодироваться отдельно. Следующим этапом следует дискретное вейвлетное преобразование, роль которого заключается в разбиении изображения на области низких и высоких частот. Обработка осуществляется с помощью частотного фильтра, задачей которого является обработка строк и столбцов. В итоге изображение разбивается на 4 области: LL - низкие частоты по строкам и столбцам, HL - высокие частоты по строкам и низкие по столбцам, LH - низкие частоты по строкам и высокие по столбцам, HH - высокие частоты по строкам и столбцам. Важно учесть, что в дальнейшем будет обрабатываться низкочастотная область, потому что она содержит главную информацию. Третий этап заключается в округлении коэффициентов ДВП. Процедура осуществляется с помощью квантователя с мёртвой зоной. Четвёртый этап это кодирование округлённых коэффициентов. Части изображения делятся на небольшие блоки, но необходимо чтобы все блоки одной части были одного размера. Деление на блоки осуществляется для более гибкого сжатия и повышения помехоустойчивости. Заключительным этапом будет организация данных. Суть этого этапа обеспечить обработку отдельных частей изображения без полного декодирования. Это достигается за счёт разбиения на специальные области и представления кода отдельных областей в виде частей. Далее они делятся на пакеты. В итоге на выходе кодера мы получаем сжатое изображение. Таким образом, JPEG2000 имеет преимущества перед алгоритмом JPEG примерно в 2 раза при сжатии с потерями и на 10-25% при сжатии без потерь, имеет возможность коррекции ошибок, произвольный доступ к частям изображения и другие достоинства.

# **РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПОДАВЛЕНИЯ ДРОЖАНИЯ КАДРА ВИДЕОДАНЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ OPENCV**

А.В. Елютин

Научный руководитель – Косткин И.В., канд. техн. наук, доцент

В работе [1] был представлен алгоритм подавления дрожания кадра видеоданных, основанный на аппарате особых точек. Вычисление особых точек и их дескрипторов производится с помощью детектора-дескриптора SURF [2]. Реализация алгоритма осуществлялась в среде Matlab, которая обладает удобными инструментами для оценки параметров работы алгоритма, однако не позволяет добиться желаемой производительности. С целью достижения высокой скорости обработки видеопоследовательности для реализации представленного алгоритма использовался язык C++ с библиотекой машинного зрения OpenCV (3.2.0) .

Библиотека OpenCV [3] написана на C/C++, кроме того, поддерживается рядом других популярных языков, такими как Python, Java, Ruby и др. Может свободно использоваться в академических и коммерческих целях. Поддерживает ряд платформ, в том числе Windows (в том числе RT для устройств на базе ARM), Linux, Android, Mac OS, iOS, имеются средства для генерации кода под GPU (CUDA, OpenCL).

OpenCV имеет модульную структуру, каждый модуль содержит набор классов и функций для конкретных задач и может использоваться независимо от других модулей. Для поставленной задачи использовались следующие модули:

- opencv\_core – включает в себя базовые структуры и классы, вычисления (математические функции, генераторы случайных чисел) и линейную алгебру;
- opencv\_highgui – простой пользовательский интерфейс;
- opencv\_videoio – ввод/вывод изображений и видео;
- opencv\_features2d – модуль для работы с точечными особенностями изображений;
- opencv\_xfeatures2d – модуль содержащий расширенную функциональность для работы с точечными особенностями изображения.

Получен выигрыш в скорости вычислений до 10 раз при получении идентичного визуального результата как в варианте реализации с использованием Matlab.

## *Библиографический список*

1. Кириллов С.Н., Косткин И.В., Елютин А.В. Алгоритм подавления дрожания видеопоследовательности с использованием модифицированного аппарата поиска и выделения созвездий особых точек. – «Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета» № 57, Рязань, 2016 С. 88-93.
2. H. Bay, T. Tuytelaars, L. van Gool SURF: Speeded Up Robust Features. – Proceedings of the 9th European Conference on Computer Vision, Springer LNCS vol 3951, part 1, 2006. pp.404–417.
3. OpenCV Library [Электронный ресурс]. URL: <http://opencv.org> (Дата обращения 15.04.2017).

## **ИНТЕГРАЦИЯ ЦИФРОВОЙ АТС С СЕТЬЮ СИГНАЛИЗАЦИИ**

Е.В. Еремеев

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

Широкий спектр телекоммуникационных технологий, которые в настоящее время используют на сетях связи общего пользования, делает актуальным вопрос разработки унифицированной процедуры комплексной интеграции цифровой АТС.

Как правило, современная цифровая АТС имеет практически все известные интерфейсы с поддержкой необходимых протоколов для подключения к сегментам сети связи с любой технологией. Однако последовательность этапов для интеграции цифровой АТС в зависимости от специфики технологии, как правило, не рассматривается.

При интеграции цифровой АТС следует выделить основные этапы:

- 1)определение числа и типов интерфейсов и протоколов, по которым требуется выполнить присоединение АТС;
- 2)расчёт нагрузки в каналах сигнализации и в разговорных каналах;
- 3)расчёт числа и типов соединительных линий. Расчёт числа, скорости передачи информации в каналах сигнализации;
- 4)проектирование логики организации сигнального взаимодействия АТС с сетью общего пользования и логики создания каналов сигнализации;
- 5)проектирование схемы межсетевого взаимодействия присоединяемой АТС с сетью связи общего пользования;
- 6)организация физических каналов передачи информации между присоединяемой АТС и сетью связи общего пользования;
- 7)логическое создание сигнальных каналов и отработка их протокольного взаимодействия согласно соответствующему стандарту;
- 8)логическое создание разговорных каналов и оценка качества тестовых вызовов;
- 9)тестирование всех возможных ситуаций при соединении абонентов и корректной их отработки протоколом сигнализации;
- 10)открытие коммерческого трафика.

В целях разработки алгоритма проведения работ по вышеуказанным пунктам 6..9 и обучения данным навыкам соответствующих специалистов разработан лабораторный практикум на основе программно-аппаратного комплекса.

На данном комплексе отработан алгоритм обучения и проведения следующих операций:

- 1) логическое создание каналов сигнализации по протоколам сигнализации EDSS-1,OKC-7 и проверка их работоспособности;
- 2)физическая организация каналов, подключения к АТС по интерфейсам;
- 3) тестирование подключенных абонентов и проверка работоспособности канала сигнализации.

В результате разработан и проверен алгоритм организации интеграции цифровой АТС с сетью сигнализации, что позволит обучать специалистов для настройки соединения разных оконечных оборудования по различным видам сигнализации.

# РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ ВЕКТОРНЫХ СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ В СПЕКТРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ

Н.С. Заигров

Научный руководитель – Паршин В.С., д-р техн. наук, профессор

В ряде технических приложений приходится сталкиваться с необходимостью распознавания случайных сигналов, которые состоят из  $p$  компонент.

Пусть векторные случайные сигналы отличаются матрицами ковариации. Использование в качестве признаков распознавания таких матриц приводит к огромным вычислительным затратам. Поэтому удобнее перейти к оценкам спектральных матриц [1]. В результате спектрального преобразования получим матрицу:

$$\hat{G}(\omega_i) = \begin{bmatrix} \hat{g}_{11}(j\omega_i) & \dots & \hat{g}_{1p}(j\omega_i) \\ \dots & \dots & \dots \\ \hat{g}_{p1}(j\omega_i) & \dots & \hat{g}_{pp}(j\omega_i) \end{bmatrix} \quad (1)$$

где  $G_{kl}(\omega_i)$  – оценка спектральной плотности мощности (при  $k = l$ ),  $G_{kl}(\omega_i)$  – оценка взаимной спектральной плотности (при  $k \neq l$ ).

Поскольку оценка спектральной плотности матрицы (1) подчиняется распределению Уишарта, то решающее правило, реализующие критерий максимального правдоподобия:

$$\ln\{\Lambda\|G(\omega)\|\} = \sum_{i=1}^{K/2-1} \sum_{k=1}^p \sum_{l=1}^p \hat{g}_{kl}(j\omega_i) \gamma_{kl}(j\omega_i) \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} h \quad (2)$$

где  $\gamma_{kl}(j\omega_i)$  –  $i$ -ый весовой коэффициент,  $h$  – порог.

Найти распределение решающего правила (2) получается только для случая заданного классификатора. Обозначим двойную сумму из (2) как:

$$\sum_{k=1}^p \sum_{l=1}^p g_{kl}(\omega_i) \gamma_{kl}(\omega_i) = \text{tr} \left\{ \left[ \|G_1^{-1}(j\omega_i)\| - \|G_2^{-1}(j\omega_i)\| \right] \|\hat{G}(j\omega_i)\| \right\} = \text{tr} \|Z_i\| \quad (3)$$

Учитывая что  $K$  достаточно велико, целесообразно аппроксимировать распределение  $\ln \Lambda\|G(j\omega)\|$  нормальным распределением. Тогда среднее значение и дисперсия решающего правила, используя характеристическую функцию следа матрицы  $\|Z\|$  [2], представим в виде:

$$M\{\ln \Lambda\|G(j\omega)\| / s_1, s_2\} = \sum_{i=1}^{K/2-1} \sum_{p=1}^P \lambda_{ip} / s_1, s_2, \quad D\{\ln \Lambda\|G(j\omega)\| / s_1, s_2\} = \sum_{i=1}^{K/2-1} \sum_{p=1}^P \lambda_{ip}^2 / s_1, s_2 \quad (4)$$

Используя найденные моменты распределения решающего правила, нетрудно высчитать вероятность ошибочного решения.

## Библиографический список

1. Бриллинджер Д. Временные ряды. Обработка данных и теория. – М.: Мир, 1980, – 536 с.
2. Goodman N. R. Statistical analysis based on certain multivariate complex Gaussian distribution (an introduction) / Ann. Math. Statiist. – 1963

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ИК И ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ МЕШАЮЩИХ ФАКТОРОВ

А.С. Михайлов

Научный руководитель – Кириллов С.Н., д-р техн. наук, профессор,  
Косткин И.В., канд. техн. наук, доцент

Описывается исследование алгоритмов комплексирования ИК и видеоизображений при действии мешающих факторов. Алгоритм комплексирования можно осуществить несколькими способами:

1. Комплексирование по методу Демпстера – Шафера [1].
2. Комплексирование информации с использованием вейвлет-спектров [2].
3. Метод многоспектральных полутонных изображений [3].
4. Гибридный метод.

В работе использовался гибридный метод, который включает в себя достоинства всех предшествующих. Комплексирование происходит в несколько этапов:

1. Оцифровка изображений, полученных с помощью камер.
2. Повышение качества изображений.
3. Вычисление средней яркости ИК изображения по формуле:

$$\bar{A}_{\text{ИК}} = \frac{\sum_{x=1, y=1}^{w, h} Q_{xy}}{w * h}, \quad (1)$$

где  $x, y$  координаты точек яркости ИК изображения,  $w, h$  – размер изображения.

4. Нахождение абсолютной разницы между яркостью каждого пикселя и средней яркости для ИК изображения.

$$\bar{A}_{\Delta} = \frac{\sum_{x=1, y=1}^{w, h} |Q_{xy}^{\text{ТПВ}} - \bar{A}_{\text{ТПВ}}|}{w * h}. \quad (2)$$

5. Объединение изображений, полученных от разных камер (ИК- и видео-камер) и нормализация яркостного диапазона.

Метод комплексирования изображений является актуальным, так как он позволяет улучшить качество изображения, содержащее информационные элементы, а также при выходе из строя одного типа камер всю информацию можно получать с других камер. Также данный метод позволяет выделить на изображении объекты «интереса» (движущиеся объекты) и др.

Разработанный алгоритм реализуется на микропроцессоре, что при современном развитии науки и техники позволяет обрабатывать изображения с минимальными задержками в реальном масштабе времени.

Применение разработанного алгоритма позволяет улучшить качество границ объектов в 5-10 раз.

## Библиографический список

1. Joel Lanir, Masha Maltz and Stanley R. Rotman. Comparing multispectral image fusion methods for a target detection task // Optical Engineering, June 2007. – № 46 (6). – pp. 066402-1 – 066402-8..

2. Zheng, Y., Essock, E. A. & Hansen, B.C. An advanced image fusion algorithm based on wavelet transform – incorporation with PCA and morphological processing // Proc. SPIE 5298, 2004. – pp. 177–187.

3. Das, S. and Krebs, W.K. Sensor fusion of multispectral imagery // Institution of Electrical Engineers: Electronics Letters, 2000. – № 36. – pp. 1115–1116.

## **ОЦЕНКА ФАЗЫ БИЕНИЙ ЧМ ДАЛЬНОМЕРА ПРИ НАЛИЧИИ МЕШАЮЩИХ ОТРАЖЕНИЙ**

А.Г. Попов

Научный руководитель – Паршин В.С., д-р техн. наук, профессор

Во многих современных системах управления технологическими процессами требуется оперативно и точно измерять уровень заполнения промышленных резервуаров [1]. Для ЧМ уровнемера точность измерения уровня определяется точностью измерения частоты, которая зависит от применяемого метода измерения частоты и ряда мешающих факторов. Принципиально не устранимая причина погрешности, это шумы. В качестве метода снижения шумовой составляющей погрешности можно использовать оптимальные методы оценки. Например, метод максимального правдоподобия [2]

$$\Lambda(\tau_3, \varphi_c) = \int_0^T [y(t) - S(t, \omega_0, \tau_3, \varphi_c)]^2 dt \quad (1)$$

Для реализации алгоритма ММП необходимо иметь сведения о фазе РД ЧМ и времени задержки. Начальную фазу СБ можно представить в виде

$$\varphi_n(\tau_3) = \omega_0 \tau_3 + \varphi_{ko} + \varphi_{no}(\tau_3) = \omega_0 \tau_3 + \varphi_c(\tau_3). \quad (2)$$

Из (2) следует, что для нахождения фазы  $\varphi_c(\tau_3) = \varphi_n(\tau_3) - \omega_0 \tau_3$  требуется вычислить оценки начальной фазы  $\varphi_n(\tau_3)$  СБ и времени задержки  $\tau_3$ , а затем произвести соответствующие вычисления.

Варьируя параметрами времени задержки и фазой сигнала, добиваемся максимума функции правдоподобия и за оценку времени задержки берем то значение величины  $\tau_3$ , при котором функция будет максимальна.

Оценка фазы позволяет значительно снизить влияние шумов и мешающих отражателей.

### *Библиографический список*

1. Претензионные системы ближней частотной радиолокации промышленного применения. Монография / Б. А. Атаянц, В. М. Давыдочкин, В.В. Езерский, В.С. Паршин, С.М. Смольский. – М.: Радиотехника, 2012. – 512с.: ил.

2. Тихонов В.И. Оптимальный прием сигналов. М.: Радио и связь. 1983.320 с.



## **РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ СВЯЗИ С ТЕХНОЛОГИЕЙ OFDM**

Е.А. Павкина

Научный руководитель – Косткин И.В., канд. техн. наук, доцент

Разработана модель системы связи с технологией OFDM, которая позволяет оценивать качество работы системы при изменении вида модуляции при различных значениях ОСШ.

Так как MATLAB имеет встроенную функцию "IFFT ()", которая выполняет обратное быстрое Преобразование Фурье, то для моделирования выбран ОБПФ. Шесть м-файлов написаны в MATLAB для разработки модели системы связи OFDM. Один из них является основным программным файлом сценария, который должен быть запущен, в то время как другие м-файлы будут вызываться в течение выполнения моделирования. 256 уровней серого растрового изображения являются источником входного сигнала. Еще один файл растрового изображения будет генерироваться в конце моделирования в качестве принимаемого изображения. Три файла для хранения данных (err\_calc.mat, ofdm\_parameters.mat, received.mat) образуются в процессе моделирования. err\_calc.mat архивируются базовые сигналы перед передачей, и восстанавливаются в конце моделирования для расчетов ошибок. ofdm\_parameters.mat архивируют параметры, инициализируются в начале моделирования и резервирует их для приемника, чтобы использовать позже.

В действительности, в этом моделировании приемник всегда будет иметь эти параметры ofdm\_parameters.mat, они настраиваются пользователем в начале и передаются в приемник. received.mat сохраняет временной сигнал после того, как он проходит через канал и позволяет приемнику читать его. Когда моделирование протекает через передатчик и OFDM канал, он делает паузу и ждет, когда пользователь нажмет любую клавишу, чтобы вызвать продолжения работы, а именно приемную сторону модели системы связи. Причиной использования двух последних файлов является то, что, как только приемник OFDM продолжает работу, программа удалит все данные / переменные, хранящиеся в рабочей области MATLAB. Это позволяет смоделировать реальную ситуацию, в которой OFDM приемники не имеют данных для принятого сигнала на выходе канала связи.

Изучив результаты, полученные опытным путем, мы можем убедиться в том, что спектральная эффективность основана на порядках PSK. Также анализ данных позволяет сделать вывод о том, что время 16-PSK и 256-PSK в несколько раз меньше, чем BPSK. SNR обратно пропорционально частоте появления ошибок. Как и следовало ожидать, модуляция более высокого порядка требует большего SNR, чтобы минимизировать BER.

256-PSK и 16-PSK позволяют при относительно большом SNR передавать данные с приемлемой погрешностью. При модуляции 256-PSK, устанавливая низкое ОСШ, например SNR=15 дБ, изображение на выходе распознаваемо, хотя имеем достаточно высокий BER=93,63%. Это происходит потому, что при декодировании черно-белого цифрового изображения с 256-уровнями не все ошибки заметны для человеческого глаза, но будут учитываться при битовых ошибках.

# ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ НА РАСПОЗНАВАНИЕ СТАЦИОНАРНЫХ СИГНАЛОВ В СПЕКТРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ

С.В. Недвигин

Научный руководитель - Паршин В.С., д-р техн. наук, профессор

Распознавание стационарных сигналов часто целесообразно проводить в спектральной области, используя в качестве признаков оценки спектральной плотности исходных данных

$$\hat{G}(\omega_i) = |S(j\omega_i)|^2 / K . \quad (1)$$

Спектральные составляющие оценка  $\hat{G}(\omega_i)$  вычисляются на частотах

$$\omega_i = 2\pi i / K, \quad i = 1, 2, \dots, K/2 - 1 . \quad (2)$$

Решающее правило реализующее критерий максимального правдоподобия можно представить:

$$\varphi_1\{\hat{G}(\omega)\} = \sum_{i=1}^{K/2-1} \hat{G}(\omega_i) d_i \geq h . \quad (3)$$

Использование наиболее мощного инвариантного критерия проверки статистических гипотез приводит к следующему правилу принятия решения

$$\varphi_2\{G(\omega)\} = \sum_{i=1}^{K/2-1} \hat{G}(\omega_i) \gamma_i \geq 0 . \quad (4)$$

Среднее и дисперсия решающего правила при гипотезах  $H$  и  $L$  соответственно равны

$$M[\varphi_1\{\hat{G}(\omega)/H, L\}] = \sum_{i=1}^{K/2-1} G_{1.2}(\omega_i) d_i ; \quad (5)$$

$$D[\varphi_1\{\hat{G}(\omega)/H, L\}] = \sum_{i=1}^{K/2-1} G_{1.2}^2(\omega_i) d_i^2 + \sum_{i=1}^{K/2-1} \sum_{m \neq i}^{K/2-1} M_2\{\hat{G}(\omega_i), \hat{G}(\omega_m)\} d_i d_m . \quad (6)$$

Рассмотрим влияние на распознавание стационарных случайных сигналов двух видов импульсных помех [1].

Помеха в виде одиночного импульса.

Произвольную реализацию импульсной помехи можно представить в виде:

$$f(t) = (A + z)u[t - (t_0 + \lambda)] . \quad (7)$$

среднее значение оценки будет равно

$$M\{\hat{G}_y(\omega_i)/H, L\} = G_{1.2}(\omega_i) + (A^2 + D_z)G_u(\omega_i) . \quad (8)$$

Дисперсию оценки  $\hat{G}_y(\omega_i)$  можно представить как

$$D\{\hat{G}_y(\omega_i)/H, L\} = G_{1.2}^2(\omega_i) + 2G_{1.2}(\omega_i) + (A^2 + D_z)G_u^2(\omega_i)\varphi_z . \quad (9)$$

Аддитивная помеха в виде пуассоновского потока импульсов.

Среднее и дисперсия оценки достаточно большой длительности определяются соответственно выражениями:

$$M\{\hat{G}_f(\omega_i)\} = G_u(\omega_i)A^2v ; \quad (10)$$

$$D\{\hat{G}_f(\omega_i)\} = G_u^2(\omega_i)A^4v^2 . \quad (11)$$

1. Паршин В.С. - Оценка влияния импульсных помех на распознавание стационарных сигналов в спектральной области. // Известия вузов. Радиоэлектроника.-1999.№3.-С.21-27.

# АВТОМАТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИКТОРА НА ОСНОВЕ МЕТОДА ОСТАТКОВ ЛИНЕЙНОГО ПРЕДСКАЗАНИЯ

А.С. Михайлова

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

Описывается исследование алгоритмов идентификации диктора (ИД) на основе метода остатков линейного предсказания [1]. ИД данным методом осуществляется в 3 этапа:

1. формируется система информативных признаков;
2. определяется правило принятия решения;
3. выбирается алгоритм вычисления решающих статистик.

В основу линейного предсказания положено предположение, что любое значение речевого сигнала (РС) может быть представлено как линейная комбинация предыдущих отсчетов. Преимущество этого метода в том, что он быстро и точно выполняет необходимые преобразования. Метод линейного предсказания показал высокую эффективность в задачах распознавания речи [2], а также в задачах автоматического опознавания дикторов.

В качестве информативных признаков используются характеристики РС, отражающие индивидуальность человеческого голоса. Эти признаки должны быть стабильны, легко измеряемы и малозависящими от помех. В данной работе в качестве таких признаков выступают коэффициенты преобразования Фурье автокорреляционной функции преобразованных РС.

Алгоритм принятия решения имеет вид [3]:

$$j = \min_{i=1, M} \sum_{k=0}^{n-1} (\sqrt{x_k} - a \cdot \sqrt{x_k^{(i)}})^2, \quad (1)$$

где  $x_k$  –  $k$ -е значение вектора информативных признаков идентифицируемого диктора,  $x_k^{(i)}$  –  $k$ -е значение вектора информативных признаков  $i$ -го эталонного диктора.

$$a = \frac{\sum_{k=0}^{n-1} \sqrt{x_k x_k^{(i)}}}{\sum_{k=0}^{n-1} x_k^{(i)}}. \quad (2)$$

В работе выполнена экспериментальная проверка алгоритма (1). В качестве тестовых фраз выступали акустически взвешенные записи, рекомендованные ГОСТ Р 50840-95. Частота дискретизации составляла 8 кГц, разрядность квантования – 16 бит. Длительность каждого РС составляла 3...5 с. Для определения эффективных параметров системы необходимо определить наиболее значимую полосу частот, в которой сосредоточена основная информация, требуемая для идентификации. Для этого записи пропускают через гребенку фильтров с переменной частотой среза. На выходе получали фильтрованный сигнал, который оценивался шестью аудиторами. В результате было установлено, что основная полоса частот, необходимая для идентификации диктора, сосредоточена в районе от 500 Гц до 1500 Гц.

Экспериментальная база голосов дикторов состояла из 9 элементов. Каждый диктор был представлен девятью реализациями. Общее число реализаций – 81. Одна реализация использовалась на этапе обучения, остальные на этапе идентификации. Исследования показали, что ИД предложенным методом позволяет добиться правильной идентификации более 54%.

Дополнительно был произведен эксперимент с использованием четырех реализаций для обучения и пяти на этапе идентификации. Точность составила более 75%.

#### *Библиографический список*

1. Рамишвили Г.С. Автоматическое опознавание говорящего по голосу. М.: Радио и связь, 1981. 224 с.
2. Маркел Дж. Д., Грей А.Х. Линейное предсказание речи: пер. с англ. / под ред. Ю.Н. Прохорова и В.С. Звездина. М.: Связь 1980. 308 с.
3. Атал Б.С. Автоматическое опознавание дикторов по голосам // ТИИЭР, 1976. Т. 64, № 4. С. 48-66.

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТИ ЦРРЛ**

А.Ю. Кретов

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

Электромагнитные мешающие сигналы принято разделять на внутрисистемные и межсистемные. Внутрисистемные мешающие воздействия возникают внутри собственной сети ЦРРЛ между приемопередающей аппаратурой разных станций, которые работают на одинаковых частотах. Межсистемные помехи возникают между разными станциями, работающими не в одной сети ЦРРЛ, но также ведут вещание на одинаковых частотах.

Проблемы, связанные с электромагнитной совместимостью как внутрисистемной, так и межсистемной, связаны с ограниченностью частотного ресурса. В этой связи для экономии данного ресурса с помощью организационно-технического способа ведется повторное перераспределение одинаковых частот как станциям, входящим в одну сеть ЦРРЛ, так и другим станциям, не входящим в данную сеть. И чем больше выдается повторных частот в пределах одного региона, тем сложнее выполнить условия ЭМС.

Источниками помех, которые воздействуют на ЦРРЛ, могут быть: космические станции, земные станции, мобильные станции, радиолокационные системы. Данные виды связи могут работать в одних полосах частот, что и станции ЦРРЛ, тем самым являются потенциальными источниками помех.

Одной из главнейшей задачей обеспечения ЭМС является определение координационных расстояний между приемо-передающей аппаратурой, которые вещают на одинаковых частотах. Смысл координационного расстояния заключается в том, что между передатчиком, который является источником помех и приемником, который подвергается этим помехам выбирается такое расстояние, при котором достигается допустимое значение уровня мешающей помехи. Критерием для определения координационного расстояния является максимально допустимый процент нарушения связи, при котором вероятность пороговой ошибки превышает минимально допустимое значение.

Допустимым значением показателей ЭМС является такое значение, при котором обеспечиваются нормы на заданные показатели качества полезного сигнала в ЦРРЛ при воздействии на него мешающего сигнала.

Процесс по определению допустимых значений ЭМС необходим для тех случаев электромагнитной обстановки, по которой нет официальных рекомендаций.

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ СЖАТИЯ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ДЕКОРРЕЛИРУЮЩИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ПО МНОГОКАНАЛЬНЫМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ**

Р.Д. Крылов, А.В. Сиротин

Научный руководитель – Косткин И.В., канд. техн. наук, доцент

В нашем информационном обществе цифровые изображения захватывают все большую часть. Быстрое развитие сети Интернет, компьютерной фототехники повлекло за собой, в итоге, к частому применению цифровых изображений и определило огромное внимание к созданию продуктивных алгоритмов сжатия таких изображений. Применение методов, гарантирующих достаточную степень сжатия, допускает повышение скорости передачи данных по каналам связи и продуктивность их обработки.

Выделяют несколько алгоритмов сжатия: без потерь и с потерями. К последним проявляют большее любопытство, потому что они разрешают достичь высокой степени компрессии без весомого повреждения качества изображения. Любое реальное изображение характеризуется высокой избыточностью, предопределенной большой пространственной корреляцией его содержимого. Исполнение пространственной декорреляции допускает снижение количества отправленных данных, не понижая качество информации. Также реальные изображения включают сведения, которые люди могут и не заметить, а ее удаление позволит достичь большей степени компрессии [1].

Множество новейших методов компрессии с потерями статических изображений опирается на избавление от пространственной корреляции и удаление незначительных для глаза частей. Процесс пространственной декорреляции частей изображения опирается на его представлении в области пространственных частот при пособничестве любого из разновидностей линейных преобразований [дискретное вейвлет-преобразование (ДВП), сингулярное преобразование и других]. Отсчеты изображения в области пространственных частот характеризуются низкой корреляцией, чем отсчеты начального изображения. Отбор базиса преобразования в существенной степени предопределяет продуктивность предлагаемого алгоритма сжатия изображений. Сопоставление методов компрессии статических изображений происходило по следующей схеме. Над начальным изображением осуществлялось декоррелирующее преобразование. Из рассчитанных коэффициентов преобразования сохранялись  $N_0$  значений, а после производилось обратное преобразование. По результатам эксперимента плохими показателями характеризуется метод, опирающийся на сингулярное разложение матрицы изображения. Зрительное сопоставление восстановленных изображений подкрепляет приоритет ДВП перед другими способами преобразования. Нельзя ни отметить, что добротность восстановленного изображения, обретенного при помощи ДВП, также достаточно высоко. Перспективность применения ДВП для сжатия изображений поясняется его приспособленностью, возможностью создания базисов с известными данными, неплохими декоррелирующими свойствами и наличием быстрых алгоритмов вычисления [2].

*Библиографический список:*

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов / Пер. с англ. М.: Мир, 2005.
2. Воробьев В.И., Грибунин В.Г. Теория и практика вейвлет-преобразования. СПб.: ВУС, 1999.

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СИНТЕЗА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ БЛОЧНЫХ КОДОВ ДЛЯ МІМО СИСТЕМ**

А.Э. Жариков

Научный руководитель – Бердников В.М., канд. техн. наук, доцент

Технология МІМО (*Multiple Input Multiple Out*) положена в основу большинства современных систем беспроводной связи: LTE, Wi-Fi, WiMax. В основе технологии лежит одновременная передача и прием многими антеннами в одном частотном канале [1]. При этом необходимо проводить пространственно-временное кодирование (*Space Time Coding, STC*) на стороне передатчика для повышения качественных характеристик системы [2].

При создании оптимальных пространственно-временных кодов необходимо учитывать следующие требования [3]:

- 1) высокая спектральная эффективность системы связи;
- 2) высокая помехоустойчивость системы связи;
- 3) умеренная вычислительная сложность алгоритма и простота реализующей аппаратной части.

Среди распространенных видов STC-кодов можно выделить 2 основных вида: решетчатые коды (*STTC*) и блочные коды (*STBC*). Коды STBC обладают различными преимуществами лишь в одном из указанных выше критериев, что приводит к необходимости разработки алгоритма многокритериального синтеза STBC кодов, где в качестве показателей качества синтеза выступают указанные критерии.

В ходе данной работы были проанализированы различные варианты построения STBC кодеров, проведено сравнение существующих кодеров и предложен алгоритм многокритериального синтеза.

Экспериментальная часть работы заключалась в моделировании в среде MatLab различных типов кодеров и построение зависимости битовых ошибок от отношения сигнал-шум, а также расчет максимально достижимой скорости передачи. В ходе эксперимента показано, что разработанный алгоритм превосходит показатели стандартных видов STBC на 3-5%.

*Библиографический список*

1. Крейнделин В.Б., Варукина Л.А. Новые высокоэффективные пространственно-временные блочные коды// Цифровая обработка сигналов. – 2009. – №1. С.27-29
2. Рашич А. В. Сети беспроводного доступа WiMAX: учеб. пособие / Рашич А.В.—СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. — 179 с.
3. Крейнделин В.Б., Резнев А.А. Свойства квазиоптимального кода в системах связи с пространственно-временным кодированием// Технологии информационного общества. – 2013. – №10. С.57-59

## **СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ»**

### **РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАТОРА И ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ МЕЖПЛАТНЫХ СОЕДИНИТЕЛЕЙ**

Е.В. Бронин И.Э. Галиев

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

Современные электронные системы отличаются высокой структурной сложностью. Растущие требования к уменьшению габаритов, повышению функциональности и скорости обработки данных приводят к большому числу соединений, плотность которых становится все больше. А как известно, чем сложнее система, тем труднее обеспечить ее надежность. Именно поэтому одним из важнейших факторов обеспечения высокого качества электронной аппаратуры становится правильный выбор надежных соединителей и разъемов. Ведь отказ электрического соединения может свести на нет все преимущества самых передовых и дорогих схемотехнических решений. Для решения данной проблемы был разработан классификатор, который решает следующие задачи:

- анализ номенклатуры соединителей по их конструкторско-технологическим признакам;
- группирование соединителей по конструкторско-технологическому подобию для разработки типовых и технологических процессов с использованием ЭВМ;
- унификация и стандартизация соединителей и технологических процессов их изготовления;
- рациональный выбор технологического оборудования;
- автоматизация проектирования деталей и технологических процессов их изготовления;
- систематизация перечня наименованных объектов, каждому из которых в соответствии будет присвоен уникальный код.

Данный классификатор позволяет упростить и структурировать информацию о коннекторах, что в дальнейшем упростит разработку новых изделий.

Важным инструментом при работе с разработанным классификатором является система обработки информации. Разработанная информационная система будет обеспечивать хранение информации о соединителях, их производителях, магазинах, с которыми сотрудничают разработчики, и складах, изделиях, в которых используются конкретные коннекторы и производителей этих изделий. При работе с данной информацией пользователь может её редактировать, просматривать, добавлять и осуществлять поиск по записям в таблицах базы данных. При создании базы данных межплатных соединителей использовалась система управления базами данных MS SQL Server.

Клиентское приложение для работы с базой данных реализовано на языке C#. Информационная система состоит из функций, с помощью которых реализуются действия приложения. Выполняется соединение с базой данных для работы с содержимым БД. Интерфейс программы позволяет редактировать

# ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИМПУЛЬСНОЙ СИСТЕМЫ АВТОРЕГУЛИРОВАНИЯ С ШИРотно-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

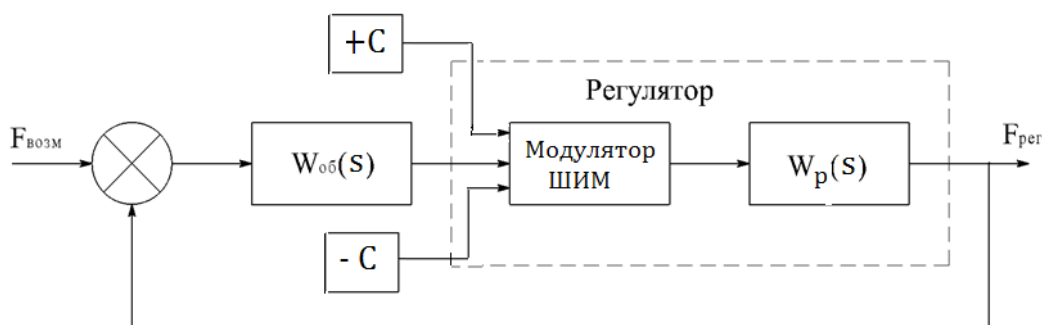
Д.Ю. Кузин

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

Дана краткая характеристика импульсных систем автоматического регулирования (САР), их положительных особенностей и областей применения. В частности, отмечена практически значимая задача управления группой беспилотных летательных аппаратов, когда управляющие команды генерируются в форме стандартных широтно-импульсно-модулированных (ШИМ) сигналов [1].

В представленных ранее работах [2] по данной теме основное внимание уделялось импульсным САР с амплитудно-импульсной модуляцией (АИМ) и сопоставлению этих систем с непрерывными САР.

В представляемой работе была смоделирована система с ШИМ. Структурная схема исследуемой системы имеет вид, показанный на рисунке.



Структурная схема САР с ШИМ

Модулятор ШИМ собран на основе генератора пилообразных импульсов, а также блоков Relational Operator и переключателей Switch. Сигналы подключения входа регулятора  $W_p(s)$  к выходу источника сигнала постоянного уровня  $+C$  (при сигнале положительной полярности на входе модулятора) и  $-C$  (при отрицательном входном сигнале) формируются блоком Relational Operator. На входы данного блока поданы сигнал с выхода генератора пилообразных импульсов вместе с модулируемым сигналом. Переключение в схеме осуществляется таким образом, что чем быстрее пилообразный сигнал достигает уровня модулируемого сигнала, тем короче оказывается импульс на выходе модулятора.

Эквивалентность площади действующих импульсов в системах с ШИМ и АИМ достигалась подбором постоянного уровня  $C$ . При этом было выявлено качественное сходство процессов регулирования в обеих системах.

## Библиографический список

1. Лоскутников А. А., Сенюшкин Н. С., Парамонов В. В. Системы автоматического управления БПЛА / Молодой ученый. — 2011 — №9. — С. 56-58.
2. Материалы II научно-технической конференции магистрантов Рязанского государственного радиотехнического университета. Часть 2. Рязань. 2016. с.11-13.



## **ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МОДУЛЯ ОБОГРЕВА ОДЕЖДЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

В.Д. Ларькин

Научный руководитель - Сускин В.В., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается одна из основных проблем на сегодняшний день, а именно создание такого модуля обогрева одежды специального назначения, что бы он отвечал следующим требованиям, а именно: малые габариты, дешевизна, возможность долгой работы без подзарядки, практичность. На сегодняшний день существует достаточно моделей модуля, чтобы мы смогли бы сравнить преимущества и недостатки каждого из них. Вся суть нами выбранной технологии, заключается в том, что мы разрабатываем модуль для обогрева одежды специального назначения с аккумулятором для питания его и блоком питания. Проблема на сегодняшний день актуальна и до конца не решена, т.к. представленные образцы либо дорогие, либо не качественные, а именно нет возможности регулирования температурного режима, нет возможности стирки модулей (если встроенные) или же их невозможно долго использовать или же они потребляют слишком много энергии, что не позволяет долго использовать их так, как аккумулятор быстро разряжается, также они должны обладать некоторыми физическими качествами, такими как достаточная эластичность и возможность долговременного использования. При некотором изучении человеческой анатомии мы определили количество и размеры этих модулей: для верхней одежды мы будем использовать 3 модуля, 2 вдоль позвоночника и 1 на грудной клетке, так как именно там проходят самые крупные артерии, что позволит нам максимально эффективно нагреть кровь, чтобы в последующем она разнесла это тепло по организму.

В нашей модели сами модули же, в свою очередь, обычно изготавливаются из элементов, состоящих из углеродного волокна с высокой теплоотдачей и низкой энергопотребляемостью [3], которые легко интегрируются в носитель (одежда спец. назначения или обувь) любого назначения. Это позволяет поддерживать длительное время температуру обогрева от 30°C до 60°C внутри одежды. Устройство состоит из связки греющих ИК-модулей прямоугольной формы (два модуля 90x170 мм, один модуль 120x200 мм)[2], которые закрепляются с помощью специальных липучек в верхний или средний слой одежды[1], и батареей различной ёмкости с интегрированным управлением и LED дисплеем.(4.4А/Ч)[2]. Аккумуляторная батарея может обеспечивать регулировку терморежима. К явным достоинствам греющих комплектов можно отнести долгий срок службы и малый вес - нагревательный элемент с аккумуляторной батареей весит приблизительно 350 граммов. Мы хотим сконструировать блок управления таким, чтобы можно было регулировать температуру от 30 до 60 градусов примерно 6 уровней по 5 градусов.

В высокотехнологичных конструкциях используются инфракрасные источники тепла — специальные карбоносодержащие материалы и волок-

на[1],[3], преобразующие подаваемое напряжение в безопасное для здоровья человека инфракрасное излучение с длиной волны, равной инфракрасному излучению самого человека. Модули греются незначительно[3], но излучаемые инфракрасные лучи проникают в тело на 2-3 сантиметра в глубину, прогревая ткани и улучшая циркуляцию крови. За счет расширения сосудов и прогрева капилляров стабилизируется циркуляция крови и тепло распространяется по кровеносной системе человека, таким образом даже самые удалённые и замёрзшие части телагреваются изнутри.

#### *Библиографический список*

1. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики.
2. Лазутин Ю.Д., Корячко В.П., Сускин В.В. Технология электронных средств.
3. Лазутин Ю. Д., Материаловедение.

### **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ МНОЖЕСТВЕННОГО ДОСТУПА**

В.С. Чикалкин

Научный руководитель – Шибанов А.П., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается способ улучшения работы системы космической связи на основе алгоритма синхронного множественного доступа, а также программная реализация моделирования такой сети.

Сеть космической связи — это система массового обслуживания, в которой заявки представляют собой пакеты данных, которые отправляют земные рабочие станции через спутник на множество других станций, расположенных на земле. Особенность работы алгоритма синхронного множественного доступа в том, что может быть обслужен лишь 1 пакет данных в единицу времени. Так как станции не связаны между собой, есть вероятность того, что на обслуживание одновременно поступят 2 и более пакетов. В этом случае ни один пакет обработан не будет. Отсюда следует, что сеть с таким алгоритмом работы весьма непроизводительна.

Для адаптации синхронного множественного доступа был применен псевдобайесовский алгоритм. Идея адаптации состоит в том, что новые и повторные заявки отправляются станцией в зависимости от загруженности сети. Таким образом пакеты данных отправляются станциями более равномерно, что повышает производительность системы.

Была разработана программа, способная смоделировать работу сетей множественного доступа с адаптивным алгоритмом, а также продемонстрированы преимущества улучшенного алгоритма.

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛИЧНОГО КАБИНЕТА СТУДЕНТА**

А.М. Гостин, А.С. Шумилова,  
научный руководитель - Корячко В.П., д-р техн. наук, профессор

В соответствии с федеральными образовательными стандартами (ФГОС) нового поколения каждый обучающийся в течение всего периода обучения должен быть обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к одной или нескольким электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета [1].

Для разработки образовательного портала РГТУ применяются стандарты JSON, CSS3, технология AJAX, языки PHP7 и JavaScript, библиотека JQuery и другие. В качестве базы данных была выбрана СУБД MySQL. Все используемые инструменты разработки относятся к свободно распространяемому программному обеспечению.

Архитектура образовательного портала спроектирована в соответствии с шаблоном проектирования MVC, что позволяет реализовать выбранный объектно-модульный принцип построения системы.

Разработка личного кабинета студента проводится в рамках разработки информационной образовательной среды РГТУ. В рамках назначенной ему роли обучаемый будет иметь доступ к программным модулям, реализованным посредством следующих вкладок:

- «Направления подготовки» – просмотр ФГОС, основных образовательных программ, рабочих учебных планов по всем направлениям подготовки в РГТУ;
- «Учебный план» – просмотр рабочего учебного плана, учебного графика на текущий семестр по направлению подготовки обучаемого;
- «Журнал» имеет 2 подвкладки: «Ведомость» и «Аттестация». На вкладке «Ведомость» доступен просмотр результатов освоения образовательной программы на протяжении всего периода обучения, а на вкладке «Аттестация» - результаты промежуточной аттестации в текущем семестре.
- «Расписание» - просмотр расписания занятий и экзаменов;
- «Библиотека» - прямая ссылка на ресурс «Электронная библиотека РГТУ»;
- «Учебные материалы» - доступ к учебно-методическим материалам, размещаемым преподавателем в облачном хранилище РГТУ;
- «Вопросы и ответы» - реализации интерактивного общения с преподавателями в рамках изучаемых дисциплин;
- «Портфолио» - размещение информации о личных достижениях в различных сферах деятельности;
- «Анкетирование» - прохождения процедуры анкетирования;
- «Настройки» - редактирование личной информации, настроек.

Таким образом, разработка личного кабинета студента отвечает требованиям, предъявляемым ФГОС ВО к ЭИОС университета.

1. Технология персонализации доступа к функциям электронной информационно-образовательной среды университета / [А.М. Гостин, А.С. Шумилова] // СТНО-2016. Рязань, 2016. – С. 151-154.

# **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АКТИВНОЙ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ ДЛЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ САМОНАВЕДЕНИЯ**

Д.Н. Григорьев, Е.Н. Соколов

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

Рассматривается модель апертурной антенны в виде круглого синфазного раскрыва радиуса  $r \gg \lambda$  (где  $\lambda$  – длина волны) при различных видах амплитудного распределения поля по раскрыву.

Представленная в докладе модель является основой для оценки характеристик активной фазированной антенной решетки (АФАР).

Исходя из формы и габаритных размеров объектов размещения радиолокационных головок самонаведения (РГС) принят для оценки раскрыв АФАР диаметром 20 см [1].

С учетом требований к современным и перспективным РГС были рассмотрены два типовых диапазона длин волн: трех сантиметровый (Х – диапазон) и восьми миллиметровый (Ка – диапазон) [2].

Для эквидистантного расположения приемно-передающих модулей по апертуре АФАР с шагом  $\lambda/2$  был произведен расчет количества элементов.

Для обеспечения функционирования РГС в сложной помеховой обстановке потребовано, чтобы средний уровень ближних боковых лепестков (УБЛ) не превышал минус 40 дБ [3].

Для принятых исходных данных были получены ДН для равномерного и спадающего к краям раскрыва амплитудных распределений поля.

Анализ полученных результатов показал следующее:

1. Для равномерного амплитудного распределения по раскрыву АФАР на длине волны 3см ширина главного лепестка ДН составила 9 градусов, максимальный коэффициент направленного действия (КНД) равен 26,4 дБ, средний УБЛ ДН равен минус 33,3 дБ.

2. Реализация по апертуре спадающей к краям распределения приводит к существенному снижению среднего УБЛ до уровня минус 45,3 дБ, что обеспечивает выполнение предъявленных требований по этому параметру.

Однако при этом главный лепесток ДН расширяется практически до 11 градусов, а КНД решетки уменьшается до значения 25,2 дБ.

3. Использование в РГС миллиметрового диапазона длин волн приводит к существенному улучшению характеристик АФАР. Так, при неизменном диаметре раскрыва с равномерным амплитудным распределением ширина главного лепестка ДН сужается до 2,6 градусов при возрастании КНД до 37,4 дБ. При этом средний УБЛ составляет минус 39 дБ.

Соответственно реализация по раскрыву АФАР спадающего к краям распределения обеспечивает снижение среднего УБЛ до минус 51дБ при расширении главного лепестка ДН до 2,92 градусов и уменьшение КНД АФАР до 36,65 дБ.

Таким образом, АФАР являются наиболее совершенным типом антенн, способным обеспечить существенное улучшение ТТХ перспективных РГС, и следовательно, повышение эффективности самонаведения зенитных управляемых ракет на высокоскоростные маневрирующие цели.

## *Библиографический список*

1. Акопян И.Г., Вексин С.И., Медведев Г.П., Сухов А.М. Особенности построения и развития техники радиолокационных головок самонаведения в системах ракетного вооружения ВВС и ЗРК / Радиотехника, 2005, №2.

2. Перунов Ю.М., Мацукевич В.В., Васильев А.А. Зарубежные радиоэлектронные средства. Кн.3: Антенны. – М.: Радиотехника, 2010. – 300 С.

3. Воскресенский Д.И., Гостюхин В.Л., Максимов В.М., Пономарев Л.И. Устройства СВЧ И Антенны / под ред. Воскресенского Д.И. – М.: Радиотехника, 2006. – 376 С.

## **МНОЖЕСТВЕННЫЙ ДОСТУП К КАНАЛАМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ С ВРЕМЕННЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ**

А.О. Чубко

Научный руководитель – Шибанов А.П., д-р техн. наук, профессор

При проектировании спутниковой системы возникает задача оптимального распределения ресурсов между ретранслятором и наземными станциями, а также их эффективного использования [1]. Из-за большого количества наземных станций возникает конкуренция, что увеличивает нагрузку на полосу пропускания. Методы множественного доступа к каналу связи в разной степени решают данную проблему в зависимости от технических ограничений спутника. Среди них занимают особое место методы с использованием временного разделения, так как их эффективность не зависит от мощности усилителя ретранслятора, в отличие от частотных методов разделения.

В данной работе рассматриваются некоторые методы множественного доступа к каналам связи с использованием временного разделения, их преимущества и недостатки. Также рассматриваются особенности реализации модели системы спутниковой связи с разными режимами работы. Особое внимание уделяется методам с использованием резервирования временных интервалов (множественный доступ с разделением по запросу DAMA и TDMA с резервированием).

Резервирующие пакеты предназначены для определения последовательности передачи пакетов и моментов времени начала и конца передачи. Передаваемые пакеты могут иметь случайную длину, которая характеризуется законом распределения. Интервал передачи ограничен временем распространения сигнала по тракту «земля-спутник-земля». Поэтому необходимо так резервировать интервалы для передачи пакетов, чтобы при случайной длине множества передаваемых пакетов была достигнута высокая вероятность того, что они будут переданы.

Последовательности окон, отведенных для передачи данных, предшествует период резервирования, состоящий из  $m$  окон резервирования, по одному окну резервирования на каждый узел. Пусть  $v$  обозначает длину окна резервирования. Тогда период резервирования в каждом кадре имеет полную длину  $A = mv$ . Максимальная скорость передачи может приближаться к 1 сколь угодно близко, поскольку при сильной нагрузке кадры становятся очень длинными и редкие периоды резервирования занимают очень мало времени.

1. Банкет В.Л., Дорофеев В.М. Цифровые методы в спутниковой связи. – М.: Радио и связь, 1988. – 240 с.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D ПРИНТЕРА**

А.А. Шипилов

Научный руководитель – Хрюкин В.И., канд. техн. наук, доцент

Мир радиотехники не стоит на месте. К одним из новшеств современного времени можно отнести 3D принтеры, которые находят широкое применение во многих отраслях науки и техники. 3D принтеры позволяют осуществлять операции с высокой точностью, при этом не используя огромные производственные мощности, а также сокращая время получения готового изделия. Исследуя этот вопрос, я хочу уделить внимание конструкции 3Dпринтера, способного создавать на поверхности стеклотекстолита или другого материала проводящий рисунок, наносить паяльную пасту и припаивать элементы. Обладая 3D принтером с такими возможностями, можно существенно сократить время производства печатных плат, в частности этап прототипирования, а значит и конечного изделия в целом.

Основной конструктив такого принтера представляет собой обычный 3-х координатный фрезерный станок. Из особенностей основного конструктива стоит выделить то, что необходимо использовать шарико-винтовую передачу, так как она обеспечивает высокую точность позиционирования и плавность хода, что крайне важно при создании печатной платы. К тому же шарико-винтовая передача имеет высокий КПД (около 80-90% и более) и большой ресурс использования.

Огромное значение имеет состав проводящих чернил. Они должны обладать хорошей проводимостью и иметь высокий уровень адгезии, чтобы приклеиться к основанию печатной платы. Решением данной проблемы является использование в составе чернил наночастиц меди и эпоксидного клея.

В качестве припоя необходимо использовать безотмывочную паяльную пасту. Данная паста содержит в своём составе около 10-15% флюса, не требующего смывки. Температура плавления такой пасты составляет  $179^{\circ}\text{C}$  –  $183^{\circ}\text{C}$  в зависимости от наличия серебра в составе.

Также для припаивания элементов необходимо обеспечить нагрев основания печатной платы до температуры плавления паяльной пасты. Этого можно добиться, используя трубчатый электрический нагреватель (ТЭН) из алюминиевого сплава с предельно допустимой температурой на поверхности ТЭН  $250^{\circ}\text{C}$ .

Суть работы такого принтера заключается в следующем. Готовый gerber файл печатной платы конвертируется в g-code и загружается в принтер. Далее принтер наносит токопроводящие чернила на закрепленную на столе подложку. После стол 3D принтера нагревается до температуры  $200^{\circ}\text{C}$  для отвердевания клея.

Следующим этапом необходимо нанести на контактные площадки припой, расставить элементы и снова нагреть стол 3D принтера до температуры плавления паяльной пасты. Далее плата должна остыть и она готова к применению.

## **КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЛИЧНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ**

В.О. Абрамов

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

Снижение уровня расходов электроэнергии на освещение улиц и дорог является актуальной задачей, связанной с общей тенденцией к экономии электроэнергии. Тем не менее важнейшим фактором является требование к уровню освещённости, особенно на автомобильных дорогах. Эта проблема [1,2] рассматривается в проектно-конструкторской работе.

В докладе рассматривается принятое проектно-конструкторское решение, касающееся локального узлового модуля управления источниками освещения.

Модуль состоит из четырёх основных элементов: датчика освещённости, блока управления, его резервного источника питания и блока управления источниками освещения.

За основу блока управления взят микроконтроллер Atmel ATmega16. При низкой стоимости этот микроконтроллер [3] обеспечивает достаточную производительность. Блок управления может автоматически управлять освещением, а также, используя показания датчика освещённости, включать освещение с небольшим отклонением относительно расчётного времени включения или выключения в случае низкого уровня освещённости.

Датчик освещённости подбирается исходя из погодных условий местности, в которой устанавливается устройство, по причине того, что данный элемент наименее защищён от воздействий температур. Резервный источник питания необходим только для поддержания работы внутреннего счётчика времени управляющего блока. Блок управления источниками освещения получает сигнал управления от цифрового выхода контроллера и имеет два исполнения: в режиме переключателя и в режиме диммера.

Локальный блок управления может соединяться с узловым уличным шкафом или сервером по проводному соединению или с использованием беспроводного модуля связи (для чего устанавливается резервный источник питания большей мощности). Блок управления может контролировать состояние подключённых групп устройств. Имеет интерфейс для вывода системной информации и локальной настройки модуля.

Таким образом, обеспечивается универсальность конструкции, что позволяет снизить стоимость системы и упростить её развёртывание.

В данный момент локальный узловой модуль управления находится на этапе пред-прототипного моделирования.

### *Библиографический список*

1. Иносэ Х., Хамада Т. Управление дорожным движением. / Под ред. М. Я. Блинкина: Пер. с англ. – М.: Транспорт, 1983.– 672 с.
2. Хилажев Е. Б., Кондратьев В. Д. Микропроцессорная техника в управлении транспортными потоками. – М.: Транспорт, 1987.– 256 с.
3. Белов А.В. Конструирование устройств на микроконтроллерах. – СПб.: Наука и Техника, 2005. – 256 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ОСНОВАННЫХ НА ЗНАНИЯХ, ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ 3D-ПЕЧАТИ**

В.Г. Соколов

Научный руководитель – Орешков В.И., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время для ускорения и снижения стоимости подготовки производства получило распространение так называемое проектирование на основе баз знаний с использованием формализации правил, которым подчиняется разрабатываемое изделие [1,2]. При изначальной параметризации разрабатываемой модели можно быстро менять размеры, пропорции, взаимное расположение элементов в моделях достаточно сложной формы (см. рисунок 1).

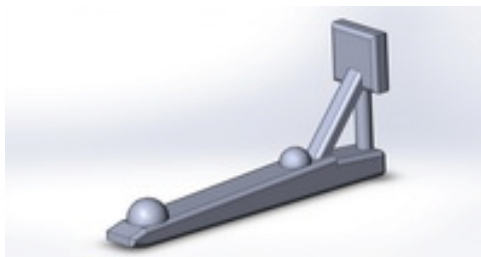


Рисунок 1 – Модель трассопоискового локатора в САПР SolidWorks

При изготовлении опытных образцов изделий широкое распространение получила технология 3D-печати. В частности, в опытном образце трассопоискового локатора данным способом изготовлен каркас магнитной антенны (см. рисунок 2).



Рисунок 2 – Внешний вид каркаса, изготовленного методом 3D-печати

В процессе подготовки программы для 3D-принтера вносятся дополнительные элементы, так называемые «поддержки», необходимые, чтобы деталь не деформировалась при печати. При этом конструктор лишен возможности прогнозировать фактический внешний вид детали. Так, на рисунке 2 показано, что заполнение пазов каркаса «поддержками» привело к невозможности использования детали.

Для устранения данного недостатка предлагается формализовать как штатные, так и технологические элементы деталей. Показано, что при проектировании деталей для 3D-печати с одновременным учетом технологических элементов конечный результат будет получен качественнее и с меньшими затратами.

### *Библиографический список*

1. SolidWorks: проектирование на основе баз знаний/ Н. Семидоцкий // САПР и графика. - 2014. - № 5. - С. 34-38.
2. Куприянов В.В., Печенкин О.Ю., Сулов М.Л., Уколов И.С. САПР и системы искусственного интеллекта на базе ЭВМ. – М.: «Наука», 1991 г.



## УМНЫЙ ДОМ НА ARDUINO

Е.А. Окунцев

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н., канд. техн. наук, доцент

Автоматизация различных процессов в зданиях и домах постоянно развивается. Система «умный дом» непрерывно обновляется, совершенствуется, заменяя старые технологии, выводя вперед разработки, поражающие своим инновационным подходом. В настоящее время существует и растет в геометрической прогрессии количество систем автоматизации, начиная от недорогих отдельных модулей или небольших плагинов, которые легко изменяются, или переоснащают уже установленные управляющие системы, добавляя им больше новых возможностей, и заканчивая профессионально разработанными комплексами, требующими высококвалифицированных специалистов, установщиков и настройщиков оборудования, а также инженерного проектирования на ранних стадиях строительства дома.

Базисом современного комфорта является доступность электроэнергии. При строительстве «умного дома» все элементы системы опираются именно на нее. Использование компьютерной логики, помогает в системе избежать ненужных трат электроэнергии. При её полном контроле с помощью средств создаваемой системы повышается безопасность: защита от воды и огня или от незаконного проникновения с целью нанесения вреда здоровью или кражи имущества. По этим причинам «умный дом» будет хорошим помощником для людей с ограниченными возможностями.

Предложенная система базируется на контроллере Arduino ввиду его надёжной работы и дешевизны, осуществляющем управление отдельными элементами системы, и возможна его регулировка пользователем[2]. С помощью контроллера осуществляется управление оборудованием, которое выполняет различные функции для создания более качественных условий жизни.

Для представленной концепции «умного дома» были определены следующие наиболее важные части: полное управление светом в комнатах и помещениях, система безопасности, управление водой, газом, теплом.

Данная система «умного дома», представленная в статье, интересна, экономически обоснована и актуальна[1], доступна для людей со средним достатком, а также людей с ограниченными возможностями, которым система даст возможность получить необходимое удобство и комфорт, но и при этом обеспечит безопасность и энергосбережение. Ведь именно ради защиты и комфорта мы создаем дом и совершенствуем его на протяжении всей нашей истории.

### *Библиографический список*

1. Сопер, М.Э. Практические советы и решения по созданию «Умного дома». / М.Э. Сопер. – М: НТ Пресс, 2007. – 432 с.
2. Тесля, Е. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире / Е.Тесля. – СПб: Питер, 2008. – 224 с.

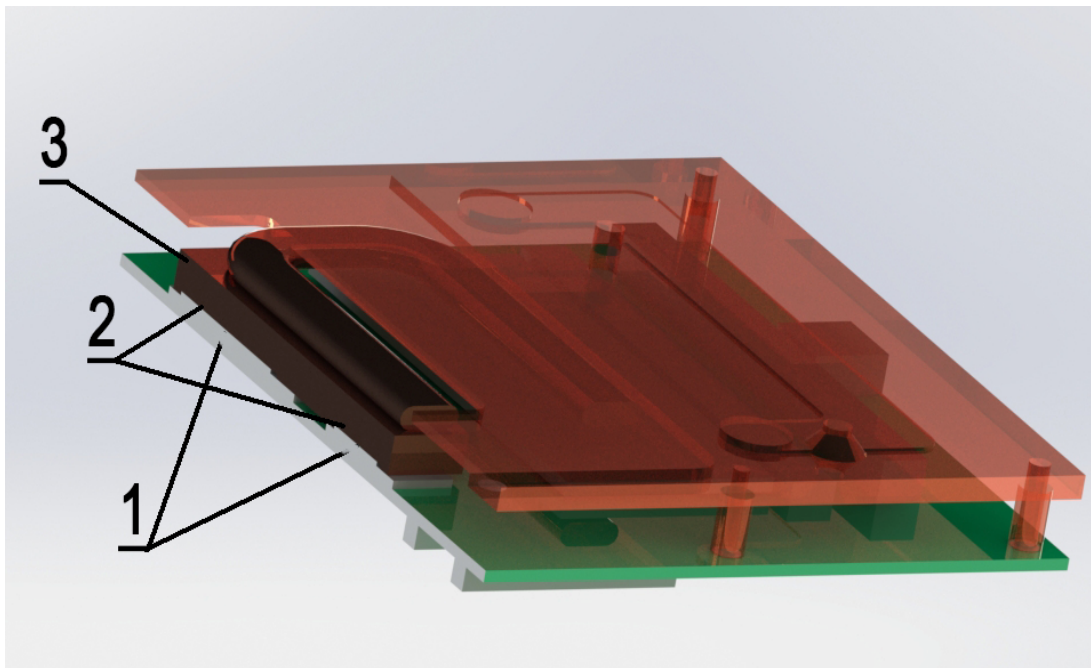
## РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ТЕПЛООТВОДА НА ОСНОВЕ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ ДЛЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ

М.М. Тарасов

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

Целью работы является решение проблемы перегрева вычислительного модуля COMe-bHL6 при высокой температуре окружающей среды (50°C).

Из описания модуля видно, что его система охлаждения эффективно работает при комнатной температуре. Схема модуля и система охлаждения на рисунке.



Модуль COMe-bHL6 с системой охлаждения.  
Модуль 1, термопаста 2, система охлаждения 3

Для увеличения отбора теплового потока и увеличения срока службы теплопроводящая паста была заменена (TTG-G30015  $\lambda=4,5$  Вт/мК  $R_s=0,205$  (Ксм<sup>2</sup>)/Вт) на теплопроводящую прокладку (35shore00  $\lambda=5$  Вт/мК  $R_s=0,14$  (Ксм<sup>2</sup>)/Вт), которая сохраняет свои свойства от -55°C до 200°C.

Максимальная температура работы вычислительного модуля составляет 75°C.

Тепловые трубы представляют собой медные трубки с капиллярным фитилём, и теплоносителем - дистиллированной водой при пониженном давлении. Данный модуль должен работать в диапазоне температур от -50°C до 50°C. Использование воды в качестве теплоносителя недопустимо, т.к. при отрицательной температуре она будет кристаллизироваться. По табличным данным выбираем теплоноситель - этанол и ацетон.

Экспериментально получаем, что более эффективным теплоносителем является ацетон.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ**

О.И. Скуратов

Научный руководитель – Хрюкин В.И., канд. техн. наук, доцент

Ветроэнергетические установки вырабатывают электричество за счет энергии перемещения ветра. Различают два типа ветряков: с горизонтальной или вертикальной осями вращения. Ветроэнергетическая установка с горизонтальной осью вращения - это мачта, наверху которой размещается корпус с редуктором и генератором. К оси редуктора ветряка прикрепляются лопасти. Корпус электростанции вращается по направлению ветра. Ветроэнергетические установки с вертикальной осью вращения менее популярны. Генератор устанавливается под мачтой, и одна из главных особенностей, отсутствует необходимость ориентации электростанции на ветер. Основным преимуществом ветроэнергетических установок является неисчерпаемый источник энергии ветра - природа и тот факт, что ветряные электростанции не загрязняют окружающую среду. Основным недостатком рассматриваемого источника энергии можно отнести проблему нестабильной природы ветра, техническое решение которой, является главной задачей при создании ветряных электростанций [1].

Главной целью данной разработки является создание системы для географических областей, имеющих маломощные среднегодовые ветра, в которой предусмотрен принудительный направленный турбоподдув сжатой струи воздуха на рабочую зону ветроколеса для увеличения коэффициента полезного действия ветроэнергетической установки, делающий данную установку экономически окупаемой. Поставленная задача достигается тем, что опоры имеют защитную крышку, ветровое колесо установлено в опорных подшипниках, верхний в крыше, нижний в потолке генераторного здания, вертикальный вал, опущенный вниз до соединительной муфты, а турбоустановка, создает направленную струю сжатого воздуха при недостаточно мощных ветрах.

Таким образом, необходимо составить систему автоматического управления ветроэнергетической установки, подобрать элементы данной системы, рассчитать их передаточные функции, а также изучить методы коррекции системы автоматического управления. Также необходимо достичь оптимальных запасов устойчивости по фазе и амплитуде. Система должна обладать высокими показателями качества. При необходимости рекомендуется скорректировать и добавить корректирующее устройство[2].

## *Библиографический список*

1. Электронный ресурс - <http://altenergiya.ru/apologiya/alternativnaya-energetika-v-rossii-dva-puti.html>
2. Бесекерский В. А., Попов Е. П., Теория систем автоматического регулирования - М.: Наука, 1996. - 992с.

# ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ С УДАЛЁННЫМ СЕРВЕРОМ

П.А. Улькин

Облачные вычисления предназначены для того, чтобы пользователи имели удалённый доступ (достигается при помощи сети Интернет) к ресурсам, сервисам и приложениям в связи с повышенными требованиями к повседневным задачам, когда своих ресурсов становится недостаточно.

Многие сходятся во мнении, что «облака» являются самой перспективной технологией будущего, так как предоставляют значительные вычислительные мощности, а также значительные пространства для хранения информации («облачные хранилища») [1].

Облачные вычисления предлагают малозатратный и в то же время довольно надёжный способ для реализации своих возможностей производителям IT-продуктов. В первую очередь, это касается небольших компаний.

Концепция облачных вычислений включает в себя следующие элементы: инфраструктуру, платформу и программное обеспечение как сервисы, а также бизнес-приложения [2].

Существуют четыре основные модели развёртывания облаков. Это частное, публичное, общественное и гибридные «облака».

Для разработки собственного, т.е. частного, «облака» потребуются значительные вычислительные ресурсы (процессоры), а также хранилища данных (состоящие, как правило, из жёстких дисков). Непосредственно развернуть «облако» в домашних условиях можно при помощи различных сервисов: как платных, так и бесплатных. Одним из таких бесплатных и в то же время открытых является «OwnCloud». Данный сервис предоставляет широкие возможности по разворачиванию, а также дальнейшему конфигурированию частного пользовательского «облака». Важным преимуществом данного сервиса является и то, что пользователь получает полный контроль над собственным «облаком» [3].

Среди главных преимуществ «облаков» выделяют низкие первоначальные вложения денежных средств, оптимизацию расходов, доступность с любого устройства (благодаря глобальной сети), обеспечение непрерывности работы и возможность быстрого восстановления сервисов в случае возникновения каких-либо внештатных ситуаций [1, 2].

Основными же недостатками «облаков» являются контроль, безопасность, нестабильность системы затрат. [1].

## *Библиографический список*

1. Облачные вычисления: обзор и рекомендации. Общая среда облачных вычислений - Рекомендации Национального Института Стандартов и Технологий (США), NIST, USA, 2007.
2. Эталонная архитектура облачных вычислений - Рекомендации Национального Института Стандартов и Технологий (США), NIST, USA, 2007.
3. Всё самое интересное из мира IT-индустрии [Электронный ресурс]. URL: <https://3dnews.ru/> (дата обращения: 14.04.2017).

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СОЛНЕЧНЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ**

П.Э. Скуратова

Научный руководитель – Хрюкин В.И., канд. техн. наук, доцент

В данной работе будут рассматриваться солнечные энергетические установки. Данный вид энергии имеет большие перспективы в нашей стране, но в настоящее время солнечные установки, производимые в России, имеют два значительных минуса. Во-первых, плохая конкурентоспособность как на территории нашей страны, так и на мировом рынке, во-вторых, большая стоимость элементов установки. Поэтому актуальность данной работы и состоит в разработке установки с меньшей себестоимостью и с большей эффективностью преобразования солнечной энергии в электрическую.

Модуль управления (в дальнейшем трекер) позволяет отслеживать текущее положение источника света и регулировать угол поворота панелей таким образом, чтобы поток солнечного света на них был максимален.

В качестве пробного варианта уже была рассмотрена простая конструкция трекера на основе аналоговых элементов и была изготовлена экспериментальная модель. Но во время исследования рынка солнечной электроэнергии, в частности в производстве модулей слежения, было выявлено, что простые трекеры, работающие только на основе аналоговых элементов, по выполняемым функциям, по надежности и устойчивости совершенно не конкурентоспособны по сравнению с более сложными трекерами на основе микроконтроллеров. Поэтому возникла необходимость разработки новой, более сложной конструкции, с использованием микроконтроллеров.

Моделирование системы автоматического управления будет производиться средствами MATLAB. Основные этапы моделирования будут состоять из: исследования непрерывной системы, настройки пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора (ПИД-регулятора), определения передаточных функций замкнутой и разомкнутой системы, моделирования цифровой системы, исследования цифровой системы на устойчивость[1].

Для практической реализации данной системы необходимо будет сделать подбор электронных компонентов.

В данной работе была разработана система цифрового автоматического управления солнечной энергетической установки. Для этого был проведен анализ существующих конструкций, найдены их недостатки, разработана конструкция солнечной установки. Также было произведено исследование характеристик непрерывной и дискретной систем управления, дискретная система рассчитана на устойчивость.

### *Библиографический список*

1. Бесекерский, В. А., Повов Е.П., Теория систем автоматического управления. - СПб.: Профессия, 2003.

# **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ С ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ**

А.С. Фролов

Научный руководитель – Шибанов А.П., д-р техн. наук, профессор

Единая государственная автоматизированная информационная система (ЕГАИС) предназначена для государственного контроля за производством и оборотом различной продукции (лесозаготовки, меховые изделия, алкогольная продукция и пр.). Система предоставляет единый интерфейс для всех участников рынка и обязывает их оперативно предоставлять данные о всех хозяйственных операциях, связанных с данной продукцией.

ПО, предоставляемое государством, (УТМ – универсальный транспортный модуль) не имеет графического пользовательского интерфейса (GUI). УТМ управляется программно, посредством приёма-передачи XML-файлов с данными фиксированной структуры. Формат данных закреплён законодательно и документирован посредством нормативно-правовых актов.

Предметом данной работы является разработка прикладного ПО для работы с системой ЕГАИС, получившее название «РИЛ: ЕГАИС». Данное ПО представляет собой конфигурацию БД (метаданные и бизнес-логика) для платформы 1С:Предприятие 8.3.

По сравнению с существующими на рынке программными продуктами, разрабатываемое ПО предлагает возможности, существенно превосходящие существующие решения в следующих аспектах:

- низкие требования к Интернет-соединению;
- централизованное хранение информации о торговых операциях;
- централизованное взаимодействие со всеми обособленными подразделениями из единого интерфейса;
- простота и интуитивность пользовательского интерфейса;
- гибкость системы, позволяющая использовать модель обслуживания «Software&support as service (SaaS)» и «Software on Demand»;
- встроенная система оповещения пользователей.

Разрабатываемая система «РИЛ: ЕГАИС» не только максимально широко охватывает существующие требования пользователей, но и предоставляет комфортную работу, не требуя от пользователя дополнительных знаний и навыков. Также «РИЛ: ЕГАИС» обладает рядом уникальных возможностей, которые не могут предоставить конкурентные решения.

Система «РИЛ: ЕГАИС» легко масштабируема благодаря динамичному управлению вычислительной мощностью серверов приложения и использованию технологий кластеризации, что обеспечивает высокое быстродействие системы, слабо коррелирующее с флуктуациями числа активных пользователей системы.

# **ОБЗОР МЕТОДОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ АНАЛОГОВОГО СИГНАЛА В КОД**

М.В. Телялькова

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

Для получения и обработки информации необходимо уметь принимать и обрабатывать различного рода сигналы – аналоговые, дискретные и цифровые. Параметры аналогового сигнала описываются функцией времени и непрерывным множеством возможных значений. Дискретные сигналы представляют собой отсчеты аналогового сигнала в периодические моменты времени. В цифровых сигналах, помимо квантования по времени, присутствует квантование по уровню с представлением в виде какого-либо кода.

Обработка информации также может вестись с использованием либо аналоговых, либо цифровых устройств. Аналоговые устройства являются преобразователями электрических сигналов с непрерывно изменяющимися во времени токами и напряжениями. Цифровые устройства обеспечивают формирование, преобразование и передачу информации, имеющей, как правило, вид двоичного кода. Реализация сложных и гибких алгоритмов обработки сигнала, как правило, требует цифровой формы представления сигнала.

Устройства, реализующие функцию преобразования сигнала из аналоговой формы в цифровую, называются аналого-цифровыми преобразователями (АЦП). Суть преобразования заключается в квантовании сигнала по уровню и преобразовании непрерывного множества значений этого сигнала в непрерывном диапазоне в дискретное множество значений уровней квантования.

В зависимости от метода преобразования, АЦП можно разделить на несколько наиболее распространенных видов:

- параллельного действия;
- последовательного приближения;
- последовательно-параллельные;
- конвейерные;
- «сигма-дельта»;
- двойного интегрирования.

Каждый из видов АЦП имеет характерное для него соотношение наиболее таких часто используемых на практике параметров, как:

- количество разрядов;
- время преобразования;
- уровень собственных шумов;
- нелинейность передаточной характеристики;
- схема построения входного каскада (дифференциальный, псевдодифференциальный или однополярный) и т.д.

В работе рассматриваются различные виды АЦП, что представляет широкие возможности выбора при решении конкретной задачи. Анализируются достоинства, недостатки и сферы применения, оценивается возможность выбора конкретного вида АЦП в зависимости от поставленной перед разработчиком задачи.

## **РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СОЕДИНИТЕЛЬНЫМ УСТРОЙСТВОМ**

А.И. Гусева

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

Разработка модуля управления включает в себя расчет на вибропрочность, в докладе рассматриваются факторы, влияющие на надежность радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). РЭА претерпевает множество механических влияний, которые оказывают воздействие на ее работу. Вибрационные и ударные нагрузки принадлежат к причинам особо проявляющимся. В результате воздействия вибрации и ударов на РЭА появляются следующие проблемы: развинчивание крепежных элементов, усталость металла и нарушение несущих строений, повреждение электромонтажных соединений и различных установочных элементов, отклонение выходных величин РЭА от необходимых, расслаивание листа печатных плат.

Для того чтобы уменьшить частоту отказов РЭА, которая эксплуатируется в условиях завышенных вибраций, проводят ряд действий. В их число входят: применение материалов и радиоэлементов, удовлетворяющих условиям использования, следование технологии изготовления РЭА и ее совершенствование. Устранить вибрацию полностью невозможно, но необходимо ослабить ее воздействие на изделие. Сделать это можно, применяя следующие меры: ужесточить конструкцию заливкой, вакуумированной герметизацией, применить antivибрационные устройства, амортизирующие прокладки из поролона и резины. Правильное закрепление элементов в изделии является основным правилом, придерживаясь которого можно ослабить вибрационное воздействие.

В технике, которая сконструирована без нарушений, собственная частота колебаний не должна располагаться в спектре частот внешних воздействий. Расчет производится лишь для нижних значений собственных частот колебаний, например, когда низшее значение частоты находится в диапазоне внешних воздействий, конструкцию изделия перерабатывают. Доработка производится путем ужесточения конструкции изделия либо амортизирования, тем самым происходит выход из диапазона частот внешних воздействий.

При математических просчетах сложный элемент составных частей РЭА замещают упрощенной моделью в виде пластины, мембраны, стержня, балки. Задачи динамического просчета пластин на вибрационные и ударные воздействия в математическом отношении очень сложны, поэтому используются точные (аналитические), численные и приближенные методы расчета. В основном применяются приближенные и численные методы расчета, потому что точные аналитические решения уравнений колебаний пластин могут быть получены только в случае их упрощения.

Ликвидирование неблагоприятных резонансных колебаний за счет сдвига собственной частоты колебаний за верхнюю границу спектра возмущающих вибраций является главным способом увеличения устойчивости конструкции, преподнесенной в виде пластин. Добиться этого можно следующими методами: увеличение толщины и правильный выбор материала, подбор устойчивых опорных закреплений, изменение геометрии пластины, применение ребер жесткости.



## **СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛЕЙ СРЕДСТВАМИ САПР**

А.Р. Дороднов

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

Программы для создания 3D моделей разнообразны, но не существует такой, которая универсальна во всем, каждая специализируется на чем-то своем. Необходимо решить, какую модель необходимо создать? Какую ОС предпочитает пользователь? Может ли себе позволить платную программу или обойдется бесплатной? Все зависит от того, какого результата хочет добиться пользователь.

Каждая программа обладает своим потенциалом. Например, можно сравнить две программы, обе бесплатны и выложены в свободный доступ, это Tinkercad и Blender. Но Tinkercad имеет очень простой интерфейс, с которым может справиться любой пользователь, впервые пользующийся этой программой, в то время как Blender довольно сложен и необходимо потратить некоторое количество времени для его изучения, чтобы чувствовать себя, уверенно пользуясь ей. Но в Tinkercad нельзя создать ничего сложного, а в Blender заложен очень большой потенциал, там можно не только создать 3D модель, но и проанимировать ее, визуализировать и т.д. Если хорошо изучить Blender, то можно добиться больших успехов в 3D моделировании.

Для построения 3D моделей используют различные подходы. Например такие, как твердотельное моделирование, цифровой скульптинг, полигональное моделирование и параметрическое моделирование.

Твердотельное моделирование. Основано на объединении или вычитании простых геометрических фигур. Можно сказать, что это конструктор, только в цифровом формате. Наиболее подходящей для этого способа моделирования является программа Tinkercad. Этот способ очень прост в использовании, но сильно ограничивает свободу проектирования.

Цифровой скульптинг. Процесс представляет собой «лепку» 3d модели из куска материала. Этот способ отлично подойдет для моделирования различных животных, людей и т.д. Но так как модели получают геометрически неточными, этот способ плохо подойдет для моделирования механизмов, машин и везде, где нужна высокая точность. Наиболее подходящими для этого способа моделирования являются программы ZBrush, Sculpris, MudBox.

Полигональное моделирование. Поверхность объекта состоит из полигональной сетки. Модель создается с помощью изменения координат точек граней. Недостатком является сложность моделирования, если объект представляет из себя сложную форму. Ярчайшим примером программы для данного способа является Blender.

Параметрическое моделирование. Самый популярный способ моделирования, при котором могут задаваться различные параметры, такие как размер, вид материалов и т.д. Помимо визуального моделирования, записывается весь процесс создания модели. Редактор, как правило имеет два окна, в одном модель отображается в 3D формате, в другом - командами. Программы этой группы отлично подойдут для проектирования точных деталей, механизмов, объектов математического искусства. Наиболее подходящей для этого способа моделирования является программа SolidWorks.

# **МНОГОПОТОЧНЫЕ АЛГОРИТМЫ ПОИСКА ДАННЫХ, ОСНОВАННЫЕ НА ТЕХНОЛОГИИ CUDA**

Т.А. Пюрова

Научный руководитель – Скворцов С.В., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается ряд проблемных вопросов по разработке многопоточных приложений поиска данных на платформе CUDA. Особенность написания подобных программных модулей заключается в архитектуре графических процессоров[2,3], а именно в организации доступа к инструкциям и управлении памятью. Работу любого приложения, созданного по технологии CUDA, можно описать по следующей схеме[1,3]:

- 1) получить данные для расчетов и скопировать их в память GPU;
- 2) произвести вычисления в GPU через функцию ядра;
- 3) скопировать полученные данные из памяти GPU в ОЗУ;
- 4) посмотреть результаты и высвободить используемые ресурсы.

В работе были разработаны многопоточные приложения поиска данных с помощью бинарного и интерполяционного поисков. Данные алгоритмы работают с упорядоченными массивами. Бинарный поиск основывается на сравнении искомого элемента со средним, и при несовпадении границы поиска смещаются в сторону, удовлетворяющую критериям поиска. Интерполяционный поиск заключается в составлении подобия между значениями элементов массива и их номерами, а также сдвига границ. Главное различие данных алгоритмов поиска состоит в том, что при бинарном поиске область поиска делится на равные части, а при интерполяционном – на разные.

Идея распараллеливания бинарного и интерполяционного поисков заключается в определении опорного элемента, разделяющего массив чисел на части, в которых можно одновременно производить поиск[1,2]. Технологически массив разбивается на блоки, в каждый из которых размещается часть массива, и поиск в нем осуществляется независимо от других таких частей средствами графического ускорителя.

Для анализа эффективности разработанных приложений был произведен ряд экспериментов с разными искомыми данными (размерами массива). Рассматривались последовательная и параллельная версии алгоритмов поиска, по результатам работы которых были сделаны следующие выводы: использование технологии позволяет увеличить скорость работы прикладным программ, с увеличением размера массива происходит сокращение времени поиска элемента по сравнению с последовательной версией.

## *Библиографический список*

1. Лунин Д.В., Скворцов С.В. Разработка параллельного генетического алгоритма для решения задачи коммивояжера на платформе CUDA // Системы управления и информационные технологии. - 2015. – Т. 60. - № 2. - С. 50-55.
2. Скворцов С.В., Пюрова Т.А. Параллельные алгоритмы сортировки данных и их реализация на платформе CUDA // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. - 2016. - № 58. - С. 42-48.
3. Скворцов С.В. Алгоритм планирования параллельных вычислений в многоядерных процессорах // Радиотехника. - 2016. - № 8. - С. 153-159.

# **ОПТИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ПОКОЛЕНИЙ И ОСОБЕЙ В ПОПУЛЯЦИИ ПРИ ВАРЬИРУЮЩИХСЯ ЗНАЧЕНИЯХ ПАРАМЕТРА МУТАЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА НА ХРОМОСОМАХ МАЛОЙ ДЛИНЫ**

Е.Н. Сапрыкина, К.Д. Акинина

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н., канд. техн. наук, доцент

Одним из наиболее эффективных эволюционных алгоритмов является генетический алгоритм. Условиями быстроедействия и сходимости данного алгоритма является грамотный выбор начальных параметров, таких как число поколений, особей в популяции и вероятности мутации.

В докладе рассматривается двухступенчатый метод подбора оптимального числа поколений и особей в популяции при варьирующихся значениях параметра мутации генетического алгоритма на хромосомах малой длины.

Поиск оптимальных значений начальных параметров основывался на задаче поиска глобального экстремума простых трехэкстремальных функций с использованием хромосом с ограниченной длиной (до 8 бит).

На первом этапе разработанного метода авторами исследовалась взаимосвязь между размером популяции генетического алгоритма и числом его поколений, при которых значения его функции полезности увеличивались. На втором этапе полученные параметры исследовались под влиянием варьирующихся значений параметра мутации.

Для каждого этапа была проведена серия экспериментов. На первом этапе мутация являлась постоянной величиной, в то время как число поколений менялось от 5 до 40. Число особей в популяции изменялось в каждой серии экспериментов от 2 до 16. Каждый отдельно взятый набор значений участвовал в эксперименте 10 раз. Таким образом, для первого этапа разработанного метода было проведено 160 экспериментов.

На втором этапе осуществлялся поиск оптимального значения параметра мутации при квазиоптимальных параметрах числа поколений и особей, полученных на первом этапе. Параметр мутации варьировался от 1% до 25%. На данном этапе было проведено 80 экспериментов.

Проведенные эксперименты показали, что при использовании генетического алгоритма с хромосомами малой длины число особей должно быть не меньше 8. Оптимальным значением является число особей в промежутке от 8 до 16. Число поколений для достижения окрестности глобального экстремума должно быть не меньше 40. Наиболее эффективным значением вероятности мутации является диапазон от 5% до 10%. Работа алгоритма с параметрами, отличными от указанных выше, может привести к нестабильному поведению и отсутствию сходимости генетического алгоритма.

Относительно низкая или слишком высокая вероятность мутации сводит генетический алгоритм к простому варианту случайного поиска, тем самым делая его применение нерациональным. Авторами было отмечено, что отклонение функции приспособленности в пределах 5% является допустимым, однако для некоторых задач оптимизации такое отклонения является критичным. На основе полученных данных можно сделать вывод о том, что рациональный подбор начальных параметров генетического алгоритма в большинстве случаев гарантирует его эффективность.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ WEB-СЕРВИСОВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДОСТУПА К РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ИНФОРМАЦИОННЫМ РЕСУРСАМ**

И.В. Солотенков

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

На сегодняшний день большинство проводимых конференций используют web-технологии. Почти каждая конференция помимо собственного сайта также имеет web-сервисы, решающие вопросы с информационным обеспечением конференций. Существуют web-сервисы, позволяющие рассылать приглашения, показывать презентацию и совместно работать над документами и приложениями, записывать и воспроизводить ход встречи [1].

Одной из задач информационной поддержки конференций является задача получения и систематизации статей, тезисов и публикаций. Большинство конференций решает эту задачу с помощью сайта, на котором пользователю приходится дублировать информацию, которая уже отражена в публикации, например: название, ФИО автора, учебное заведение, аннотация на русском и английском языке, ключевые слова и т.д. [2].

Структура публикаций определяется требованиями к оформлению, которые различны и зависят от организаторов конференции. Так как структура публикации из-за этого имеет различное содержание дальнейшая автоматическая обработка информации из этих публикаций затруднена.

Решением этих проблем является использование единого web-сервиса, который будет позволять автоматически извлекать нужную информацию из публикаций, ее систематизировать, а также иметь набор шаблонов типовых структур публикаций, что будет позволять унифицировать публикуемые тезисы и статьи.

Каждая конференция может иметь собственный сайт с возможностью обращения к web-сервису. В таком случае примерная процедура загрузки публикации имеет следующий вид: пользователь заходит на сайт и ему необходимо зарегистрироваться, затем производится загрузка своей публикации, web-сервис обрабатывает ее и выводит пользователю форму с распознанной информацией, где пользователь может проверить распознанные данные, указать дополнительные сведения, а также увидеть, какой шаблон типовой структуры был выбран для распознавания. В случае если шаблон типовой структуры не был найден, пользователю будет предложено создать шаблон вручную. Взаимодействие пользователя по такому алгоритму занимает гораздо меньше времени, чем ввод дублирующихся данных вручную, а также позволяет структурировать и автоматически обрабатывать полученную информацию.

## *Библиографический список*

1. Филиппов В., Информационные взаимодействия и Web-сервисы, Ленанд, 2009г.
2. Солотенков И.В., Бакулев А.В. Исследование технологий web-сервисов для организации автоматизированного доступа к распределенным информационным ресурсам. Информационные технологии, межвузовский сборник научных трудов. – Рязань: РГРТУ, 2016. С. 147-150.

## **ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СМО М/М/1**

А.М. Фам

Научный руководитель – Шибанов А.П., д-р техн. наук, профессор

В банке или в магазине, кафе и т.д. мы можем видеть клиентов, стоящих в очереди и ожидающие обслуживания. Это простой пример системы массового обслуживания (СМО). Для изучения СМО и из полученных результатов приводятся оценки работоспособности системы, для чего нам необходимо моделировать систему.

Система состоит из множества взаимосвязанных элементов, объединенных для выполнения определенной функции. И модель представляет собой абстрактное описание системы. Для построения имитационной модели сначала надо определить цели разработки модели, на этой основе устанавливаются границы и уровень детализации модели. Модель составляется в соответствии с критериями эффективности и альтернативными решениями. После получения рекомендаций можно приступить к реализации результатов. С помощью имитационного моделирования могут строиться как агрегированные, так и детализированные модели[1].

Самая известная модель СМО является типом М/М/1. Это система с одним устройством обслуживания, где буква М означает марковские процессы распределения времени поступления и обслуживания. Время между поступлениями в систему требований и время обслуживания имеют экспоненциальные распределения.

При моделировании СМО необходимо описать их характеристики: входящий и выходящий потоки требований, которые поступают на устройство обслуживания; дисциплину постановки требований в очередь и выбор из нее; правило, по которому осуществляется обслуживание.

В докладе рассматривается разработка приложения, цель которого заключается в создании программы, моделирующей СМО М/М/1. В программе содержатся узлы и дуги, которые предназначены для разных функций. Узел CREATE используется для генерирования компоненты и потом направляет их в систему. Узел QUEUE, как очередь, предназначен для определения места расположения поступающих компонентов в очереди по статусу обслуживания. Если устройство обслуживания занято, компонент ожидает в узле до того момента, когда начнется его обслуживание. Если устройство не занято, компонент сразу обслуживается. После освобождения обслуживающего устройства компонент автоматически извлекается из очереди и инициируется следующее обслуживание. Для моделирования действий используются дуги. А для задания числа компонентов, по окончании обработки которых завершается имитационный прогон, и для уничтожения или вывода компонентов используется узел TERMINATE. Каждые узлы и дуги имеют свои переменные.

После моделирования нам надо получить следующие параметры: среднюю длину очереди; максимальную длину очереди; число входов заявок; число нулевых входов; среднее время пребывания в очереди; среднее время пребывания в очереди с учетом нулевых входов; диаграммы времени пребывания в очереди и текущей длины очереди.

### *Библиографический список*

1. Прицкер А. Введение в имитационное моделирование и язык СЛАМ II: Пер. с англ. - М.: Мир, 1987. - 646 с.

## **РАЗРАБОТКА УНИФИЦИРОВАННОЙ СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ОКОННОГО ИНТЕРФЕЙСА**

Д.Р. Ичко

научный руководитель – Корячко В.П., д-р техн. наук, профессор

При составлении нормировки трудозатрат по тем или иным работам в любой сфере производственной деятельности возникает необходимость поиска справочных данных. Как правило, такая информация хранится в табличной форме, а ручная работа по поиску и сортировке нужных данных сама по себе трудозатрата и является рутинным процессом[1].

Разработка справочной системы нормирования для автоматизации такой деятельности снизит трудозатраты и ускорит ее выполнение. Система должна быть унифицированной, что подразумевает наличие метода формализации описания содержимого справочников нормирования. Такая формализация достигается с помощью системы кортежей информации, содержащейся в картах справочников общемашиностроительных и отраслевых нормативов, имеющих табличный вид [1].

Система предоставляет эргономичный пользовательский интерфейс. Она позволяет импортировать данные из справочников, хранить данные в локальной базе данных для обращения к ним по запросу пользователя, производить поиск по заданным критериям. На основе импортированных данных система позволяет производить расчет трудозатрат по любым типам работ, заложенным в справочнике.

1. Миловзоров О.В., Паршин А.Н., Челебаев С.В., Агузаров А.В. «Метод структуризации данных для адаптивных справочных систем // Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании: материалы XIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов – Рязанский государственный радиотехнический университет. 2014. с.205-207.

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

А.В. Перов

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

Рассматривается применение параллельного программирования в программах для расчета конструкций электронных средств. Данный подход в программировании применяется для увеличения степени параллелизма в программе, что позволяет выполнять отдельные участки кода одновременно. Данный подход порой значительно усложняет реализацию, однако за счет него возможно существенное увеличение производительности программы.

Существует несколько способов реализации параллельного вычисления:

- 1) реализация в виде процесса операционной системы;
- 2) реализация в виде набора потоков одного процесса.

При использовании реализации в виде процесса операционной системы, программист обладает большими возможностями, однако данная реализация отличается большими накладными расходами при переключении контекста процесса.

В случае реализации в виде набора потоков программист не имеет доступа к некоторым полезным средствам операционной системы, но он получает возможность создания большого количества параллельно-выполняемых участков кода, доступ к общей для всех потоков разделяемой памяти процесса, а также удобному программному интерфейсу, реализованному практически во всех языках программирования.

В качестве демонстрации применения параллельного программирования были рассмотрены примеры модификации алгоритмов целочисленного программирования, таких как метод ветвей и границ и метод динамического программирования, приведена статистика по времени и требуемой памяти до и после увеличения степени параллелизма выполнения кода, а также описана проблематика применения рассматриваемого подхода в конкретных случаях.

## **ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА КОМПОНОВКИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

А.В. Вялов

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

Рассматривается задача получения усовершенствованного алгоритма компоновки цепей, основанного на базе имеющихся алгоритмов компоновки. Для достижения поставленной задачи ведётся разработка программного обеспечения, способного имитировать работу алгоритмов и демонстрировать результаты их работы. С помощью разработанного программного обеспечения предоставляется возможность на практике проверить эффективность тех или иных алгоритмов компоновки на основе статистических данных из полученных результатов, а также на основании статистики разработать более совершенный алгоритм.

В докладе приводится анализ реализации программного обеспечения, примеры его работы и перспективы использования. Помимо этого, приводится обзор и анализ существующих алгоритмов компоновки, анализ запрограммированного на данный момент алгоритма и перспективы его усовершенствования. Конечной целью работы является сравнение уже имеющихся алгоритмов с усовершенствованным по степени оптимизации.

На стадии проектирования конструктор сталкивается с задачами, связанными с компоновкой элементов схемы в модули, которые, в свою очередь, формируются в ячейки, ячейки - в панели и так далее. В общем случае, данные задачи тесно связаны между собой, а их решение предоставляет возможность в значительной степени сократить трудоёмкость и затраты рассматриваемого этапа в САПР. Как правило, сама задача компоновки рассматривается в виде процесса принятия решений либо в условиях неопределённости, либо в определённых условиях. В результате элементы схемы формируются в блоки *i*-го уровня, которые, в свою очередь, поме-

щаются в блоки  $i + 1$  уровня и далее. Такое формирование происходит в соответствии с выбранными критериями.

В обзоре существующих алгоритмов компоновки будут рассматриваться следующие категории:

- 1) точные алгоритмы;
- 2) приближённые;
- 3) эвристические:
  - а) последовательные;
  - б) последовательно-итерационные;
  - в) итерационные.

В настоящее время широкое применение нашли приближённые алгоритмы компоновки (их итерационные, последовательные и смешанные разновидности). Последовательные алгоритмы работают по следующему принципу: по некоторому условию выбирается вершина графа, после этого производится последовательный перебор и выбор нераспределённых вершин с последующим присоединением их к формируемой части графа. После образования первой части переходят ко второму и так далее до получения желаемого разделения исходного графа. Итерационные алгоритмы осуществляют произвольное распределение графа на блоки; сам же процесс оптимизации заключается в осуществлении парных или групповых перестановок вершин графа из разных частей. Перераспределение вершин графа заканчивается по мере достижения локального экстремума целевой функции, отвечающего поставленным требованиям. Смешанные алгоритмы отличаются совмещением принципов работы предыдущих двух: начальное распределение на блоки осуществляется последовательным способом, а последующая оптимизация производится посредством применения итерационного алгоритма над всеми частями графа [1].

Как показывает практика, наилучшие результаты позволяют получить итерационные алгоритмы, но, как правило, они являются достаточно сложными и требуют значительных ресурсов ЭВМ. В свою очередь, последовательные алгоритмы более просты в реализации, производительность данных алгоритмов выше, но при этом они предоставляют возможность получить менее точные результаты в сравнении с итерационными. В докладе рассматривается реализация последовательного алгоритма, который совмещал бы в себе основные преимущества различных подходов – высокую производительность и наиболее приемлемые результаты.

1. Горин В.С. Повышение эффективности последовательных алгоритмов компоновки // Вестник РГРТУ. № 54. – Рязань, 2015. С. 104-108.

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА СИТУАЦИОННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СЦЕН**

М.И. Еремин

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

Ситуационное моделирование — один из способов, для создания моделей, с помощью которых можно описывать процессы так, как они прохо-



дили бы в реальном мире. Полученную модель можно многократно воспроизводить как для единичного испытания, так и для необходимого множества. При этом результаты моделирования будут определяться случайным характером процессов. Полученные данные пригодны для дальнейшего статистического анализа [1].

Ситуационное моделирование имеет широкую область применения в таких областях как бизнес-процессы, боевые действия, дорожное движение, ИТ-инфраструктура, производство, информационная безопасность и т.д. [2].

Опыт и навыки, полученные в результате прохождения обучения с использованием ситуационных обучающих сцен, позволяют предвидеть различные варианты развития ситуаций и, как следствие, значительно снизить возникновение внештатных ситуаций [3-5].

Графический редактор дает возможность создавать, изменять и удалять обучающие сцены и использовать наборы шаблонов, позволяющих за короткий промежуток времени создавать наиболее часто встречающиеся ситуации. Большинство обучающих программ основываются на использовании изображений (иллюстраций) и текстового описания к ним. Использование трехмерного пространства позволяет рассматривать сцену обучаемым с различных положений и тем самым погружая обучаемого внутрь изучаемого процесса или явления. Добавление временной оси позволяет рассматривать динамику явления во времени.

На основе математической модели, заложенной в комплекс, рассчитываются как параметры объектов, так и все методы их динамического взаимодействия. Система визуализации помогает воспроизвести полученную модель в режиме реального времени с помощью рассчитанных параметров. Подобный режим работы предполагает довольно жесткие требования к системам визуализации, работающим в составе вычислительно-имитационного комплекса. При этом особое значение имеет хорошее качество визуализации виртуальной модели и окружающих объектов, а также работа системы в реальном времени [6].

Графический редактор ситуационных обучающих сцен это современный метод обучения, позволяющий производить быстрое ситуационное моделирование за счет использования динамически взаимодействующих объектов, готовых шаблонов ситуаций и возможности их изменения.

#### *Библиографический список*

1. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Имитационное\\_моделирование](https://ru.wikipedia.org/wiki/Имитационное_моделирование)
2. Пospelов Д.А, Ситуационное управление: теория и практика. М.: Наука, 1986.
3. Клыков Ю.И, Ситуационное управление большими системами. М.: Энергия, 1974.
4. Падучева Е.В, Семантические типы ситуаций и значение всегда //Семантика и информатика. — 1985. — Вып. 24. С. 96-116.
5. Козелецкий Ю, Психологическая теория решений . М. Прогресс, 1979.

6. Еремин М.И., Разработка программы графического редактора ситуационных обучающих сцен. Информационные технологии, межвузовский сборник научных трудов. – Рязань: РГРТУ, 2016. С. 40-43.

## **СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ НА БАЗЕ AVR АРХИТЕКТУРЫ**

А.В. Апрельский

Научный руководитель - Скоз Е.Ю., канд. техн. наук, доцент

Рассмотрены основные этапы разработки и программирования устройства для воспроизведения медиа файлов(в данном случае музыкальных файлов формата MP3) с внешнего носителя USB. Это устройство основано на микроконтроллере ATmega128 и декодере цифрового сигнала в аналоговый VS1011E.

Широкое распространение микроконтроллеры получили в устройствах и системах различного назначения. Одним из основных свойств микроконтроллеров является – способность решать задачи управления, регулирования и контроля, а также обработки первичной информации.

В данной работе вышеупомянутое устройство для считывания и воспроизведения медиа файлов будет монтироваться в автомобильный магнитофон, не имеющий возможности воспроизведения файлов формата MP3 с внешнего носителя.

Принцип работы данного устройства будет заключаться в следующем:

- на первом этапе нужно осуществить форматирование USB носителя объемом до 16 Gb под файловой системой FAT32;

- на втором этапе на подготовленный USB носитель записываются MP3 файлы;

- на третьем этапе USB носитель с MP3 файлами подключается к уже запрограммированному, путем среды разработки AVR Studio, готовому устройству;

- на четвертом этапе микроконтроллер ATmega128 обрабатывает полученную с USB носителя цифровую информацию и передаёт её в виде цифровых сигналов на декодер VS1011E, который, в свою очередь, выходной аналоговый сигнал передаёт на усилитель магнитофона и далее на внешние динамики.

Готовое устройство будет полезно для использования в автомобилях, имеющих в своей встроенной аппаратуре магнитофон, который не имеет возможности воспроизведения музыкальных файлов с внешнего носителя USB.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ С ЭЛЕМЕНТАМИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

В.В. Филимонов

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

Рассматривается одна из наиболее значимых проблем безопасности дорожного движения – освещение. По статистике за 2016 год 12% ДТП в России произошло по причине, в той или иной мере связанной с рассматриваемой нами проблемой[1]. Конечно, следует понимать, что проблема комплексная и решать ее требуется на глобальном уровне, помимо освещения на безопасность влияют: дорожное полотно, разметка, физическое и моральное состояние водителя, исправность транспортного средства и многое другое. Исследуя проблему освещения, можно отметить недостаток штатного освещения дорог, а зачастую даже его отсутствия за пределами города. В этом случае автомобилисты вынуждены полагаться только на головное освещение своего автомобиля, через которое я и предлагаю решить данную проблему.

Проанализировав существующие решения, было выявлено, что в бюджетном классе автомобилей, наиболее часто применяется замена галогенных ламп на ксеноновые или светодиодные. Несмотря на высокую стоимость светодиодных конструкций, в долгосрочной перспективе они экономят водителю гораздо больше денег, чем другие варианты.

В премиум сегменте применяются более сложные технологические решения, такие как система автоматического управления светом.

Одно из моих предложений заключается в создании собственного конструктивного решения на базе лампы Н4 с цоколем Е39, его особенностью будет наличие стабилизатора тока, что делает лампу универсальной и дает возможность для подстройки уровня света под конкретный автомобиль в соответствии с ГОСТ Р 41.1-99[2].

Вторым решением является универсальная система автоматического управления светом для бюджетных авто, которая позволит водителю лучше сосредоточиться на управлении транспортным средством и избежать дополнительной утомленности. Принцип работы системы будет заключаться в автоматическом переключении дальнего света фар на ближний при приближении встречного автомобиля, а затем снова включении дальнего света. Это позволит водителю на протяжении всего пути иметь максимально допустимое освещение.

Вернувшись к статистике, стоит отметить, что 42% всего населения нашей страны являются автовладельцами и это количество увеличивается в среднем на 2% за год. По сведениям из различных источников 50-65% владеют Российскими автомобилями[1], что доказывает актуальность проблемы именно для бюджетного сегмента.

### *Библиографический список*

1. <http://news.drom.ru/13834.html>
2. Государственный стандарт РФ ГОСТР 41.1-99 (Правила ЕЭК ООН N 1) "Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения автомобильных фар, дающих асимметричный луч ближнего и (или) дальнего света и оснащенных лампами накаливания категории R\_2 и (или) HS1" (принят и введен в действие постановлением Госстандарта РФ от 26 мая 1999 г. N 184).

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОСТРОЕНИЯ ОНТОЛОГИЙ КОНСТРУИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ**

В.А. Журавлев

Научный руководитель – Орешков В.И., канд. техн. наук, доцент

Рассматривается основная проблематика выбранного направления. Присутствует часть с описанием исторической эволюции термина «онтология» с начала XVIIго до конца XXго века, когда термин уже окончательно стал значиться как технический. Помимо этого, были рассмотрены все теоретические основы построения онтологий, описаны все составные части возможных систем. Также была приведена их классификация по различным критериям оценки.

Особый упор был сделан на анализ решений, уже имеющихсся на рынке. Были рассмотрены самые первые варианты прикладного ПО в данной области, такие как Ontolingua, разработанная в середине 90х годов XXго века в лаборатории KSL (Knowledge Systems Laboratory) Стендфордского университета. Была описана суть работы данного программного обеспечения, а также затронут вопрос о его современном состоянии.

Помимо этого, ПО был также рассмотрен его аналог Protégé. Данный продукт в своем нынешнем виде продолжает не только выполнять свои функции, но и стабильно обновляться. Еще в 2014м году было проведено Beta-тестирование версии 5.0, а на данный момент с официального сайта можно скачать уже версию 5.2. Protégé является локальным и свободно распространяемым Java-продуктом. Разработан был он также в стенах Стендфордского университета, однако изначально служил лишь нуждам кафедры медицинской информатики. Как и свой конкурент, Protégé предназначена для построения онтологий прикладной области, а ее первоначальная цель – помочь разработчикам ПО в создании и поддержке моделей предметной области и последующего включения данных моделей уже в программный код.

В заключении были описаны принципы создания программы построения онтологий собственного производства и уделено внимание проблемам, с которыми приходится сталкиваться, работая в данном направлении. Был сделан вывод о перспективности рассматриваемой области, которая с середины 90х годов продолжает непрерывно развиваться и пополнять рынок программного обеспечения все новыми продуктами, осуществляющими построение, создание, редактирование и просмотр онтологических схем.

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ, ПОСТУПАЮЩЕЙ С ЛАЗЕРНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ЛИДАР

Д.А. Колчаев

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

Лидар — технология получения и обработки информации об удалённых объектах с помощью активных оптических систем, использующих явления отражения света и его рассеяния в прозрачных и полупрозрачных средах [1]. Лазерный локатор представляет собой моностатическую оптическую систему, т.е. систему с совмещённым источником и приёмником излучения (передатчик и приёмник излучения устанавливаются на едином поворотном устройстве, которое осуществляет развертку лазерного луча в плоскости сканирования) [2]. Развертка лазерного луча в лазерном сканере обычно осуществляется с помощью механического устройства. Для создания развертки по нескольким осям применяется метод, при котором комбинируется механическое устройство (качающееся зеркало) и акустооптический дефлектор [2].

Выходными данными от лидар является матрица наклонных дальностей  $M$ , имеющая размеры  $m \times n$ , где  $m$  и  $n$  – количество измерений по горизонтали и по вертикали соответственно. Элемент  $M(i, j)$  – расстояние до объекта на пересечении  $i$ -ого столбца и  $j$ -ой строки. Преобразуя значения из матрицы  $M$  в диапазон значений от 0 до 255, можно получить изображение, на котором яркость пикселя будет соответствовать приближительному расстоянию до объекта, умноженному на коэффициент  $k$ , где  $k$  – коэффициент преобразования из матрицы  $M$  в изображение.

Так как существуют объекты, от которых излученный от лазера импульс может, не отразится или мощность принятого отраженного сигнала будет меньше порогового значения приемника, то существуют такие элементы матрицы  $M$ , для которых значение дальности неопределенны и равны -1. В результате на полученном изображении будут участки, имеющие граничное значение яркости (0 или 255), которые будут явно выделяться на общем фоне изображения и усложнять восприятие информации человеком. Для устранения таких участков можно воспользоваться методами улучшения изображения [3], в частности пространственной медианной фильтрацией. Использование такого подхода, позволяет сгладить яркостную составляющую в отдельных областях, имеющих небольшую площадь в пикселях, и тем самым устранить участки, имеющие неопределенное значение расстояния.

Рассмотренный метод позволяет визуализировать изображение от лазерного локатора в реальном времени, выводя информацию от лидара в виде изображения, как от черно-белой видеокамеры. Существует возможность преобразовывать матрицу  $M$  в цветные изображения, в таком случае диапазон дальностей разбивается на соответствующие цветовые компоненты. Полученное цветное изображение содержит более точную информацию о расстоянии до объекта. Над полученным цветным изображением аналогично можно использовать методы улучшения.

### Библиографический список

1. Лидар [Электронный ресурс] // URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Лидар>

2. Колчаев Д.А., Борезнко А.Е. Моделирование изображения от лазерного локатора по цифровой карте местности. Информационные технологии, межвузовский сборник научных трудов. – Рязань: РГРТУ, 2016. С. 74-77.

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

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МОБИЛЬНОГО АППАРАТА ЛАЗЕРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ КРОВИ**

И.С. Пивоварова

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

В использовании лазеров в медицине отчетливо прослеживаются 3 основных направления:

- лазерная хирургия;
- лазерная терапия;
- лазерная диагностика.

В работе речь пойдет о лазерной терапии, а конкретно о внутривенном облучении крови. Универсальность и эффективность этого метода лечения заключается в том, что его можно применять как самостоятельно, так и в комплексе с другими методами лечения. Лазер используется для внутривенного облучения эритроцитов крови на микроциркулярном уровне, на длине волны 0,63...0,65 мкм с высокой когерентностью. Указанный размер длины волны обеспечивает мощность излучения 2,7...3 мВт, что удовлетворяет предполагаемым результатам работы лазера.

Одной из основополагающих задач является достижение стабилизации мощности излучения, что в уже существующих аппаратах отсутствует. Основой устройства стабилизации является пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор (ПИД-регулятор) – это устройство в управляющем контуре с обратной связью. ПИД-регулятор формирует управляющий сигнал, который является суммой трёх слагаемых: первое слагаемое пропорционально входному сигналу, второе - интеграл входного сигнала, третье - производная входного сигнала[1].

Коэффициенты усиления ПИД-регулятора подбираются экспериментальным путем, до тех пор, пока не добьемся приемлемой погрешности регулирования.

Еще одной целью или особенностью разрабатываемого аппарата лазерного облучения крови является его мобильность. Это будет обеспечено использованием феррорезонансного трансформатора, который является стабилизатором напряжения и может работать в трех режимах: режим кондиционера питания, работа от сети, работа от батареи.

Благодаря использованию устройства стабилизации мощности лазерного излучения в составе He-Ne лазера удастся добиться относительной нестабильности мощности менее 1%.

1. Феррорезонансный ИБП <http://www.at-systems.ru/library/book/chap5.shtml>.

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА МЕТОДОМ ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ НА ОСНОВЕ МНОГОПОТОЧНОГО АЛГОРИТМА**

Г.А. Попов

Научный руководитель – Скворцов С.В. , д-р техн. наук, профессор

Рассматривается программная реализация метода ветвей и границ для решения задачи коммивояжера. Данная задача заключается в отыскании самого выгодного маршрута, проходящего через указанные города хотя бы по одному разу с последующим возвратом в исходный город. Математически она определяется как нахождение гамильтонова цикла минимального веса на взвешенном графе.

В данный момент распараллеливание возможно даже на базе персональных ЭВМ, которые являются дешевыми и повсеместно распространенными. Для этого могут использоваться два подхода к построению многопоточных программ - на многоядерном процессоре и на графическом ускорителе.

Метод ветвей и границ плохо поддается распараллеливанию, что обусловлено непредсказуемостью его поведения во время построения дерева поиска решений. Поэтому были предприняты попытки распараллелить алгоритм несколькими способами, для каждого из которых возникли определенные сложности. Полученные результаты можно представить в виде следующих выводов.

Единственный способ, дающий постоянный выигрыш, это параллельное вычисление оценок целевой функции для двух новых вершин дерева поиска, получаемых при его ветвлении (разбиение множества решений на два подмножества). Данные вычисления можно выполнять параллельно в отдельных потоках, никак не беспокоясь о синхронизации.

При экспериментальном исследовании данного способа распараллеливания метода ветвей и границ было установлено, что для количества вершин 50 и более можно получить значительный выигрыш во времени (в полтора раза). Если увеличить размерность задачи, то ускорение также растет, в частности для 60 вершин достигает двух раз.

## **МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕЕЙ ДЛЯ СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ**

С.А. Соловьев

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

Человеку необходима энергия, причем потребность в ней с каждым годом увеличивается. В то же время запасы природных источников, таких как нефть и газ конечны, добывать их становится всё трудней, а стоимость добычи увеличивается. В связи с этим во всем мире все шире используют альтернативные источники и в первую очередь солнце.

Преимущество солнечной энергии заключается в том, что она практически безгранична и неиссякаема, ее легко преобразовать в другие виды. Этот вид энергии экологичен и его можно получить в любой точке земного шара.

Солнечные преобразователи известны давно. Они широко распространены в мире, особенно в южных широтах. В северных широтах, где расположена большая часть нашей страны, КПД солнечных батарей существенно ниже, и он очень сильно зависит от положения панели по отношению к солнцу, поэтому для повышения эффективности функционирования солнечной батареи необходима система ее ориентации относительно положения солнца.

Существуют два основных типа поворотных механизмов для ориентации солнечных модулей: одноосевой и двухосевой[1].

Одноосевой реализует поворот солнечного модуля вокруг единственной центральной оси, что довольно удобно для электростанций большого масштаба. Двухосевые механизмы позволяют более гибко отслеживать положение солнца, контролируя как азимутальный, так и угол склонения солнца над горизонтом.

В докладе предлагается модуль ориентации солнечной батареи, датчик угла поворота которого реализован на основе четырех фотодатчиков[2], направляющей и двух реверсивных двигателей с редуктором.

Конструкция проста, эффективна и имеет четыре режима работы.

Первый режим включается в том случае, когда на все четыре фотодатчика попадает солнечный свет. Это идеальное рабочее положение, при котором сбор энергии наиболее эффективен и благоприятен.

Второй режим соответствует случаю, когда один, два или три фотодатчика находятся в тени от направляющей. В этом случае начинают работать двигатели, которые отработывают положение солнца как по высоте, так и по азимуту до тех пор, пока все датчики света не выйдут из тени.

Третий режим - режим ожидания. Он включается в том случае, если на все датчики света не попадают солнечные лучи. Например, если солнце скрылось за тучами, модуль будет в режиме ожидания до тех пор, пока хотя бы один из датчиков не «поймает» солнечное излучение.

И четвёртый режим – возврат панели в исходную точку, в сторону восхода солнца, откуда панель начинает работу каждый новый день.

Таким образом, предложенное решение повышает точность постановки панели в перпендикулярное положение по отношению к солнцу и увеличивает общий КПД батареи.



### Библиографический список

1. Анализ конструкций <http://www.techsolid.ru/soliev-1004-1.html>
2. Фотодатчики и их применение <http://elektrik.info/main/praktika/600-fotodatchiki-i-ih-primenenie.html>

## **ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ НА БАЗЕ AVR АРХИТЕКТУРЫ**

И.А. Полилов

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

Проектировали прошивку и программу для управления микроконтроллером atmega8 на базе чипа AVR. На практике это устройство будет использоваться для управления сигнализацией. Работа устройства осуществляется по RDP(Remote Desktop Protocol) протоколу через сервер, подключенный к сигнализации через USB шину.

Прием и передача данных от микроконтроллера к серверу осуществляется через UART - универсальный асинхронный приёмопередатчик (англ. *Universal Asynchronous Receiver-Transmitter, UART*). Это узел, состоящий из группы вычислительных устройств, предназначенных для обеспечения связи с различными цифровыми устройствами. Он преобразует поступающие на него данные в определенного вида последовательность, для возможности их передачи по одинарной физической цифровой линии любому поддерживаемому устройству.

Для управления микроконтроллером через ПК был использован переходник FT232 USB UART, а написание микропрограммы(прошивки) было осуществлено средствами среды разработки CodeVisionAVR.

В свойствах прошивки были заданы параметры микроконтроллера atmega8, его частота и функции приемника и передатчика.

Принцип работы алгоритма следующий: функция F постоянно проверяет, не появились ли новые данные. После того как данные были приняты — они записываются в переменную X. Если на вход поступила единица, то микроконтроллером посылается сигнал для включения сигнализации, если 0, то посылается сигнал для ее выключения.

Программа управления микроконтроллером была написана на языке C# в среде Microsoft Visual Studio.

Для передачи данных от клиента к серверу был выбран протокол RDP из-за доступности и простоты его использования.

Авторизация реализована посредством удаленного рабочего стола и осуществляется ввод IP адреса, логина и пароля от учетной записи на сервере, через интернет или локальную беспроводную сеть. Управление микроконтроллером с мобильных устройств производится через программу Microsoft Remote Desktop.

Итогом работы стало конструирование спроектированного устройства на базе микроконтроллера atmega8 для удаленного включения и отключения сигнализации со смартфона или планшета.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «РЕЭКСПЕРТИЗА СЧЕТОВ ОМС»**

Е.В. Тишкина

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

Задачей информационной системы является автоматизация процесса медико-экономической экспертизы (экспертизы качества медицинской помощи), проводимого для установления соответствия фактических сроков оказания медицинской помощи, объема предъявленных к оплате медицинских услуг записям в учетно-отчетной документации медицинской организации.

На этапе создания функционального описания формулируются принципы, на основании которых осуществляется взаимодействие системы с внешним миром. Создание функционального описания является одним из наиболее критических этапов создания системы и определения пределов ее возможностей.

Для проектируемого программного комплекса функциональное описание будет выглядеть следующим образом:

Пользователями программного комплекса являются сотрудники уполномоченных организаций, осуществляющие контроль над проверкой счетов обязательного медицинского образования.

Взаимодействие с программой осуществляется посредством интерактивного пользовательского интерфейса, основанного на стандартном графическом интерфейсе операционных систем Windows.

Программное обеспечение должно формировать документы и обладать возможностью их отображения на экране монитора, сохранение отчетной информации в наиболее распространенные форматы и обеспечивать вывод на принтер.

Предполагаемый объем базы данных зависит от количества загружаемых реестров счетов оказанных медицинских услуг, количества медицинских организаций и справочной информации. В процессе работы программного комплекса база данных производит накопление информации, что приводит к увеличению ее объема.

Входными данными для программного комплекса являются – различная нормативно-справочная информация установленных форматов, счета, классификаторы.

Выходными данными являются печатные формы документов, отчетная документация, информация о проведенных проверках и файлы с сохраненными отчетными данными в наиболее распространенных и удобных форматах: doc, xls, xml, pdf и других.

### *Библиографический список*

1. Приказ Федерального фонда ОМС от 22 августа 2011 г. N 154 "О внесении изменений в приказ ФОМС от 07.04.2011 N 79"
2. Приказ Федерального фонда ОМС от 1 декабря 2010 г. N 230

# **ПОДАВЛЕНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ НА БАЗЕ ПЛИС**

Е.Ю. Холопов

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

На сегодняшний день обнаружение движущихся объектов является актуальной задачей при анализе и обработке изображений. Обнаружение заключается в принятии решения о наличии или отсутствии объекта в текущем изображении.

Всё многообразие методов, используемых для обнаружения, можно разделить на пространственные и временные.

Временная обработка основана на информации, заложенной в нескольких телевизионных кадрах [1].

Пространственные методы производят независимую обработку внутри отдельных телевизионных кадров с целью обнаружения на них всех объектов с заданными признаками. После происходит межкадровая обработка с использованием анализа динамики координат объектов. Эта обработка позволяет отделить подвижные объекты от неподвижных. В случае отсутствия полной информации об объекте обнаружение проводят на основе априорной информации о геометрических, яркостных, спектральных, текстурных, статистических и других признаках.

Временные методы обнаружения объектов основаны на межкадровой обработке телевизионных кадров с последующей внутрикадровой обработкой. Поскольку методы обнаружения объектов на сложном фоне при обнаружении дополнительно используют информацию, получаемую в предыдущих кадрах, эффективность таких методов, безусловно, выше, чем у пространственных методов [2].

В случае неизвестных перемещений датчика изображений нельзя предполагать наличие какой-либо связи между соответствующими точками соседних кадров. Следовательно, применение алгоритмов с временной обработкой практически невозможно, исключая случай ровного фона.

Таким образом, использование пространственно-временного подхода для обнаружения движущихся объектов требует знания пространственного соответствия между точками различных кадров. Если датчик неподвижен, то это соответствие тождественно. Если известен закон перемещения датчика изображения и трёхмерная модель наблюдаемой сцены, то мы сможем восстановить это соответствие на основании математической модели формирования изображения [1].

## *Библиографический список*

1. А.С. 1427396 СССР. Устройство для определения положения объекта на изображении / Б.А. Алпатов, А.А. Селяев, С.Ю. Хлудов. Опубли. 30.09.88. Бюл. № 36, 9 с.Э. Ньюкоммер, Веб-сервисы: XML, WSDL, SOAP и UDDI, Питер, 2003г.
2. Применение методов сегментации изображений в автономных системах обнаружения, распознавания и сопровождения движущихся целей / Под ред. П. А. Бакута // Зарубежная радиоэлектроника. – 1987. – №10. – С. 3 – 93.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАНТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ РАЗБИЕНИЯ В СИСТЕМАХ МНОЖЕСТВЕННОГО ДОСТУПА**

А.З. Нгуен

Научный руководитель – Шибанов А.П., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается алгоритм разбиения при разрешении конфликтов в среде с общим доступом.

Стоит заметить, что в последние десятилетия отмечается тенденция активного роста числа систем передачи информации, построенных на основе каналов множественного доступа, таких как радиоканалы и спутниковые каналы связи. Среди методов управления доступом большого числа абонентов к общему каналу особое место занимает алгоритм разбиения в системах множественного доступа с разрешением конфликтов.

При использовании алгоритмов разбиения множество вступивших в конфликт узлов разбивается на подмножества, причем узлы одного из них передают в следующем окне. Если конфликт не разрешился, то производится дальнейшее разбиение на подмножества. В дальнейшем при изучении этих алгоритмов мы имеем в виду модель с синхронным каналом, пуассоновским поступающим потоком, конфликтами или успешным приемом, быстрой обратной связью с сигналами 0,1,е, повторной передачей при попадании в конфликт и бесконечным числом узлов[1].

Существует три основных алгоритма разбиения:

Алгоритм разбиения с древовидной структурой.

Алгоритм разбиения с передачей в порядке поступления (ППП).

Алгоритм разбиения с передачей в обратном порядке (ПОП).

*Алгоритм разбиения с древовидной структурой* – первый алгоритм по моменту появления алгоритмов разбиения. Когда возникает конфликт, на пример в  $k$ -м окне, узлы, не участвующие в конфликте, переходят в состояние ожидания и узлы, вступившие в конфликт, разбиваются на два подмножества с использованием симметричного подбрасывания монеты. Первое подмножество узлов передает в окне  $k+1$  и, если это окно пустое или в нем была успешная передача, то второе подмножество передает в окне  $k+2$ . Противном случае, когда еще один конфликт возникает в окне  $k+1$ , первое из двух подмножеств разбивается еще раз и второе подмножество узлов ожидает разрешения этого конфликта.

Описанный порядок передачи легко организовать с помощью стека. Когда возникает конфликт, образовавшее его подмножество узлов разбивается и каждое получающееся подмножество поступает в стек; затем верхнее подмножество стека выбирается из стека и передается. Когда пакет вступает в конфликт, в счетчик записывается 0 или 1 в зависимости от того, в какое подмножество попадает пакет. Когда счетчик переходит в состояние 0, пакет передается, а если счетчик в ненулевом состоянии, его значение увеличивается на 1 после каждого конфликта и уменьшается на 1 после каждой успешной передачи или пустого окна.

Период разрешения конфликта (ПРК) заканчивается по определению в момент окончания успешной передачи или в конце пустого окна, причем когда в стеке не остается ячеек с задолженными пакетами.

В алгоритме разбиения с ППП множество вступивших в конфликт пакетов разбивается на два подмножества в порядке моментов поступления. Применяя этот подход, получаем, что каждое подмножество состоит из всех пакетов, которые поступили в течение некоторого заданного интервала времени; при возникновении конфликта этот интервал разбивается на два более коротких интервала. Передовая в первую очередь пакеты с более раннего интервала, алгоритм в итоге будет передавать успешно пакеты в порядке их поступления.

Когда возникает конфликт, например в окне  $k$ , назначенный интервал разбивается на два равных подынтервала и подынтервал первой очереди  $L$  становится назначенным интервалом для окна  $k+1$ . Когда окно пустое, то подынтервал второй очереди  $R$  содержит 2 или более пакетов и поэтому он сразу разбивается, причем интервал  $RL$  становится назначенным интервалом для окна  $k+2$ . В итоге успешные передачи происходят в окнах  $k+2$  и  $k+3$ , тогда завершая периоды разрешения конфликтов.

Алгоритм разбиения с ППП требует, чтобы все узлы постоянно следили за обратной связью канала. Разработанная модификация позволяет узлам следить за обратной связью только после того, как они получают пакет для передачи. Идея состоит в том, что пакеты в основном передаются в соответствии с дисциплиной передачи в обратном порядке (ПОП); значит, самым последним поступившим пакетам нет необходимости знать длину очереди, так как они имеют самый высокий приоритет передачи. Новые поступившие пакеты находятся в состоянии предварительного ожидания до тех пор, пока они не получают количество информации обратной связи, достаточное для обнаружения конца ПРК; затем они присоединяются к ожидающему множеству узлов. Окончание ПРК можно определить по сигналу обратной связи 1, за которым следует сигнал обратной связи 0 или 1.

В данной работе рассматривается реализация программы моделирования разрешения конфликтов в системах множественного доступа на основе древовидных алгоритмов с использованием стека.

1. Бертсекас Д., Галлагер Р. Сети передачи данных: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 544с.

## СЕКЦИЯ «ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И ОСНОВЫ РАДИОТЕХНИКИ»

### ИССЛЕДОВАНИЕ ИТЕРАТИВНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ С ПОМОЩЬЮ ОЦЕНКИ ФУНКЦИИ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ И ГРАФИКОВ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ ВНЕШНЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Е.И. Мирохин

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

Рассматривается одна из фундаментальных проблем передачи данных, а именно улучшение качества передачи данных. В настоящее время общепринятым подходом для построения систем связи является использование помехоустойчивого кодирования. Основными проблемами при разработке систем помехоустойчивого кодирования являются: получение кодов, позволяющих приблизиться к пропускной способности канала и поиск оптимальных с точки зрения эффективности и вычислительных затрат алгоритмов декодирования [1].

Одним из методов оценки эффективности системы передачи данных является оценка взаимной информации. На оценке взаимной информации основан более мощный инструмент EXIT charts (Extrinsic Information Transfer Charts), график отслеживающий взаимную информацию на каждой итерации, представляющий визуально процесс декодирования и позволяющий анализировать итеративные системы и улучшать качество приема [2].

Такие графики предсказывают поведение итеративного декодера, базируясь на симуляции отдельных составляющих декодера в системе, кодов проверки на четность и кодов повторения в случае LDPC, предполагая, как они будут взаимодействовать [3].

Для предсказания поведения кода проверки на четность при заданном отношении сигнал шум/используется формула (1), позволяющая принять решение о качестве кода:

$$I_E = \frac{1}{\log 2} \sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{2i(2i-1)} (\Phi_i(J^{-1}I_A))^{w_r-1}, \quad (1)$$

где

$$\Phi_i(x) = \int_{-1}^{+1} \frac{2t^{2i}}{(1-t^2)\sqrt{4\pi x}} \exp \frac{(\log(1+t)/(1-t) - x^2)}{4x} dt.$$

#### Библиографический список

1. Лихобабин Е.А. Введение в декодирование LDPC кодов. Классические алгоритмы и их модификации. LAP Lambert Academic Publishing. 2015.
2. Urbanke R. Efficient decoding techniques of LDPC codes. Dissertation, Wien – 2007.
3. Sarah J. Johnson Iterative Error Correction, Turbo, Low-Density Parity-Check and Repeat-Accumulate Codes: Cambridge University Press, 2010.

# **РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ГРУППЫ АБОНЕНТОВ НА ОСНОВЕ КОДОВ РИДА-СОЛОМОНА БЕЗ ЗАПЯТОЙ ДЛЯ СИСТЕМЫ СИНХРОНИЗАЦИИ W-CDMA НА ПЛИС**

М.О. Исаев

Научный руководитель – Овинников А.А., ст. преп.

Рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию модуля идентификации группы абонентов на основе кодов Рида-Соломона без запятой на программируемой логической интегральной схеме (ПЛИС) для системы связи стандарта W-CDMA.

Код Рида-Соломона без запятой, используемый для максимизации минимального символьного расстояния в кодовой книге между различными циклическими сдвигами одного кодового слова или между любым циклическим сдвигом различных кодовых слов [1], был предложен в [3]. И представляет собой преобразование обычного кода Рида-Соломона, в данном случае (15,3) над полем Галуа 16 порядка, к виду, обеспечивающему уникальные циклические сдвиги кодовых слов.

Разрабатываемый модуль является частью второго этапа синхронизации стандарта W-CDMA. Его задача заключается в построчном сравнении приходящего на вход кодового слова Рида-Соломона, с таблицей из 64 строк, описанной в стандарте [2]. Если количество совпадений принятой последовательности и строки таблицы больше 7, то с выхода модуля на следующий этап синхронизации поступает флаг активации и номер группы скремблирующих кодов, являющий номером строки таблицы.

Процесс разработки данного модуля на ПЛИС выполнялся в несколько этапов. Первый – написание кода на языке описания аппаратуры (ЯОА) Verilog, синтез и поведенческая (behavioral) симуляция. Второй – это перевод (translate) и сопоставление (map). Третий – это этап размещения и маршрутизации (place & route). Данные этапы необходимы для разработки, отладки и оценки занимаемых программным модулем ресурсов.

Последний этап заключается в генерации файла прошивки, который впоследствии будет перенесён непосредственно на испытательный стенд с ПЛИС, и заключительной отладке устройства с помощью тестовых сигналов.

Оценка занимаемых ресурсов показала, что данный модуль занимает 53 регистра (~0,0176% от общего количества), 281 таблицу преобразования (~0,1864%), 49 пар «таблица преобразования - триггер» (~17,1930%), 89 связанных буферов входа/выхода (~14,8333%) и 1 глобальный буфер (~3,125%), следовательно, при дальнейшей разработке CFRS-детектор может быть встроен в проект по разработке системы синхронизации целиком.

## *Библиографический список*

1. Savo G. Glisic Adaptive WCDMA: Theory And Practice. Wiley 2003.
2. Universal Mobile Telecommunications System (UMTS), Spreading and modulation (FDD) (3GPP TS 25.2.213 version 13.0.0 Release 1313).
3. Sriram, S. and Hosur, S. Fast acquisition method for DS-CDMA systems employing asynchronous base stations. 1999 Proc. IEEE ICC.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО ТУРБОДЕКОДЕРА ВРТС

А.А. Дряхлов

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

Турбодекодеры широко используются в настоящее время во многих новых системах связи для повышения помехоустойчивости. В моей работе был рассмотрен турбодекодер ВРТС системы связи стандарта DMR. Были реализованы несколько алгоритмов на языке программирования C++. Получены вероятности битовых ошибок при разных отношениях мощности сигнала к мощности шума, при разных алгоритмах декодирования [1].

Возрастающие требования потребителей к средствам связи уже не ограничиваются лишь их надежностью, а объясняются необходимостью:

- 1) обеспечения защиты радиоэфира от прослушивания;
- 2) организации передачи данных вместе с голосом;
- 3) увеличения разборчивости речи при сильных окружающих акустических помехах;
- 4) увеличения срока непрерывной работы аккумуляторных батарей.

Для обеспечения высокого качества связи в стандарте DMR используется помехоустойчивый турбодекодер ВРТС (Block Product Turbo Decoder) (196,96), основанный на двух блоковых кодах Хэмминга (15,11) и (13,9). Первый предназначен для кодирования строк, а второй кодирует столбцы. Каждый из них способен исправлять одну ошибку и обнаруживать две. Фактически после кодирования получается матрица размером {15, 11}, информационная часть которой проверяется и исправляется двумя помехоустойчивыми кодами [2, 3].

Существуют несколько алгоритмов декодирования: Одна строка – один столбец (ОС-ОС), все строки – все столбцы (ВС-ВС), одна строка – все столбцы (ОС-ВС).

Из рассмотренных алгоритмов наиболее лучшим оказался ОС-ОС, так как данный способ исправляет большее количество ошибок при одинаковых отношениях мощности сигнала к мощности шума. Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

1. Жесткая схема декодирования ВРТС лучше, чем код Голея, при вероятности битовой ошибки  $10^{-6}$  на 0,5 дБ.
2. Есть возможность улучшить жесткую схему декодирования ВРТС за счет 3-х не используемых бит при передаче информации.
3. Переход к мягкой схеме декодирования должен дать значительный прирост в помехозащищенности.

## *Библиографический список*

1. Technical Specification Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM): ETSI, 2013. – 177 с.
2. M.Franceschini, G.Ferrari, R.Raheli. LDPC Coded Modulations: - Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. – 196 с.
3. Sarah J.Jhonson Iterative Error Correction, Turbo, Low-Density-Check and Repeat-Accumulate Codes: -Cambridge University Press, 2010. – 335 с.



# **АНАЛИЗ СТРАТЕГИЙ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОКАНАЛА ПРИ ПРИЕМЕ OFDM СИГНАЛОВ ПО МНОГОЛУЧЕВЫМ КАНАЛАМ СВЯЗИ**

Е.В. Шатилов

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

В настоящее время для сетей передачи данных предъявляют высокие требования к скорости передачи и качеству услуг, предоставляемых данной системой. Не стали исключением и системы связи, средой передачи которых является радиоканал. Для удовлетворения данных потребностей широко используется ортогональное частотное мультиплексирование OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing).

Важную роль в приеме OFDM сигналов играет так называемый эквалайзинг. Эквалайзинг – это метод, используемый в системах связи для компенсации межсимвольных искажений. Задача эквалайзинга имеет важную роль в настоящих системах связи, потому что оценка характеристик канала связи влияет на качество принимаемого сигнала [1]. Чем эффективнее решается данная задача, тем более качественную услугу можно предоставить пользователю. Естественно, что под эффективностью реализации подразумевается не только повышение уровня схожести исходного и принятого сигнала, но и решение задачи эквалайзинга с минимальным количеством затрат.

Оценка канала связи осуществляется по пилот-сигналам. Пилот-сигналы – это выделенные поднесущие, которые используют для оценки радиоканала, а также для решения задач синхронизации.

Пилот-сигналы используются для оценки канала, потому что обеспечивают высокую производительность. Однако при использовании выделенных поднесущих уменьшается эффективность передачи данных из-за необходимости использования дополнительного частотного ресурса. В случаях, когда использование пилот-сигналов допустимо, часто используются методы наименьших квадратов (least-square – LS) и минимума среднеквадратичной ошибки (minimum-mean-square-error – MMSE). Также используется техника ДПФ на основе оценки канала для улучшения производительности LS или MMSE оценки канала за счет устранения воздействия шума за пределами максимальной задержки канала.

В данном докладе представлены результаты программного стенда, реализованного с помощью пакета прикладных программ Matlab R2016a [2]. В модели используется 16-QAM модуляция. В качестве канала связи смоделирован многолучевой канал с замираниями – канал Джейкса. Произведена проверка алгоритмов в условиях распространения по многолучевому каналу связи с замираниями. Проанализирована эффективность работы алгоритмов при различных отношениях сигнал-шум как численным методом, так и визуально с помощью графиков.

## *Библиографический список*

1. А.В. Рашич. Сети беспроводного доступа WiMax, Издательство политехнического университета, С.Пб, 2011. – С.123-130.
2. Yong Soo Cho, Jaekwon Kim, Won Young Yang, Chung G. Kang. MIMO-OFDM Wireless Communications with MATLAB, Wiley, 2010. – С.187-206.

# **ОПТИМИЗАЦИЯ ДЛИНЫ ОБУЧАЮЩЕЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ MIMO КАНАЛА СВЯЗИ С ПОДВИЖНЫМ ОБЪЕКТОМ**

А.А. Кудряшова

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

В последнее время системы Multiple Input Multiple Output (MIMO) стали одной из самых активных тем исследований в области беспроводной связи, они предоставляют значительные преимущества по сравнению с системами с одной антенной (расширенный диапазон, повышенная надежность в средах с замираниями, более высокая пропускная способность). Пропускная способность канала MIMO увеличивается по сравнению с традиционными системами с одиночной антенной без какой-либо дополнительной мощности передачи или спектральной полосы. MIMO является частью современных стандартов беспроводной связи, таких как IEEE 802.11n (Wi-Fi), WiMAX-m и LTE Advanced.

Для описания MIMO канала связи используются физические и аналитические модели рассеивания [1]. В данной работе для описания используется геометрическая эллиптическая модель рассеивания [2], т.к. она предназначена для описания широкополосных каналов связи. Передатчик и приемник находятся в фокусах эллипса, а отражатели расположены по периметру эллипса. Эта эталонная модель основана на предположении, что число отражателей бесконечно.

В данной работе пропускная способность для MIMO канала связи рассчитывается по формуле, выведенной Эмре Телатаром [3], она представляет собой обобщение формулы Шеннона для пропускной способности канала на многомерный случай.

Целью работы является оптимизация длины обучающей последовательности при оценке MIMO канала связи с подвижным объектом.

В результате экспериментального исследования MIMO канала связи на основе геометрической эллиптической модели рассеивания получен ряд зависимостей пропускной способности от длины обучающей последовательности при различных значениях ОСШ, различном количестве передающих и приемных антенн, наличии движения передатчика и отсутствии движения. Показано, что при движении передатчика относительно приемника выигрыш за счет увеличения количества антенн значительно меньше по сравнению со случаем, когда передатчик неподвижен. Также при увеличении количества антенн увеличивается длина обучающей последовательности, т.к. увеличивается количество элементов матрицы канальных коэффициентов.

## *Библиографический список*

1. Rachna Mahey, Dr. Jyoteesh Malhotra. On MIMO Channel Modeling for the Mobile Wireless Systems. International Journal of Future Generation Communication and Networking // Vol. 8, No. 5 (2015), pp. 23-38.
2. Matthias Pätzold, Bjørn Olav Hogstad. A wideband MIMO channel model derived from the geometric elliptical scattering model // Wireless Communications and Mobile Computing 8(5): 597-605 (2008)
3. Telatar I. E. Capacity of multi-antenna Gaussian channels // Eur. Trans. Tel. – 1999. – Vol. 10, N. 6. – P. 585–595.

# АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ LDPC ДЕКОДЕРА ПРИ АППАРАТНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ НА ПЛИС И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ИССЛЕДУЕМОЙ СИСТЕМЫ

А.В. Лазарев

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

При проектировании LDPC декодера необходимо учитывать ряд характеристик системы. В то же время существует множество параметров, непосредственно влияющих на качество декодирования. В докладе рассматривается взаимосвязь параметров декодера и характеристик системы.

Эффективность LDPC кода зависит от способа его генерации, однако выходная сложность кодера/декодера при аппаратной реализации играет немаловажную роль. Существуют различные методы построения проверочной матрицы LDPC кода. В стандарте DVB-S2 генерация LDPC кода осуществляется посредством систематического нерегулярного кода повторения-накопления (IRA). Рассмотрена методика конструирования проверочных матриц такого кода согласно таблицам из стандарта для различных кодовых скоростей. Полученный код сводится к структурированному LDPC коду, тем самым увеличивая скорость сходимости алгоритма декодирования и также упрощая межузловые связи между вычислительными элементами.

Алгоритм *Sum-Product* (SP) содержит труднореализуемые функции, поэтому широкое распространение получил алгоритм *Min-Sum* (MS), который существенно сокращает аппаратные затраты. Корректирующая способность декодера при такой замене снижается, в связи с чем появились модификации алгоритма, частично возвращающие качество декодирования. В основном для этих целей используется коэффициент нормализации. В работе [1] для приближения к результатам декодирования алгоритма SPA предлагается использовать коэффициент нормализации  $\alpha = E|r(j,i)|/E|r'(j,i)|$ , где  $r(j,i)$  – проверочные метрики, а коэффициент  $\alpha$  характеризует математическое ожидание  $r(j,i)$  и  $r'(j,i)$  соответственно.

В программной среде MATLAB с помощью встроенной функции поиска минимума *fminsearch* было проведено моделирование алгоритма MS с обновленным коэффициентом  $\alpha$ .

Аппаратная реализация LDPC декодеров подвержена многочисленным проектным решениям, таким как степень параллелизма, представлении LLR и критерии остановки. В докладе приведены основные параметры, которые необходимо учитывать при проектировании LDPC декодера и основные этапы реализации на ПЛИС.

Также в докладе проводится моделирование LDPC декодера стандарта спутникового вещания DVB-S2 при различных параметрах.

1. Emran A.A., Elsabrouty M. Simplified variable-scaled min-sum LDPC decoder for irregular LDPC codes — Personal, Indoor, and Mobile Radio Communication (PIMRC). IEEE 25th Annual International Symposium. 2014.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ АРХИТЕКТУР ПАМЯТИ В МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ И МНОГОЯДЕРНЫХ СИСТЕМАХ**

В.А. Минаков

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

В настоящее время разработано много архитектур построения многопроцессорных и многоядерных вычислительных систем, однако независимо от быстродействия вычислительных устройств, отсутствие возможности своевременной доставки данных к ним, все еще является проблемой, снижающей результирующее быстродействие системы. Существует большое количество различных классификаций и архитектур многопроцессорных систем. Наиболее популярной является классификация Флинна, в соответствии с которой вычислительные системы разделяются по признаку множественности/единственности потоков команд и потоков данных. Объединение процессоров в единую систему требует организацию адресации памяти. Принято выделять архитектуру с однородным доступом и неоднородным доступом к памяти [1].

У некоторых многопроцессорных вычислительных систем есть свойство: каждое слово памяти может быть считано так же быстро, как и любое другое слово памяти. Такие машины называются UMA-мультипроцессорами (Uniform Memory Access — однородный доступ к памяти) [2]. К основным преимуществам подобных систем следует отнести простоту программирования, эксплуатации, а также невысокая стоимость. Ключевым недостатком является трудность масштабирования.

Частично устранить проблемы архитектуры UMA позволило физическое разделение общей памяти, при этом сохранение целостности адресного пространства для программиста. Результатом стало расхождение во времени между обращением к локальной и удаленной памяти [3]. Появилась архитектура с неоднородным доступом к памяти - NUMA (Nonuniform Memory Access). Достоинства – простота исполнения устройства и масштабирования. Основной недостаток подобной системы состоит в том, что обращение к удаленной памяти занимают гораздо больше времени, в отличие от обращения к памяти локальной. Вышеуказанный факт стал основой для развития концепции новой архитектуры СОМА (Cache Only Memory Access), в которой локальная память представляется в виде кэш-памяти. Данная система нашла узкое применение на практике.

## *Библиографический список*

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. - СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 608 с.
2. Таненбаум Э., Бос Х. Современные операционные системы. – СПб.: Питер, 2015. – 1120 с.
3. Основные сведения о неоднородном доступе к памяти [Электронный ресурс]: [https://technet.microsoft.com/ru-ru/library/ms178144\(v=sql.105\).aspx](https://technet.microsoft.com/ru-ru/library/ms178144(v=sql.105).aspx) (дата обращения: 03.04.2017).

# **РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ПРИЁМО-ПЕРЕДАЮЩЕГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ**

К.Г. Терехов

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

Рассматривается эффективность применения алгоритмов декодирования свёрточных кодов при различных техниках отображения сигнально-кодowego созвездия модулированного сигнала в системах передачи информации.

В настоящее время методы итеративной обработки находят все более широкое применение при проектировании и разработке систем передачи информации и обработки сигналов. Основное достоинство итеративных методов – существенное уменьшение сложности процедур обработки при характеристиках качества близких к оптимальным.

Одним из наиболее предпочтительных вариантов достижения высоких характеристик помехоустойчивости в каналах со сложными условиями распространения сигнала, характеризующимися как возможностью глубоких замираний, так и высоким уровнем помех, является кодированная модуляция с битовым перемежением (BICM) в сочетании с итеративной обработкой сигнала на приеме. Известно, что на характеристики BICM существенное влияние оказывает выбор метода манипуляционного кодирования. При неитеративных методах приема лучшим выбором всегда будет код Грея, а в случае итеративной обработки, как правило, требуются другие методы манипуляционного кодирования, выбор которых будет зависеть от характеристик канала связи и требуемых параметров достоверности.

В работе были рассмотрены алгоритм декодирования Витерби с мягким выходом (SOVA) и алгоритм декодирования по максимуму апостериорной вероятности (MAP) при отображении модулированного сигнала с использованием манипуляционных кодов Грея и Унгербоека (Set Partitioning, SP). По результатам моделирования можно сделать вывод, что применение MAP алгоритма обеспечивает минимальную ошибку декодирования, однако, имеет большую сложность, что приводит к большим вычислительным затратам. Алгоритм декодирования SOVA является субоптимальным и имеет меньшую сложность, но приводит к увеличению вероятности ошибки декодирования.

## **Библиографический список**

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. М.: Вильямс, 2004. – 2000 с.
2. Johannesson R., Zigangirov K. Fundamentals of Convolutional Coding, Second edition // IEEE Press, 2015.
3. Johnson Sarah J. Iterative Error Correction. Turbo, Low-Density Parity-Check and Repeat-Accumulate Codes // Cambridge University Press, 2010.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ OPENMP С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ВНОСИМЫХ ИМ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ВРЕМЕННЫХ ЗАТРАТ

И.В. Субботин

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

OpenMP – это технология, которая является одной из наиболее популярных средств программирования компьютеров с общей памятью, базирующихся на традиционных языках программирования и использовании специальных расширений этих языков [1].

Технология OpenMP позволяет при незначительном изменении последовательного кода программы, путем добавления всего нескольких строк кода легко и просто распараллеливать её на несколько ядер [2-4].

В докладе проводились исследования дополнительных временных затрат при распараллеливании, а также других директив OpenMP, применяемых для решения контрольной задачи. В качестве контрольной задачи была взята структурная схема синтезатора группового широкополосного OFDM сигнала.

В результате исследований получены оценки дополнительных временных затрат, которые были проверены на контрольной задаче, а также сформулированы рекомендации по применению OpenMP:

$$c > \frac{M}{M-1} \cdot (a + b + d),$$

где  $c$  – время реализации на одном ядре,  $M$  – количество ядер,  $a$  и  $b$  – время на вход в параллельный регион и выход из него,  $d$  – время, которое затрачивается другими директивами OpenMP.

## *Библиографический список*

1. Гергель В.П., Лабутина А.А. Учебно-образовательный ком-плекс по методам параллельного программирования. Н.Новгород, 2007 г. – 138 с.
2. Сысоев А.В. Высокопроизводительные вычисления в учебном процессе и научных исследованиях. Н.Новгород, 2006 г. – 90 с.
3. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP. Издательство Московского университета, 2009 г. – 78 с.
4. Левин М.П. Параллельное программирование с использованием OpenMP. Москва, 2012 г. – 121 с.

# **РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ШИРОКОПОЛОСНОГО СИГНАЛА НА ПЛИС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ MATLAB**

Д.С. Большов

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

Описана реализация разработки модуля корреляционной обработки широкополосного сигнала на ПЛИС с использованием Matlab. Реализация модуля будет рассмотрена на примере продукта Matlab – HDL Coder, с использованием ПЛИС компании Altera Cyclone IV.

Основными преимуществами использования продукта HDL Coder являются:

1. Возможность быстрого переноса модели модуля корреляционной обработки широкополосного сигнала из Matlab на HDL.
2. Использование готовых простейших блоков продукта Matlab [1].
3. Сравнение времени выполнения алгоритмов в Matlab и на ПЛИС с возможностью вывода осциллограмм.

HDL Coder ускоряют разработку проектов на ПЛИС. Также HDL Coder взаимодействует с IP-ядрами и инструментами проектирования ПЛИС компании Altera для реализации проектов, оптимизированных под конечное устройство.

Результатами работы стали:

1. Модель модуля корреляционной обработки широкополосного сигнала в продукте Matlab Simulink.
2. Сгенерированный программный код модели, полученной с помощью HDL Coder.
3. Временные показатели выполнения модуля в Matlab и на ПЛИС.
4. Произведен анализ вычислительных затрат и произведен подбор конечного устройства семейства Altera [2].

## *Библиографический список*

1. MATLAB и Simulink центр компетенций компании Mathworks [Электронный ресурс], URL: <http://matlab.ru/solutions/application/fpga> (дата обращения 05.04.17).
2. Официальный сайт производителя ПЛИС фирмы Altera [Электронный ресурс], URL: <http://altera.ru/Mikroshemi.html> (дата обращения 05.04.17).

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТРЕЛЛИС КОДИРОВАНИЯ СТАНДАРТА DMR В СРЕДЕ SIMULINK**

М.А. Севостьянов

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

Рассматривается ряд проблемных вопросов, связанных с реализацией системы решетчатого кодирования – декодирования.

Данный вид кодирования широко используется и применяется в настоящее время в различных системах, позволяет достигать высоких скоростей передачи, эффективно использовать полосу частот, однако его достаточно сложно реализовать на практике [1].

В разработанную ранее структуру были добавлены новые блоки, такие как Step и Enable, которые помогли завершить отладку и поспособствовали более корректной работе модели. При добавлении блока Enable в подсистеме декодера появился дополнительный вход управления, и с этого момента работа подсистемы разрешается, если значение сигнала на входе управления положительно.

Блок Step формирует ступенчатый сигнал и имеет следующие параметры: время наступления перепада сигнала, начальное и конечное значения сигнала.

С помощью данного блока было найдено значение линии задержки.

Далее был проведён ряд исследований системы TCM в канале с шумом, получены зависимости вероятности битовой ошибки от соотношения сигнал/шум. ОСШ было взято в диапазоне от 1 до 10 с единичным шагом. Треллис коды обладают достаточно высокой помехоустойчивостью, что подтверждают результаты исследований. Отсутствие ошибок свидетельствует о том, что кодируемая информация безошибочно декодируется и при наличии шума.

В дальнейшем планируется усложнение подсистем кодера и декодера, произвести переход от готовых блоков TCM Encoder и Decoder к более подробному описанию с использованием таблицы переходов и созвездия отображений дибитовых пар непосредственно стандарта DMR.

1. Christian B. Schlegel, Lance C. Perez. Trellis and Turbo Coding: IEEE Press Editorial Board. 2004 – 69с.



# **РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ УРОВНЯ НАСЫЩЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ БИТОВОЙ ОШИБКИ ДЛЯ НЕРЕГУЛЯРНЫХ LDPC КОДОВ. ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ДЕКОДИРОВАНИЕ LDPC КОДОВ**

И.Ю. Волков

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

Исследуется возможность ускорения работы LDPC-декодера путем параллелизации его алгоритма и выполнения части вычислений, проводимых при декодировании, на графических процессорах или на множестве ядер процессора общего назначения.

Для реализации многопоточных вычислений используется инструмент OpenCL.

Для определения возможности и целесообразности использования распределенных вычислений при декодировании LDPC кодов было принято решение перенести на OpenCL алгоритм распространения доверия (belief propagation, BP) [1]. На параллельные вычисления был переведен один из наиболее вычислительно сложных этапов данного алгоритма декодирования: этап обновления проверочных узлов [2].

После соответствующих изменений в коде LDPC-декодера было проведено исследование его общей производительности и профилирование отдельных этапов его работы.

Из полученных результатов можно сделать вывод о том, что накладные расходы, связанные с распараллеливанием вычислений, делают невозможным ускорение симуляции выбранным образом (распараллеливание обновления проверочных узлов). Следующим логичным шагом в распределении алгоритма декодирования является переход на более «высокий» уровень алгоритма – распараллеливание декодирования кодовых слов. Это позволит увеличить объем вычислений, приходящихся на каждое вычислительное ядро, и уменьшить количество передаваемых между частями программы данных, что должно положительно сказаться на общей производительности LDPC-декодера.

## *Библиографический список*

1. Jhonson Sarah J. Iterative Error Correction, Turbo, Low-Density-Check and Repeat-Accumulate Codes. - Cambridge University Press, 2010. - 335 с.
2. Лихобабин Е.А. Введение в декодирование LDPC кодов. Классические алгоритмы и их модификации. - LAP Lambert Academic Publishing, 2015. – 91 с.

## **СЕКЦИЯ «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»**

### **СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СРЕДЕ XCODE**

К.И. Баюков

Научный руководитель – Костров Б.В., д-р техн. наук, профессор

Рассматриваются операции над матрицами в среде Xcode, которые могут быть использованы при обработке изображений, и методы увеличения быстродействия при их реализации.

Для хранения изображения рекомендуется использовать типичный для семейства языков C массив, а не массив NSArray, типичный для библиотеки Objective-C. Это связано с тем, что в массивах типа NSArray возможно хранить только объекты, соответственно вместо типичных для C типов (в случае обработки изображений – обычно) придется использовать тип NSNumber. В памяти этот тип занимает 20 байт, указать на него – хранящийся в массиве – 4 байта. Кроме того, операция разыменования требует дополнительно осуществления нескольких микроопераций в процессоре.

Accelerate framework включает в себя набор функций и объектов, позволяющих получить большое увеличение производительности при работе с наборами данных, такими, как векторы и массивы. Его процедуры оптимизируют выполнение операций за счет презаписанных циклов for, реализованных с максимальной эффективностью для процессора.

vDSP [1] является частью фреймворка, осуществляющей операции над матрицами и векторами, преобразование Фурье, свертку и корреляцию. В ней реализованы такие операции, могущие быть полезными при обработке изображений, как БПФ, поиск максимальных и минимальных значений, вычисление средних значений, а также базовые арифметические операции над скалярами, векторами и матрицами (матрица передается в процедуры как одномерный массив с указанием количества столбцов и строк, если требуется).

Увеличение эффективности при использовании Accelerate framework является колоссальным: так, умножение двух матриц 512x512 1000 раз, реализованное на циклах for, заняло в системе 1 час и 20 минут, а умножение, реализованное при помощи функции vDSP\_mmul, – 9 секунд.

1. Accelerate | Apple Developer documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.apple.com/reference/accelerate>

## УСТРАНЕНИЕ СЛУЧАЙНОСТИ ПРИ СОПОСТАВЛЕНИИ ДЕСКРИПТОРОВ ЛОКАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

К.А. Беляева

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

Рассматривается способ устранения случайности при сопоставлении построенных дескрипторов с низкой вычислительной сложностью [1].

Особенности съемки создают предпосылки для возникновения ошибок сопоставления второго рода (ложные сопоставления ключевых точек), которые вынуждают проводить ручную фильтрацию совпадающих точек оператором [2]. Такую фильтрацию можно также проводить автоматически с помощью алгоритма RANSAC. RANSAC (аббревиатура RANdom SAmple Consensus) – стабильный метод оценки параметров модели на основе случайных выборок, который устойчив к зашумлённости исходных данных [3]. Фактор «случайности» можно считать недостатком данного алгоритма, так как он предполагает, что при многократном применении этого алгоритма к одной и той же паре изображений, в какой-то момент может построиться новая модель. А априори этого не может быть. Локальной особенности на первом кадре может соответствовать только одна особенность на втором кадре. И она не может меняться от количества итераций построения модели. По этой причине было решено разработать алгоритм, который бы также строил модель данных, но без фактора «случайности».

Разработанный алгоритм состоит из следующих шагов:

1. На вход алгоритма подаются:

- координаты точек двух изображений, которые были помечены как «сопоставленные»;

- пороговое значение  $q$ , по которому ложные сопоставления будут помечаться как «выбросы» и впоследствии отсекаются. Пороговое значение – это разница координат по соответствующим осям. Это основывается на предположении, что на двух соседних кадрах видеопоследовательности одна и та же точка не может переместиться значительно по какой-либо координате.

2. Берётся разница по модулю между координатами по оси  $X$  и сравнивается с заданным пороговым значением. Если  $\Delta X < q$ , то сравниваем разницу по оси  $Y$ . Если  $\Delta Y < q$ , то сопоставление является «невыбросом». Если же разница координат по любой из осей больше  $q$ , тогда это сопоставление помечается как «выброс».

### *Библиографический список*

1. Саблина В.А., Беляева К.А. Построение дескрипторов признаков изображений с низкой вычислительной сложностью // Материалы II науч.-техн. конф. магистрантов Рязанского государственного радиотехнического университета. Часть 1 – Рязань: РГРТУ, 2016. – С. 175-176.

2. Райченко Б.В., Некрасов В.В. Практическое применение методов ключевых точек на примере сопоставления снимков со спутника «Канопус-В» // GEOMATICS №2' 2013. С. 56-61.

3. Описание алгоритма RANSAC [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RANSAC>. (Дата обращения: 16.04.2017).

## **ОЦЕНКА СИСТЕМНЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА**

Д.М. Бухтеев

Научный руководитель – Никифоров М.Б., канд. техн. наук, доцент

На сегодняшний день компьютер в повседневной жизни человека занимает одну из главных позиций. Современные требования к быстродействию машин растут с каждым днем. Для достижения таких показателей производители аппаратного оборудования постоянно прогрессируют в создании все более и более производительных процессоров, жестких и ssd дисков, дополнительного оборудования.

Но вместе с наращиванием потенциала персонального компьютера нельзя исключить периодически возникающие сбои в работе операционной системы и оборудования ПК.

В связи с этим в данной рецензии рассмотрено наиболее популярное программное обеспечение, помогающее пользователю в кратчайшие сроки диагностировать и исправить ошибку в работе ПК, собрать подробную информацию об аппаратном обеспечении и приступить к работе с компьютером.

Рассмотрим программу для оптимизации и очистки ОС Microsoft Windows с разрядностью тридцать два и шестьдесят четыре бита от корпорации Piriform Limited под именем «CCleaner».

Инструмент предназначен для очистки вредоносных или устаревших файлов, временных документов, созданных браузерами или программами, а также для удаления ложных расширений типов файлов, отсутствующих приложений или недействительных записей в реестре Windows.

В области сбора статистических данных лидирующие позиции занимает программа AIDA64 от компании Lavalys. Она предназначена для просмотра информации об аппаратной и программной конфигурации компьютера.

Третьей немаловажной составляющей правильной и быстрой работы ПК является скоростная работа жесткого диска компьютера. Для этого через некоторые промежутки времени рекомендуется выполнять дефрагментацию диска – это процедура логической реструктуризации разделов диска для создания гарантий по хранению данных в непрекращающейся последовательности кластеров.

В данном направлении лидирующие позиции занимает бесплатная утилита Auslogics Disk Defrag, работающая с системами FAT 16, FAT 32 и NTFS в ОС Microsoft Windows.

На сегодняшний день в сфере программного обеспечения существуют неимоверное количество различных утилит и приложений для проверки и тестирования ПК. Какие-то из них загружены в сеть на бесплатной основе, какие-то являются коммерческим бонусом к основной программе. В данной рецензии перечислены самые популярные утилиты диагностики компьютера. Они интуитивно понятны пользователю, находятся в свободном доступе, но в то же время включают в себя максимально возможный функционал, необходимый для того или иного действия.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ**

Н.О.Карелина

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

Моделирование бизнес-процессов большой компании – практическая задача, в результате решения которой появляется возможность увидеть взаимосвязи подразделений и процессов организации, а также просчитать, как скажется на деятельности компании изменение имеющихся взаимосвязей.

Один из способов решения поставленной задачи – моделирование онтологии на основе существующих бизнес-процессов компании. Онтология включает:

- объекты рассматриваемой предметной области;
- отношения между объектами;
- свойства объектов и их возможные значения;
- ограничения и правила, которым подчиняются объекты.

Несмотря на большие возможности данного подхода к моделированию, имеются неудобства при работе с онтологическим описанием бизнес-процессов для сотрудников, не являющихся специалистами в области онтологического проектирования, а именно:

- необходимость дополнительного обучения работе с описанием;
- описание не является наглядным;

– даже в случае обладания сотрудниками навыка работы с онтологиями требуется время для того, чтобы разобраться в описании и иметь корректное непротиворечивое представление о процессе.

Цель настоящего исследования – разработка способа автоматизации построения графического представления определенного бизнес-процесса на основе существующих онтологических описаний процессов компании. Для достижения поставленной цели предлагается использовать объектно-ориентированный подход как наиболее универсальное и оптимальное средство, способное учесть все особенности и ограничения онтологического описания.

Для того чтобы понимать архитектуры, основанные на онтологиях, нужно помнить, что в языках онтологий:

- свойства не зависят от отдельных классов;
- экземпляры могут иметь несколько типов и изменять свой тип в результате классификации;
- классы могут определяться динамически во время выполнения [1].

Для того чтобы иметь возможность представить онтологическое описание в парадигме объектно-ориентированного подхода, необходимо разработать онтологическую метамодель процесса для последующего формирования на ее основе классов и объектов.

Представленная в работе метамодель отражает взаимосвязи между всеми сущностями онтологии и наглядно демонстрирует их пользователю.

1. Хольгер Кнублаух «Введение в семантическую паутину для разработчиков объектно-ориентированного программного обеспечения», 2006г.

# **АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТНЫХ ПРОЦЕДУР ОСНОВНОГО СТРУКТУРНОГО МЕТОДА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМ**

В.А. Прокофьев

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Проектирование сложных человеко-машинных систем без серьёзного учета человеческого фактора приводит к авариям, человеческим жертвам и экономическим потерям. Для учета эргатического (человеческого) фактора методов системотехнического проектирования недостаточно.

В процессе функционирования (ПФ) ЧМС возникают прерывания, вследствие отказов и ошибок человека при выполнении технологических операций. При изменении ситуации появляется дефицит времени, эмоциональные факторы и т. п.

Оценку вероятностно-временных показателей процесса функционирования можно проводить в четыре этапа:

Этап I. Сформулировать цели работ по оценке ЭКН и собрать исходные данные.

Назначается имя всему оцениваемому процессу, перечисляются получаемые продукты труда, для каждого продукта труда назначается конкретный состав показателей ЭКН, которые предполагается получить в результате оценки.

Этап II. Разработка модели процесса функционирования

Модель ПФ разрабатывается в виде функциональной сети.

Этап III. Анализ модели ПФ ЧМС на предмет выявления типовых функциональных структур.

Этап выявления ТФС в модели ПФ ЧМС выполняется вручную. Типовые функциональные структуры (ТФС) можно использовать из справочного материала работы [1].

Этап IV. Расчет вероятностно-временных показателей ПФ ЧМС.

Для расчета показателей  $M(T)$ ,  $D(T)$ , разработана автоматизированная расчётная система обобщенно-структурного метода (АРС «TFS Convolution»), позволяющая автоматизировать трудоемкую математическую свёртку первоначальной функциональной сети в эквивалентные ТФЕ с показателями ЭКН, которые подсчитываются на основании математических моделей для ТФС.

## *Библиографический список*

1. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания: Справочник/А.Н. Адаменко, А.Т. Ашеро́в, И.Л. Бердни́ков и др.; Под общ. ред. А.И. Губинского и В.Г. Евграфова. – М.: Машиностроение, 1993–528 с.: ил.

## РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА НА ГРАФИЧЕСКОМ ПРОЦЕССОРЕ

А.В. Савин

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

Рассматривается применение генетического алгоритма для решения задачи корреляционного совмещения изображений (КСИ) с использованием графического процессора (ГП).

Эволюционные алгоритмы (ЭА) являются поисковыми методами, которые используют методологию на основе эволюционных принципов и генетических свойств наследственности для решения разнообразных задач. Одним из самых распространённых видов ЭА является генетический алгоритм (ГА) [1]. Работа ГА состоит из следующих этапов: формирование начальной популяции, оценка особей популяции (расчет функции приспособленности), селекция, скрещивание, мутация.

При решении задачи КСИ результатом решения являются координаты  $x$  и  $y$ , в которых функция принимает максимальное значение.

Для определения наиболее приспособленных особей необходимо провести оценку решений. Для решения задачи КСИ с помощью ГА в качестве функции приспособленности используется взаимная нормированная корреляционная функция.

Селекция необходима, чтобы выбрать более приспособленных особей для скрещивания. Существуют различные варианты селекции: рулеточная, усечение, турнирный отбор.

Из потенциальных решений случайным образом выбираются 2 координаты и скрещиваются с вероятностью  $P_c$ , в результате создаются 2 потомка. Существуют различные варианты скрещивания: одноточечное, двухточечное и однородное.

Оператор мутации используется для внесения случайных изменений в хромосомы особей. Так же, как и для кроссовера существует вероятность мутации  $P_m$ .

Для реализации вычислений на ГП в данном исследовании использовалась технология OpenCL. OpenCL – это платформа для реализации вычислений на ГП. В качестве этапов для переноса на ГП были выбраны этап оценки особей и этап мутации.

В качестве основного параметра эффективности рассматривалось ускорение за счет применения параллельных вычислений и рассчитываемого по формуле  $S(n) = \frac{T(1)}{T(n)}$ .

Исследование показало, что использование параллельных вычислений увеличивает производительность работы ГА при решении задачи КСИ. Также было выявлено, что оставшиеся этапы ГА, выполняющиеся на ЦПУ, оказывают негативное влияние на общее время работы алгоритма. В будущем планируется также перенести эти этапы на ГП, что позволит увеличить общую производительность.

1. Елесина С.И., Костяшкин Л.Н., Логинов А.А., Никифоров М.Б. Совмещение изображений в корреляционно-экстремальных навигационных системах. – М.: Изд-во Радиотехника, 2015. – 208 с.

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСКРОЯ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Е.П. Слепых

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

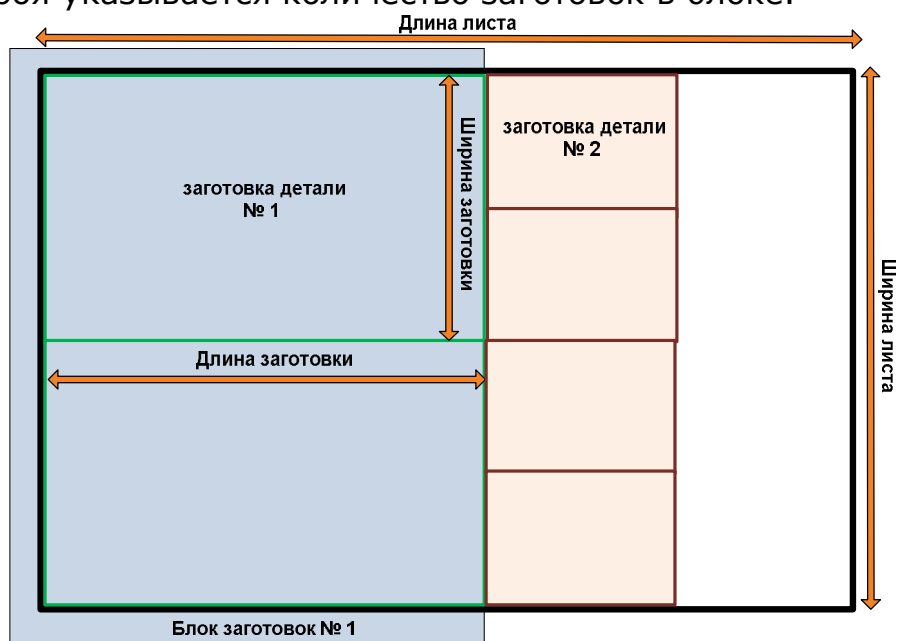
Вопрос о минимизации отходов при раскрое материалов будет актуален во многих отраслях производства, в частности – военная промышленность. Это – резка листов, плит различных типов металла, прутков и т.д. Если применять научные методы для оптимизации раскроя, можно снизить отходы в среднем на 10-15% в сравнении с ручным расчетом.

Разработанный алгоритм решения основан на симплекс-методе и использовании надстройки «Solver» программы MS Excel.

Введем понятия для решения примера:

1. Заготовки – это части материала, получаемые путем реза.
2. Ширина пила, реза принята равной нулю.
3. Длины отходов от реза блоков должны быть меньше самого маленького блока заготовки.
4. Блоки заготовок укладываем на материал, начиная от самых больших, заканчивая самыми маленькими.

Все детали располагаются на листе согласно рисунку. Для упрощения работы на данном этапе принимаем отход с блоков заготовок равным нулю. Также расстояние между блоками заготовок разных деталей равно нулю, за счёт принятой нулевой ширины реза. Разработанный алгоритм применяется к нарезке листов/плит металла по картам раскроя. В карте раскроя указывается количество заготовок в блоке.



Размещение заготовок на листе материала

Записав все возможные варианты раскроя материала на заготовки и формулы, основанные на симплекс-методе в Excel, можно получить количество повторений для разреза материала по выбранным вариантам раскроя. Этот способ значительно упрощает расчет минимизации отходов при раскрое.



## РАЗРАБОТКА WEB-СЕРВИСА УДАЛЕННОГО ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

И.Е. Билоус

Научный руководитель — Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Целью данного проекта является реализация Web-сервиса удаленного хранения и передачи данных.

Разрабатываемый программный продукт предназначен для организации web-сервиса удаленного хранения и передачи данных, которые хранятся и обрабатываются в так называемом облаке, представляющее собой виртуальный сервер.

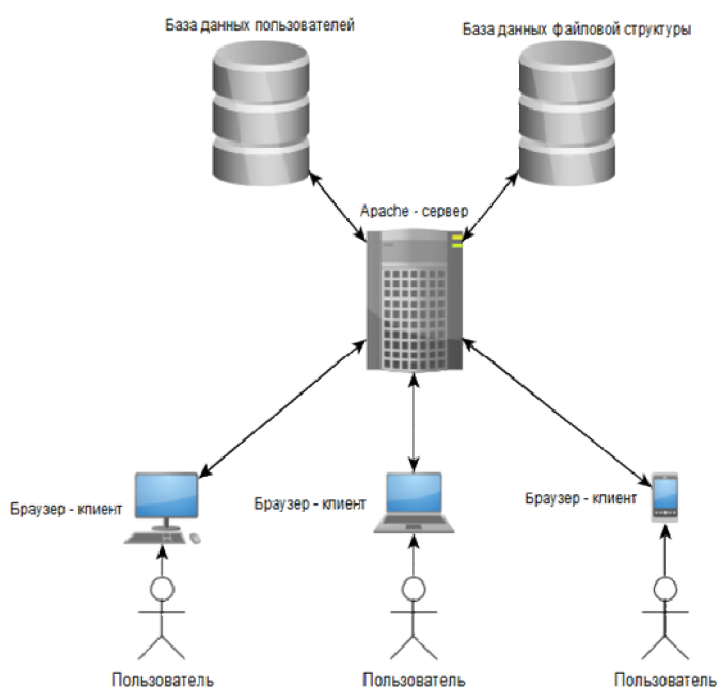
Основная область применения – создание частных или корпоративных облачных хранилищ как локальных, так и на внешнем хостинге.

В ходе анализа в сфере облачных технологий были выявлены основные функции, которые должны в себя включать подобного рода веб – приложения:

- регистрация пользователей;
- загрузка файлов в хранилище;
- управление файлами и каталогами (копирование, удаление, перемещение, переименование);
- администрирование.

Результатом работы является web-сервис, который позволит пользователям осуществлять безопасный и удобный удаленный доступ к информации, не занимая объем своего жёсткого диска или иного носителя, в любое время. А также позволяет защитить важные данные и файлы от возможных аппаратных сбоев.

Программное обеспечение web-сервиса построено на основе «клиент-серверной» архитектуры. Схема приложения представлена на рисунке.



Структурная схема приложения

Серверная часть веб-приложения разработана на языке PHP. В качестве клиентского приложения выступает Интернет – браузер для взаимодействия с сайтом. Для размещения данных используются две базы данных: 1-я для данных пользователей, 2-я для информации о виртуальной файловой структуре хранилища.

## **АНАЛИЗ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ПРОЦЕССОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ**

В.В. Кирсанова

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Целью данного проекта является анализ информационных решений, позволяющих улучшить качество обслуживания управляющими организациями в сфере жилищно-коммунального хозяйства.

Интеграция новых автоматизированных решений в работу жилищно-коммунальных организаций делает доступной и реальной возможность формирования эффективной и правдоподобной информации о состоянии жилищно-коммунального хозяйства [1]. В результате этого становится возможным принятие действенных решений для контроля стоимости услуг жилищно-коммунального хозяйства, достижение должного содержания многоквартирных домов и придомовых территорий, ведение прозрачной работы управляющих организаций [2, 3].

Наиболее пристальное внимание в работе уделяется исследованию рынка информационных систем в сфере жилищно-коммунального обслуживания, сравнительной характеристике автоматизированных решений, выявлению функций и критериев для проектирования полноценных, усовершенствованных информационных систем. На основе полученных информационных решений будет предоставляться возможность для сбора статистики и показаний разного рода, которая послужит основным механизмом для дальнейшего планирования ремонтных работ многоквартирных домов, определения платежеспособности собственников и арендаторов жилых помещений, а также для ведения финансовой деятельности.

### *Библиографический список*

1. Фатахетдинова А.И., Шохин В.П. Информационные технологии и ЖКХ // ЖКХ. – 2010. – № 1. – С. 63-69.
2. Тарасенко О.В. Применение систем автоматизации в сфере жилищно-коммунального хозяйства // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 10-1. – С. 30-31.
3. Телемтаев М.М., Попов А.А. Совершенствование отечественных информационных систем управления недвижимостью на основе зарубежного опыта // «Прикладная информатика». 2012. №2 (38). С. 18-25.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ**

А.А. Калинин

Научный руководитель – Никифоров М.Б., канд. техн. наук, доцент

Рассматриваются вопросы оптимизации последовательности выполнения проектных работ и особенности сетевого планирования. Тема обусловлена необходимостью создания и внедрения эффективных систем управления проектами [1].

Проектирование сводится к выполнению некоторых последовательностей проектных процедур – маршрутов проектирования. В соответствии с вышесказанным, концепция выполняемой работы заключается в том, чтобы графически, наглядно и системно отобразить и оптимизировать последовательность и взаимозависимость работ, действий или мероприятий, обеспечивающих своевременное и планомерное достижение конечных целей.

Каждая фаза имеет свой набор процедур. Фаза: проектирование состоит из пяти процедур, это заявка на проектирование, тендер на проектирование, выполнение проектирования, экспертиза промышленной безопасности, окончательное утверждение проектно-сметной документации. Каждая процедура закреплена за ответственным подразделением, которая выполняет функции для достижения реализации проекта. Комплектация состоит также из определенных процедур: заявка на закупку оборудования, тендера на поставку оборудования, поставка оборудования. Все задачи данного уровня попадают в отчет по мониторингу данного проекта, которые позволяют определить успешность хода выполнения проекта. На четвертом уровне находятся отдельные задачи, выполняемые подрядными организациями. В данном графике можно использовать вехи. Реализацию проекта можно отобразить с помощью диаграммы Ганта в MS Project. MS Project создан, чтобы помочь менеджеру проекта в разработке планов, распределении ресурсов по задачам, отслеживании прогресса и анализе объемов работ. MS Project создает расписание критического пути. Расписания могут быть составлены с учетом используемых ресурсов. Цепочка визуализируется в диаграмме Ганта. В презентации представлена структура графика проекта.

Деятельность, осуществляемая в рамках проекта, необходимая для достижения определенного результата. Задачи являются основными блоками, из которых строится любой проект, они представляют работу, которую нужно выполнить для достижения поставленной цели. Во всем проекте набор задач характеризуется их последовательностью, а каждая задача – длительностью и требованиями к ресурсам. Данный отчет возможно реализовать с помощью MS Excel и встроенного в него упрощенного языка программирования Visual Basic(VBA).VBA является интерпретируемым языком. Отчеты будут объединяться на листах Excel – по одному листу на каждого руководителя проекта. Мониторинг будет выполняться по стадиям третьего уровня, которые одинаковы для всех проектов поддержания. По завершённым стадиям будет фиксироваться отставание в днях, оставшаяся часть графика пересчитывается. Во избежание некорректного планирования, отклонения в положительную сторону, то есть так называемые «опережения», фиксироваться не будут. Такой подход позволяет иметь наиболее адекватный на каждый момент прогноз по проекту, и одновременно полу-

чить эффективность работы подразделений, ответственных за каждую стадию, ориентируясь на своевременное завершение стадии или наличия отставания.

1. Миненко С.Н., Казаков О.Л. Экономико-математическое моделирование производственных систем: учеб. пособие. – М.: ГИНФО, 2002. – 136 с.

## **WCF – ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ**

А.В. Беликов

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время существует множество технологий построения распределенных приложений на платформе .NET, среди которых .NET Remoting, MSMQ, веб-сервисы, DCOM и прочие.

Каждый из фреймворков представляет свой API: набор классов, конфигураций и диагностики. Используя одну из выше упомянутых технологий, разработка становится сильно связанной со способом распределенного взаимодействия. В результате в будущем, если будем необходимо перейти на другую технологию, то придется переписать значительную часть кода.

В результате, применение одной из приведенных выше старых технологий приводило к тому, что модель распределенного взаимодействия становилась одним из решающих архитектурных факторов, о котором должны знать разработчики и которое довольно сложно поддается изменениям в будущем.

Главное преимущество WCF исходит из того, что эта технология абстрагируется от того как распределенное взаимодействие реализовано и позволяет изменить его в будущем, при этом для разработчика это не будет представлять никакой сложности.

WCF, хотя и является изначально «сервис-ориентированным» решением, позволяет без затруднений перейти от SOA архитектуры к RPC модели, а затем и к модели обмена сообщениями.

WCF – это технология, предназначенная для проектирования, построения, сопровождения и модификации распределенных приложений.

### *Библиографический список*

1. Джувел Лева. Создание служб WCF. – Питер, 2008. – 592 с.
2. Пабло Сибраро, Курт Клайс, Фабио Коссолино, Йохан Грабнер. WCF 4: Windows Communication Foundation и .NET 4 для профессионалов. – Вильямс, 2011. – 464 с.
3. MSDN – сеть разработчиков Microsoft [электронный ресурс] <https://msdn.microsoft.com>.

## МЕТОДИКА ВЫДЕЛЕНИЯ КОНТУРОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Ф.Е. Моудио

Научный руководитель – Никифоров М. Б., канд. техн. наук, доцент

Целью данного проекта является технология обработки изображений с использованием операторов Превитта и Собеля для выделения контуров на изображениях [1-3].

Структурная схема пространственной фильтрации [1] изображена на рисунке. Процесс основан на простом перемещении маски фильтра от точки:

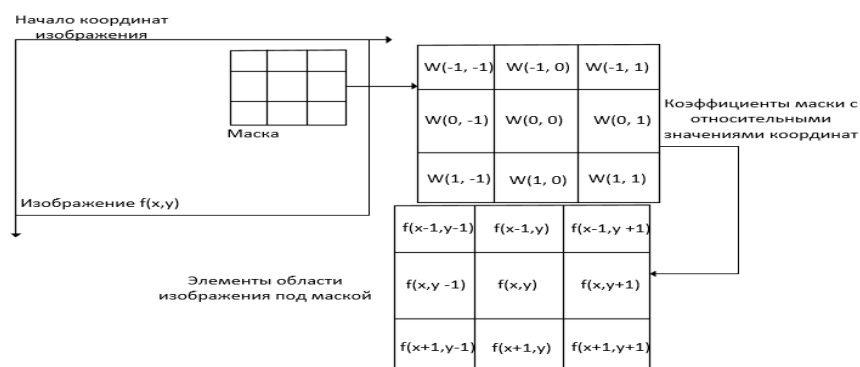


Схема пространственной фильтрации.

Увеличенные рисунки представляют маску 3x3 и фрагмент изображения непосредственно под ней; для наглядности фрагмент изображения показан несколько смещенным относительно маски.

Оператор Превитта, как и Собеля – дискретный дифференциальный оператор, вычисляющий приближенное значение градиента яркости изображения. У Собеля увеличенное значение используется для уменьшения эффекта сглаживания из-за большего веса средних точек.

В итоге, результатом применения оператор Собеля в каждой точке изображения является либо вектор градиента яркости в этой точке, либо его норма. Свернув часть изображения с оператором, можно найти настолько резко или плавно меняется яркость изображения в каждой точке, а значит вероятность нахождения точки на грани. В каждой точке изображения градиентный вектор ориентирован в направлении наибольшего увеличения яркости, а его длина соответствует величине изменения яркости. Это означает, что результатом в точке области постоянной яркости будет нулевой вектор, а в точке, лежащей на границе областей различной яркости, вектор, пересекающий границу в направлении увеличения яркости.

### Библиографический список

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М: Техносфера, 2006. – 1007 с.
2. Анисимов Б. В. Распознавание и цифровая обработка изображений. – М.: Выш. Школа, 1983. – 295 с.
3. Обработка изображений в авиационных системах технического зрения / Под ред. Л.Н. Костяшкина, М.Б. Никифорова, 2016. – 238 с.

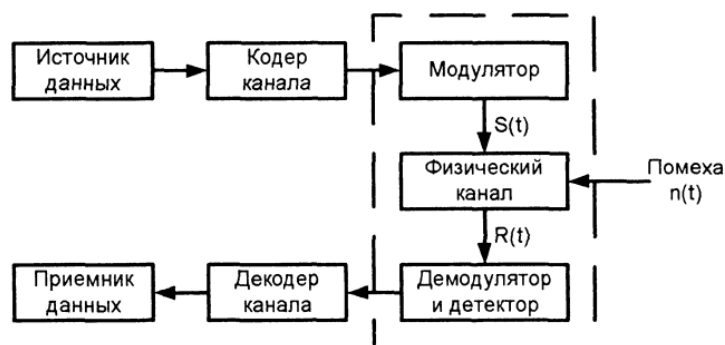
# РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ЦИФРОВЫХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАССИВНО-ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Е.А. Клименко

Научный руководитель — Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Целью данного проекта является реализация модели системы передачи данных, которая бы позволила значительно ускорить исследование алгоритмов помехоустойчивого кодирования в системах передачи данных.

Структурная схема системы передачи цифровых данных [1] изображена на рисунке.



Структурная схема системы передачи цифровых данных

Физический канал подвержен воздействию помех, поэтому применяются различные методы его защиты, в числе которых находятся алгоритмы помехоустойчивого кодирования.

Наибольшее внимание в работе уделяется исследованию и сравнению различных алгоритмов помехоустойчивого кодирования [2,3], определению их характеристик, корректирующей способности и области применения. Для исследования данных алгоритмов требуется проведение больших объемов вычислений, которые могут требовать около месяца работы ПК общего назначения. Данные алгоритмы в большинстве своем являются хорошо распараллеливаемыми, поэтому для проведения вычислений можно использовать вычислительные ресурсы графических процессоров, современные модели которых содержат до нескольких тысяч вычислительных ядер.

## Библиографический список

1. Золотарёв В.В., Овечкин Г.В. Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритмы: Справочник. М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 126 с.
2. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки: Пер. с англ. М.: Мир, 1986. – 576 с.
3. Кларк Дж., Кейн Дж. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1987. – 392 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ**

М.А. Смыкова, С.А. Караев, Д.А. Колчаев

Научный руководитель – Никифоров М.Б., канд. техн. наук, доцент

В течение последнего десятилетия получение качественного изображения является главной проблемой во многих сферах жизни, таких как медицина, наука и т.д. Создается новая техника, которая позволяет получать более точные снимки, примером может служить, получение детализированных снимков со спутников. Обычно изображения, сформированные различными информационными системами, искажаются действием помех [1-3].

Изображение, имеющее шумы, искажения или плохой контраст, очень трудно анализируется человеком. Поэтому существуют методы улучшения изображений, которые дают различные результаты. Применение численной оценки качества изображения позволило бы в автоматизированном режиме определять качество изображения и использовать эти данные для принятия решения об улучшении изображения определенными методами.

Задача заключается в том, чтобы найти такой метод, который позволял бы достигать наилучших результатов.

Пространственные способы совершенствования изображений применяются к растровым изображениям, представленным в облике двумерных матриц. Принцип пространственных алгоритмов произведен в применении особых операторов к любому пикселю начального изображения. Наиболее эффективными способами в пространственной области являются:

- ранговые алгоритмы;
- разностные методы;
- гистограммные методы;
- метод локальных контрастов.

Требования к критериям оценки качества изображений следующие:

- показатели качества для сравнения с критериями должны вычисляться;
- значения критериев должны иметь условный характер (не зависеть от спектра яркости RGB);
- критерии должны быть понятны и наглядны для человека.

Оценку качества изображения обычно связывают с выбором метода обработки изображения. Большая часть методов оценки качества использует сравнение обработанного изображения с изначальным изображением. Среди них можно выделить:

- среднеквадратичную ошибку;
- норму Минковского;
- средний контраст изображения.

Представленные методы наиболее эффективно подходят для отдельных алгоритмов обработки. Но когда требуется использовать несколько средств обработки, то для оценки качества получившегося изображения такие методы не эффективны. И для обобщенной оценки качества наилучшим решением является ИПК.

На основе интегрального показателя качества (ИПК) оценивается качество улучшения изображения по следующей формуле:

$$\text{ИПК} = 0,33\bar{L}_n + 0,27\sigma_n + 0,20K_n + 0,13N_n + 0,07\varepsilon_n,$$

где  $\bar{L}_n$  – средняя яркость изображения,  $\sigma$  – СКО,  $K$  – показатель контраста,  $N$  – число информационных уровней,  $\varepsilon$  – энтропия.

Применение ИПК позволяет в автоматическом режиме получать обобщенную оценку качества изображения, что в дальнейшем можно будет использовать для решения задач автоматизированного выбора алгоритмов улучшения изображения.

#### *Библиографический список*

1. Гонзалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2006. – 1072 с.
2. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А. Цифровая обработка изображений в информационных системах: учеб. пособие. – Новосибирск.: Изд-во НГТУ, 2003. – 352 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://technomag.edu.ru/doc/411847.html> . (Дата обращения: 16.04.2017).
3. Стругайло В.В. Обзор методов фильтрации и сегментации цифровых изображений. – Научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана «Наука и образование», 05.2012. С. 270-280.

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ**

Гомбо А.А.З.

Научный руководитель - Костров Б.В., д-р техн. наук, профессор

Целью данной научной исследовательской работы является создание аналитических и имитационных моделей телекоммуникационных подсистем Ethernet: концентратора, коммутатора и сравнение их характеристик. С помощью разработанных моделей возможно будут исследование основных характеристик данных подсистем. Для концентратора будет исследованы: пропускная способность, времена передачи одного пакета, интенсивности коллизий и их зависимости от интенсивности поступления заявок в подсистему. Для коммутатора: коэффициент загрузки моноканала, среднее время пребывания заявки в очереди и средняя длина очереди.

В результате выполнения работы должны быть созданы аналитические модели, то есть расчет основных характеристик подсистем с помощью формул, разработанных для Ethernet, и имитационные модели, то есть программы на языке моделирования GPSS World Student Version 5.2.2, имитирующие работу подсистем, а также должно быть выполнено их сравнение.



# **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМАТИКИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУР БАЗ ДАННЫХ В КОНЦЕПЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ**

И.Н. Дмитриева

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

Были приведены основные подходы к выявлению знаний и наиболее известные проблемы, встречающиеся при проектировании интеллектуальных систем.

Знание – это выявленные тенденции или существенные связи между фактами и явлениями, представленные в информации [1]. Управление знаниями – процессы сбора, хранения, извлечения и обработки знаний в целях совершенствования деятельности предприятий.

В настоящее время существуют множество моделей представления знаний, но большинство из них можно представить в виде следующих классов: продукционные модели, семантические сети, фреймы, формальные логические модели [2].

Высокоструктурированные знания хранятся в базе знаний в форме, используемой для обработки интеллектуальной системой (логические выводы, решение задач классификации и т.д.). Слабоструктурированные знания существуют в форме, воспринимаемой и используемой при подготовке и принятии решений только человеком.

Структурированность знаний способствует сокращению затрат времени на поиск, хранение и восприятие, а также точность управленческих решений. Эффективность использования знаний в организациях тем больше, чем выше степень их структурированности. Накопление и использование структурированных знаний позволяет сделать операции в бизнес-процессах более эффективными и избежать дублирования работ.

В настоящее время наиболее распространенными решениями в области управления знаниями являются: Protege, OntoEdit, Ontolingua, OpenKnoME, LinkFactory. В работе приведены методы выявления знаний в составе концепций: извлечение знаний (datamining), управления знаний (Knowledge Management), управление эффективностью бизнеса (Business Performance Management).

Реляционные базы данных являются одним из самых популярных и распространенных средств хранения информации. Структуры хранения и обработки информации в базах данных и системах обработки знаний являются малосовместимыми, поэтому возникает проблема взаимодействия этих структур.

Анализ существующих методов выявления знаний показал, что, хотя в данном направлении существует достаточно много исследований, в настоящее время не существует приемлемого решения проблемы формирования структур баз данных в концепции управления знаниями.

## *Библиографический список*

1. Тузовский А.Ф., Чириков С.В., Ямпольский В.З. Системы управления знаниями (методы и технологии) / Под общ. ред. В.З. Ямпольского. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 18 с.
2. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем: учеб. пособие. — СПб.: Изд-во Питер. 2000. – 20 с.

## **РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА**

П.Н. Романенко

Научный руководитель – Костров Б.В., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается вариант реализации web-приложения для контроля производственного процесса, использующий для графического представления процесса нотацию Business Process Model and Notation (BPMN).

Производственный процесс — это направленное, поэтапное превращение исходного материала или набора материалов в конечный продукт, пригодный к использованию или дальнейшей обработке. Можно сказать, что производственный процесс – это совокупность действий, связанных друг с другом, нацеленных на получение какого-либо результата. Процессы могут достигать большой степени сложности и контроль их выполнения становится очень проблематичным. Для упрощения работы с ними необходимо наличие приложения, отслеживающего ход выполнения процесса, и предоставляющего графический интерфейс участникам этого процесса. Следует учесть, что различные этапы выполнения процесса не привязаны к одному месту и, как и его участники, могут находиться в различных регионах или даже на различных континентах. Поэтому лучшим выбором является web-приложение. Такой выбор решает проблему территориальной разнесенности, а также позволит использовать приложение с любого устройства, на котором есть браузер и подключение к интернету. Благодаря системе авторизации возможно разграничить уровни доступа участников к тем или иным элементам процесса.

Для графического представления процесса необходима нотация, т.е. система условных обозначений, предоставляющих набор элементов для описания процесса и правил взаимодействия между ними. В качестве нотации была выбрана BPMN. BPMN понятна как техническим специалистам, так и бизнес-пользователям. Для этого язык использует базовый набор интуитивно понятных элементов, которые позволяют определять сложные семантические конструкции.

Итогом работы является вариант реализации web-приложения для контроля производственного процесса, использующий базовые элементы BPMN-нотации. Приложение позволяет отслеживать ход выполнения процесса, а также просматривать историю выполнения процессов и время, затраченное на каждый этап и на весь процесс в целом, для дальнейшего анализа и оптимизации. Приложение написано на языке Java, для обработки запросов со стороны клиента использовалась технология Servlet, для представления(интерфейса) - JSP, JDBC API используется для работы с базой данных. В качестве базы данных была выбрана OracleDB.

## **ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ**

А.В. Тарасов

Научный руководитель — Кистрин А.В., канд. техн. наук, доцент

Целью данного проекта является технология моделирования и визуализации динамических процессов в системах управления объектами с использованием элементов виртуальной реальности.

Технология состоит из реализации пультов управления при помощи системы трехмерного моделирования и визуализации, имитирования операций взаимодействия пользователя на различные компоненты управления, имитации движения всех элементов при воздействии на них, включает в себя формирование и вычисление функциональной схемы системы управления.

В подавляющем большинстве случаев пульт управления может содержать подложку, управляющие элементы различных типов (различные кнопки, джойстики, экраны, переключатели, регуляторы и т.д.), сигнальные лампочки и прочие элементы управления [1-3]. Если моделируется существующая панель управления, то для создания модели необходимо применять текстуры, полученные из детализированных фотографий пульта и всех его отдельных элементов.

Итогом работы смоделированного оборудования в отдельный момент времени будет являться вектор управляющих сигналов, которые необходимо передать в объекты управления системы. Для вычисления управляющих сигналов пульта управления используются так называемые функциональные схемы. Функциональная схема должна складываться из функциональных блоков, которые имеют определенное число входов и определенное число выходов. Все функциональные блоки должны выполнять одну или несколько функций. Это могут быть арифметические функции, логические, тригонометрические, цифровые формирователи, динамические и другие функции.

### *Библиографический список*

1. Михайлюк М.В., Торгашев М.А., Хураськин И.А. Использование трехмерной визуализации в тренажерных системах управления роботами и манипуляторами. Информационно-измерительные и управляющие системы, 2006 - С. 163.
2. Михайлюк М.В., Торгашев М.А. Визуализация динамики объектов управления в реальном времени. Научная визуализация, 2014. – #5. – С. 69-80.
3. Михайлюк М.В., Торгашев М.А. Синтез виртуальных сцен в реальном режиме времени в видеотренажерных задачах. Научная визуализация, 2014. – С. 27-29.

## **АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ БАЗ ДАННЫХ**

И.В. Хлапов

Научный руководитель — Кистрин А.В., канд. техн. наук, доцент

Целью данного проекта является донесение информации до слушателя о том, какие существуют основные проблемы, связанные с уязвимостью безопасности БД. Почему это происходит, кто это делает и зачем. А также о возможных путях решения данной проблемы.

Есть множество различных средств, с помощью которых можно осуществлять атаки на информационные базы [1-2]. Зачастую эффективность выполнения атаки зависит от:

- настройки конфигурации самой БД;
- архитектуры БД;
- топологии сети;
- человеческого фактора и др.

Из данного факта следует, что и защита строится на тех же принципах что и атаки. Выделяют два вида средств защиты: основные и дополнительные.

Основными средствами, которые защищают информацию, являются следующие:

- защита по паролю;
- защита записей таблиц базы данных и их полей;
- защита объектов базы данных путем выдачи прав доступа пользователю;
- шифрование информации и самой программы.

Дополнительными средствами являются:

- контроль значений, которые соответствуют их типам путем встроенных средств;
- достоверность данных, которые вводятся в программу;
- целостность связей между таблицами;
- совместное использование объектов и др.

### *Библиографический список*

1. Гринченко Н.Н.: Конспект лекций по дисциплине «Базы данных»; РГРТУ; 2015.
2. Бойко В.В., Савинков В.М. Проектирование информационной базы автоматизированной системы на основе СУБД. М.: Финансы и статистика, 1992. 402 с.

## **ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЕ ИНТЕРФЕЙСЫ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

П.Е. Пушкарев

Научный руководитель – Костров Б.В., д-р техн. наук, профессор

Мониторинг производственных процессов, являющийся основной частью системы управления качеством, играет важную роль в жизни любого предприятия.

Мониторинг качества процесса изготовления продукции нуждается в осуществлении следующих задач. Это:

- выбор системы мониторинга;
- выбор объема наблюдений и оценивания.

Приведенные выше задачи, не имеющие официального решения, необходимо решать при помощи группировки знаний о характере конкретного процесса производства и знаний о синтаксических чертах конкретного процесса мониторинга. Желательно реализовать образцовый мониторинг с использованием специальных методов мониторинга, для которого были бы задействованы данные о работе предприятия.

Различные методы, осуществляемые при помощи контрольных карт, необходимы для установления выхода процесса из статической управляемости [1].

Одним из самых основных является метод Шухарта [2,3], который реализован при помощи сочетаний контрольных карт, для расчета свойств которых применяются данные о производственном процессе.

Не менее важным вопросом является сортировка данных производственного процесса. В методе Шухарта используется идея разделенного множества, в соответствии с которой разновидности проверочных данных в различных партиях обязаны соответствовать общим причинам.

Мониторинг производственных процессов предоставляет возможность исследовать данные, нужные для принятия решений.

### *Библиографический список*

1. Клячкин В.Н. Статистические методы в управлении качеством: учеб. пособие для вузов, 2007 - 304 с.
2. Уилер Д., Чамберс Д: Статистическое управление процессами: Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта. М., 2009. – 409 с.
3. Адлер Ю.П., Шпер В.Л.: Контрольные карты Шухарта, 2003. – 78 с.

## **РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ПЛАТФОРМЕ APACHE CORDOVA**

А.В. Гутырчик

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

Целью данной работы является исследование кроссплатформенного инструмента для разработки мобильных приложений.

Платформа Apache Cordova дает возможность веб-разработчикам попробовать себя в создании мобильных приложений, не изучая при этом новые языки программирования. Достаточно на хорошем уровне знать HTML, CSS и JavaScript. На платформе можно создавать современные приложения, исходный код которых легко запустить на любой мобильной операционной системе, а готовый продукт без дополнительных затрат на разработку можно опубликовать в магазине приложений.

Apache Cordova закончил инкубационный период в октябре 2012 года как основной проект в рамках Apache Software Foundation (ASF) [1]. Платформа является бесплатной, но имеет платный аналог под названием PhoneGap, который принадлежит компании Adobe [2].

В данном исследовании выявляются плюсы и минусы использования кроссплатформенного подхода к разработке мобильных приложений, приводятся примеры кода и готовых продуктов.

### *Библиографический список*

1. Официальная документация платформы Apache Cordova [Электронный ресурс]: документация – Режим доступа: <https://cordova.apache.org>, свободный. (Дата обращения: 16.04.2017).
2. PhoneGap vs. Cordova [Электронный ресурс]: статья – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/272873/>, свободный. (Дата обращения: 16.04.2017).

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ**

А.С. Степашкина

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

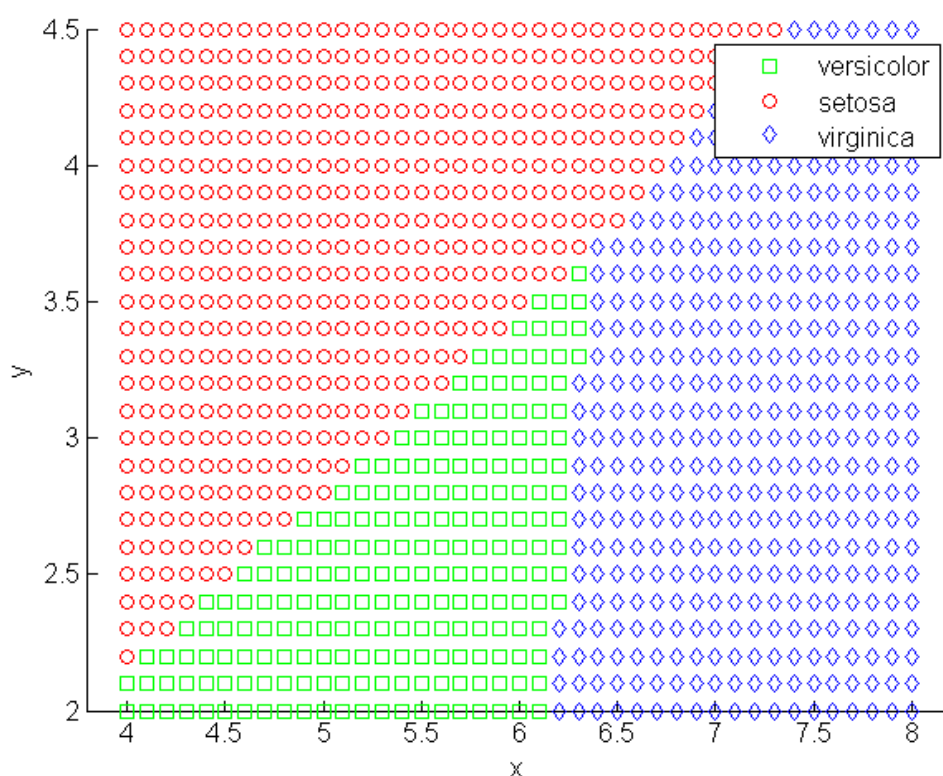
Дискриминантный анализ представляет собой статистический метод, позволяющий изучать различия между двумя и более группами объектов по нескольким переменным одновременно при помощи дискриминантной линии или поверхности [1].

Для классификации образов используются измерения, именуемые признаками. Признак – некоторое количественное измерение объекта произвольной природы. Совокупность признаков одного образа – вектор признаков [2]. Для каждого образа существует единственное значение признаков и каждому значению признаков соответствует только единственный образ – является основным правилом задач классификации объектов. Таким образом, образ, который включает в себя наибольшее значение вектора признаков, относят к определенному классу.

В рамках настоящего доклада был применен метод линейного дискриминантного анализа для решения задачи классификации объектов на примере Ирисов Фишера.

За основу была использована работа Рональда Фишера, который продемонстрировал разработанный им метод дискриминантного анализа. Исходными данными являются значения четырех признаков каждого цветка 150 экземпляров ирисов [50 экземпляров вида Ирис щетинистый (*Iris setosa*), 50 экземпляров вида Ирис виргинский (*Iris virginica*) и 50 экземпляров вида Ирис разноцветный (*Iris versicolor*)]. Признаками ирисов, используемых для принятия решения, являются значения длины и ширины наружной доли околоцветника, а также длины и ширины внутренней доли околоцветника. Задача классификации ирисов ставится следующим образом: на основании известных данных требуется построить правило классификации, которое позволит определить вид ириса по данным измерений (разнести по трем классам 1 – Ирис щетинистый, 2 – Ирис виргинский и 3 – Ирис разноцветный).

Для решения задачи классификации Ирисов Фишера была использована среда MATLAB [3]. На рисунке представлен пример полученных результатов классификации объектов.



Результат классификации ирисов  
на основе метода дискриминантного анализа

#### *Библиографический список*

1. Ким Дж.-О., Мьюллер Ч.У., Клекка У.Р. и др. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 216 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. - М.: Техносфера, 2006. - 1072 с.
3. Официальный сайт компании Mathworks [Электронный ресурс]. – URL: [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com) (дата обращения: 02.04.2017).



# **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НЕЯВНЫХ ЗНАНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ БАЗ ЗНАНИЙ НА ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Ю.А. Строгова

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

Представлено исследование проблематики извлечения неявных знаний в контексте проектирования информационных систем.

Одним из вопросов в рассматриваемой предметной области является процесс организации базы знаний, включающей весь спектр знаний, которые могут быть как формализованы (явные знания, которые можно задокументировать, описать, рассказать), так и не формализованы (неявные знания – личный опыт, «мудрость», убеждения и взгляды человека, что нельзя задокументировать). Исходя из особенности неявного знания, его нельзя представить теми же способами, что и явное знание, для которого существует множество моделей (продукционные, логические, фреймовые, сетевые модели, нейронные сети, генетические алгоритмы и др.). Однако если не учитывать эту форму знания, организация может не достичь успеха в полном объеме, который и должен быть обеспечен за счет формирования исчерпывающей системы управления знаниями, ведь при таком подходе фирма-конкурент может сделать то же самое и в таком случае ни одна не добьется преимущества вовсе [1].

Неявное знание плохо поддается систематизации, и его учет в проектировании системы управления знаниями является затруднительным. Сегодня неявное знание представлено в виде накопленного опыта, совокупности определенных навыков отдельного человека и изначально эти знания необходимо извлечь, т.е. сделать их не только частью знаний индивида.

Знания (явные) и неявные имеют непрерывный взаимный обмен. Японскими исследователями Икуджиро Нонака и Хиротака Такеучи была разработана четырехфазная модель трансформации знания между его явной и неявной формами. Эта модель включает следующие виды трансформации знаний: 1) социализация (обобществление) – передача неявного знания от одного человека к другому; 2) экстернализация (отчуждение) – процесс, рассматриваемый как переход неявного знания в явное в форме некоторого «хранилища» знаний (понимается так же, как «извлечение» знаний); 3) комбинация – совмещение различных частей явного знания для получения нового явного знания; 4) интернализация (усвоение) – извлечение явного знания из хранилища для конкретных нужд человека и трансформация этого знания в неявное [2].

Таким образом, извлечение неявных знаний базируется на превращении этих знаний в явные, чтобы в дальнейшем полученные формализованные знания собрать воедино и передать в базу знаний будущей информационной системы организации.

Консолидация всех знаний требует определенной системы подходов, чтобы достичь необходимого результата: собрать весь объем интеллектуального капитала, обеспечить через информационную систему доступ каждого к нему, а также его периодическое преумножение, так как без этого организация не сможет обеспечить в будущем развитие конкурентных преимуществ.

Основой для формирования базы знаний информационной системы по управлению знаниями должен стать определенный подход, который сможет обеспечить процесс разработки наиболее качественным путем. В основу такого подхода должны быть возложены все лучшие стороны известных методов, алгоритмов и других подходов.

*Библиографический список*

1. Джанетто К., Уилер Э. Управление знаниями. Руководство по разработке и внедрению корпоративной стратегии управления знаниями / Пер. с англ. Е. М. Пестеровой – М.: Добрая книга, 2005. – 192 с.
2. Нонака Икуджиро, Такеучи Хиротака. Компания – создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах / Пер. с англ. А. Трактинского – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2011. – 384 с.

**АРХИТЕКТУРА ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ.  
МАСШТАБИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ**

А.А. Нуров

Научный руководитель — Кистрин А.В., канд. техн. наук, доцент

Целью данного проекта является разработка инструкций по выбору архитектуры приложения исходя из бизнес-логики, нагрузки и финансовых возможностей. Также разработка или совершенствование уже существующих методологий поэтапного масштабирования распределенных систем [1-3].

**Архитектурные решения** — это фундамент построения любых приложений. В том числе и приложений с высокими нагрузками. Важно понимать, что архитектура веб приложения определяет 95% успешности его работы. В том числе и способность справляться с нагрузками.

**Архитектурные решения**

Масштабирование любого Web приложения — это постепенный процесс, который включает следующее.

1. Анализ нагрузки.
2. Определение наиболее подверженных нагрузке участков.
3. Вынесение таких участков на отдельные узлы и их оптимизация.

*Библиографический список*

1. Джон Оллспоу, «Искусство планирование Мощностей».
2. Стив Судерс, «High Performance Web Site».
3. Альфред В. Ахо, Джон Э. Хопкрофт, «Структуры Данных и алгоритмы».

# ПРОГРАММНЫЙ ИМИТАТОР СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЗОМ

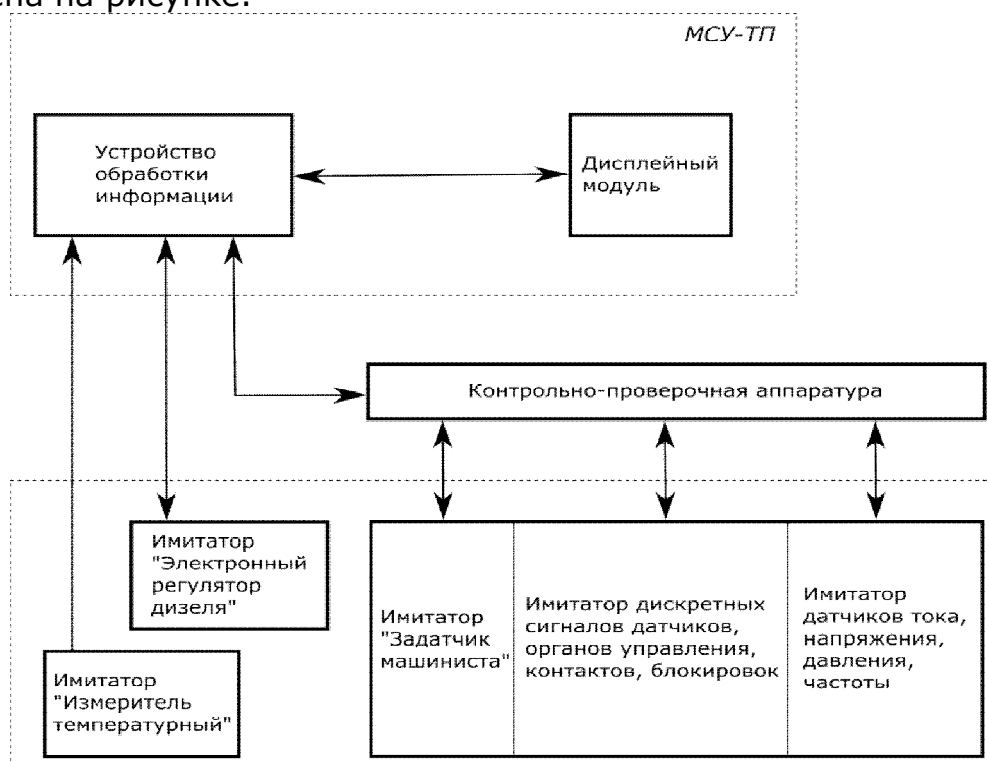
С.З. Гургуров

Научный руководитель – Никифоров М.Б. канд. техн. наук, доцент

Рассматриваются проблемы, возникающие в ходе разработки и отладки программного обеспечения (далее ПО) для современных тепловозов, и способ, позволяющий их разрешить.

Существующие методы разработки ПО современных локомотивов [1-7] подразумевают создание ПО непосредственно на локомотиве или его натурных моделях с использованием дорогостоящего силового оборудования. Кроме того, проверка алгоритмов управляющих программ для современных локомотивов проводится при создании критических условий работы оборудования, вследствие чего возникают мало контролируемые, опасные процессы, которые могут привести к выходу из строя некоторых узлов и агрегатов локомотива. В результате традиционный процесс разработки, отладки и сопровождения управляющих программ для локомотивов оказывается трудоемким, финансово затратен и связан с выводом локомотива из эксплуатации. Для решения данных проблем воспользуемся новым подходом к разработке ПО для современных тепловозов.

В докладе представлен имитатор локомотива (программный стенд), структурное и алгоритмическое обеспечение которого позволяет максимально приближено описать функционирование электрической схемы тепловоза и основных агрегатов. Структурная схема имитатора тепловоза представлена на рисунке.



Структурная схема имитатора тепловоза

Имитатор состоит из следующих блоков:

- имитатор «Электронный регулятор дизеля» воссоздает работу электронного регулятора частоты вращения коленчатого вала дизеля;

- имитатор «Измеритель температурный» воссоздает работу измерителя температурного;
- имитатор «Задатчик машиниста» воссоздает работу контроллера машиниста тепловоза;
- имитатор дискретных сигналов датчиков, органов управления, контакторов, блокировок воссоздает дискретные сигналы тепловоза, необходимые для работы ПО устройства обработки информации (далее УОИ);
- имитатор датчиков тока, напряжения, давления, частоты, воссоздает аналоговые, частотные сигналы тепловоза необходимые для работы ПО УОИ;
- контрольно-проверочная аппаратура используется в имитаторе для максимальной реалистичности воссоздания дискретных, аналоговых и частотных сигналов;
- микропроцессорная система управления, регулирования и диагностики тепловоза (далее МСУ-ТП) предназначена для управления и регулирования режимами работы основного и вспомогательного оборудования тепловоза и выполнения функций бортового диагностического устройства. Имитатор использует только УОИ и дисплейный модуль (далее ДМ), так как это основные узлы системы МСУ-ТП, которые реализуют работу управляющей программы.

Имитатор позволяет воссоздать работу основных узлов локомотива, необходимых для работы системы МСУ-ТП, что способствует проверке и отладке большинства имеющихся алгоритмов. Также имитатор незаменим при разработке новых алгоритмов, так как позволяет приступить к кодированию, отладке и проверке правильности выполнения ПО без наличия локомотива.

#### *Библиографический список*

1. Филонов С.П., Гибалов А.И. Быковский В.Е. Тепловоз 2ТЭ116. – М.: Транспорт, 1985. – 328с.
2. Собенин Л.А., Бахолдин В.И., Зинченко О.В., Воробьев А.А. Устройство и ремонт тепловозов. – М.: Академия, 2004. – 416с.
3. Бабков Ю.В., Ким С.И. Система МСУ-ТП на тепловозе 2ТЭ116У. Журнал «Локомотив». 2009. №4. С. 14-19.
4. Сергеев С.В. Федоров М.В. Система МСУ-ТП на тепловозе 2ТЭ116У. Журнал «Локомотив». 2009. № 8. С. 15-18.
5. Тепловоз 2ТЭ116У. Руководство по эксплуатации. Часть 1: описание и работа. Луганск: ПАО «Лугансктепловоз». 2007 – 149с.
6. Душкин А.В., Новосельцев В.И., Сумин В.И. Моделирование систем управления и информационно-технического обеспечения. – М.: Горячая Линия - Телеком, 2015. – 192с.
7. Пупков К.А. Моделирование и испытание систем автоматического управления. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 88с.

## **СЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ»**

### **РАСЧЁТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЛБВ 3-ММ ДИАПАЗОНА**

И.О. Бычков

Научный руководитель – Сазонов Б.В., в.н.с, канд. техн. наук

Был выполнен расчёт ЭОС ЛБВ 3-мм диапазона, включающей пушку, пролётный канал и коллектор. На основе ТЗ был проведен оценочный расчёт будущей ЛБВ. Из расчёта были получены длина пролётного канала, диаметр его поперечного сечения, шаг магнитной фокусирующей системы, условие рекуперации на коллекторе и т. д. За основу были взяты два варианта пушек с разной геометрией. Первый вариант – классическая 3-х электродная конструкция, состоящая из катода, фокусирующего (управляющего) электрода, анода. Второй вариант – конструкция с дополнительным фокусирующим электродом, часть которого расположена непосредственно на катоде. Для каждой из них были подобраны параметры геометрии, обеспечивающие нужное положение кроссовера и нужную компрессию. Положение кроссовера и компрессия подбирались таким образом, чтобы обеспечивались нужное токопрохождение, заполнение и ламинарность потока электронов в зоне взаимодействия ЛБВ. Далее рассчитывалось запирающее напряжение, в результате чего было определено, что запирающее напряжение относительно напряжения катода в рассматриваемых вариантах значительно отличалось. Выбор геометрии пушки первого варианта был обусловлен меньшим значением запирающего напряжения.

Была рассчитана оптика выбранной пушки с учётом тепловых уходов катода и фокусирующего электрода. Результатом расчёта стал вывод о том, что тепловые уходы дают некоторое влияние на положение кроссовера и компрессию, что, в свою очередь, влияет на ламинарность пучка электронов в пролётном канале. В данной работе тепловые уходы предлагается компенсировать небольшим повышением напряжения на фокусирующем электроде выбранной пушки.

После всех необходимых расчётов была спроектирована пушка ЛБВ и подготовлена техническая документация для неё. Затем была построена 3D-модель пушки в программе SOLIDWORKS, разработана технология сборки пушки. Основной трудностью, с которой столкнулись при проектировании пушки, стала необходимость обеспечить высокие рабочие напряжения при малых размерах межэлектродных промежутков. Кроме того, необходимо было обеспечить требуемые точности и соосности деталей, входящих в изготавливаемый узел пушки. О решении этих проблем будет рассказано в следующих докладах.

На основе расчётов ЭОС ЛБВ была построена 3D-модель коллектора, необходимая для тепловых расчётов. В результате расчёта и конструирования был разработан коллектор с минимальными тепловыми нагрузками.

# **РАЗРАБОТКА ГЕНЕРАТОРНОГО МОДУЛЯ, СТАБИЛИЗИРОВАННОГО ВЫСОКОДОБОТНЫМ РЕЗОНАТОРОМ В 5-ТИ ММ ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН**

А.Ю. Абрамова

Научный руководитель - Поляков А.В., канд. техн. наук, с.н.с.

Данная работа посвящена разработке генераторного модуля волноводного типа, стабилизированного высокодобротным резонатором в 5-мм диапазоне длин волн.

Генераторный модуль предназначен для формирования непрерывного СВЧ сигнала в диапазоне 5 мм с низким уровнем фазовых и амплитудных шумов и высокой стабильностью частоты при уровне выходной мощности не менее 100 мВт. В состав модуля входят СВЧ генератор на полупроводниковом диоде, высокодобротный резонатор, источник питания и вентиль. Для выполнения комплекса специфических требований по стабильности частоты фазовым и амплитудным шумам генератор построен по схеме из 2-х последовательно связанных контуров.

Теоретические и экспериментальные исследования различных режимов работы многоконтурных генераторов [1] показали целесообразность применения вполне определенного метода их настройки, наилучшим образом удовлетворяющей заданным требованиям. Для обеспечения режима параметрической стабилизации и перестройки частоты связь между генераторным и стабилизирующим контурами выбирается больше критической. При этом в качестве рабочего выбирается один из двух собственных видов колебаний такой 2-х контурной системы. Необходимая связь между контурами обеспечивается размерами окна связи в резонаторе, которые рассчитывались с учетом получения минимального коэффициента отражения [2].

Разработанный генераторный модуль отвечает следующим техническим требованиям:

- значение рабочей частоты:  $57 \pm 0,03$  ГГц;
- среднеквадратичное значение паразитной девиации частоты: не более 5 кГц;
- уровень непрерывной мощности выходного сигнала: не менее 100 мВт;
- относительный уровень спектральной плотности мощности амплитудных шумов при отстройке от несущей на 100 кГц: не более -140 дБ/Гц;
- напряжение источника питания: 45 В;
- ток источника питания: не более 150 мА.

Указанные требования обеспечиваются при изменении температуры окружающей среды от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+70^{\circ}\text{C}$ .

## *Библиографический список*

1. Зырин С.С. Аналитический метод расчета стабилизированного полупроводникового генератора волноводного типа. «Электронная техника», сер.1 «Электроника СВЧ», 1980 г. вып.7, с.25.
2. Лебедев И.В. Техника и приборы сверхвысоких частот, т.1. - М.-Л.: Госэнергоиздат, 1961.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ДВУХРЕЖИМНОГО ШИРОКОПОЛОСНОГО КЛИСТРОНА**

А.С. Арефьев

Научный руководитель – Пугнин В.И., канд. техн. наук, доцент

Многолучевые усилительные клистроны (МЛК) являются основой передатчиков современных перспективных бортовых, морских и наземных радиоэлектронных систем. Многолучевые конструкции клистронов на основном и высших видах колебаний позволяют уменьшить питающие напряжения, массу прибора, увеличить полосу рабочих частот и значительно уменьшить габариты радиопередающих устройств.

В данной работе исследуется возможность создания двухрежимного широкополосного клистрона - работающего как в импульсном, так и непрерывном режиме. На первом этапе была поставлена задача разработать оптимальный вариант настройки резонаторной системы, который одновременно обеспечивает выходную мощность не менее 170 кВт в импульсном режиме и не менее 800 Вт в непрерывном режиме при входной мощности не более 30 Вт.

Были осуществлены расчеты в программе проектирования и исследования одно- и многолучевых усилительных клистронов. Исходным вариантом расчета послужил существующий 15-ти лучевой клистрон с рабочей полосой 100 МГц. Исследованы различные схемы настройки линейного группирователя 1-2-3..., 2-1-3... и 3-1-2...(номера резонаторов и их порядок следования на частотной оси рабочей полосы) [1]. Основные трудности расчета заключались в достижении необходимого уровня КПД в непрерывном режиме. Схема 2-1-3... позволила получить наиболее приемлемый вариант конструкции, за счет подбора частот резонаторов и их добротностей. В импульсном режиме выходная мощность составила более 180 кВт. Для обеспечения необходимых параметров в непрерывном режиме потребовалось снизить напряжение катода, что позволило получить выходную мощность более 940 Вт. В одном из расчетов на вход клистрона была поставлена фильтровая система, но это не обеспечило нужный КПД в непрерывном режиме и данный вариант больше не рассматривался.

Второй этап исследования заключался в оценке электронно-оптической системы по двумерной программе. Расчеты показали некоторые сложности в формировании равномерного пучка и препятствии оседанию электронов на стенках пролетной трубы. На данный момент ведутся расчеты с разными расстояниями сетка-анод и подбирается оптимальная допустимая величина магнитного поля.

1. Варнавский А. Н. Оптимальное группирование в широкополосных клистромах. – «Электронная техника», сер. 1. «Электроника СВЧ», 1983, № 12, с. 3-14.

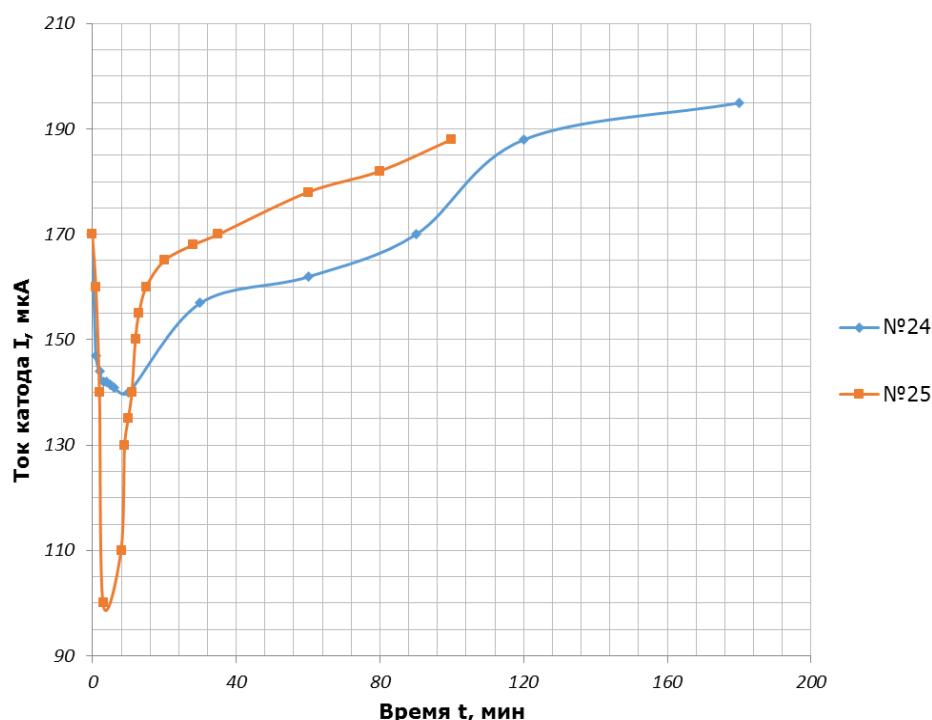
## ВЛИЯНИЕ СВЧ ОБРАБОТКИ НА ЭМИССИЮ КАТОДОВ В ЦИКЛОТРОННЫХ ЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Д.Ю. Архипов, Г.А. Жабин

Циклотронные защитные устройства (ЦЗУ) - электровакуумные СВЧ-приборы, предназначенные для работы во входных каскадах приемников импульсных РЛС в качестве устройств, обеспечивающих защиту от СВЧ-мощности и усиление сигнала с малым коэффициентом шума. Достоинством ЦЗУ является предельно малое время восстановления их чувствительности после воздействия СВЧ-мощности, что позволяет создавать РЛС с высокой частотой повторения импульсов и длительностью импульсов от наносекунд до миллисекунд [1].

В ЦЗУ используются молекулярно-напыленные оксидные катоды. Для нанесения покрытия на керны катодов используется метод ионно-плазменного напыления, что позволяет получать эмиссионные покрытия плотностью 4-4,5 г/см<sup>3</sup>.

Данные катоды устанавливались в катодно-подогревательные узлы приборов и после откачки до давления  $1 \cdot 10^{-8}$  мм рт. ст. поступали на стенд тренировки эмиссии, где снимались недокальные характеристики зависимости тока эмиссии от накала. На данные приборы на входной резонатор подавалась СВЧ мощность при включенном токе накала катода. На приборы №24 и №25 на вход резонаторов подавалась непрерывная мощность 10 Вт. Ниже показан график влияния входной СВЧ мощности на эмиссию молекулярно-напыленных катодов.



Влияние входной СВЧ мощности на эмиссию катодов

После подачи на входной резонатор прибора СВЧ мощности происходит резкое падение тока эмиссии, в течение 80-160 минут происходит восстановление тока эмиссии. Увеличение тока накала в процессе подачи мощности ускоряет процесс восстановления эмиссии.



После восстановления тока эмиссии были вновь получены недокальные характеристики. Недокальные характеристики совпадали с начальными до подачи мощности или сдвигались влево. Падения эмиссии не происходило, а происходила стабилизация тока эмиссии.

Проведен анализ полученных результатов. Изучены причины ухудшения эмиссии и ее последующего восстановления. Рассмотрена физика процессов при подаче на входной резонатор СВЧ мощности.

Под влиянием СВЧ мощности происходит улучшение и стабилизация эмиссионных характеристик прибора, повышается его надежность. Подача СВЧ мощности на входной резонатор является дополнительной тренировкой катода.

#### *Библиографический список*

1. Электронные приборы СВЧ на быстрой циклотронной волне электронного потока / Ю.А.Будзинский, С.В.Быковский, С.П.Кантюк, М.А.Мастрюков // Радиотехника.-1999.-№4.-С.32.

### **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОЛУЧЕВОЙ ОДНОСЕКЦИОННОЙ ЛБВ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА**

Н.А. Сычев

Научный руководитель – Сазонов Б.В., канд. техн. наук,  
в.н.с. АО «НПП «Исток» им. Шокина»

За последние годы интерес к ЛБВ миллиметрового диапазона значительно повысился в связи с развитием систем радиолокации и связи. Перспективным направлением является разработка односекционных ЛБВ многолучевой конструкции. В данной работе представлены результаты разработки шести лучевой односекционной ЛБВ 8 – миллиметрового диапазона с выходной мощностью 200 Вт и коэффициентом усиления 17 дБ.

Было рассчитано замедление электромагнитной волны, необходимое для эффективного взаимодействия волны с электронными пучками. Путем компьютерного моделирования определена геометрия замедляющей системы, обеспечивающей необходимое замедление. Рассчитана дисперсионная характеристика замедляющей системы и сопротивление связи.

Так же с помощью компьютерного моделирования определена геометрия электронно – оптической и магнитной систем прибора.

Произведена сборка и пайка замедляющей системы прибора для исследования на «холодных» измерениях, которые заключались в измерении КСВн в рабочем диапазоне частот. Измерения показали, что КСВн в рабочем диапазоне частот не превышает 1.7, что говорит о хорошем качестве спроектированной замедляющей системы.

## **РАЗРАБОТКА ГИБРИДНО-ИНТЕГРАЛЬНОГО УСИЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ 2-Х СМ ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН С ВЫХОДНОЙ НЕПРЕРЫВНОЙ МОЩНОСТЬЮ 10 Вт**

Р.А. Земсков

Научный руководитель - Поляков А.В., канд. техн. наук, с.н.с.

Рассматривается ряд задач по проектированию гибридно-интегрального усилителя мощности. Расчет цепей согласования транзисторов является основой проектирования усилительных каскадов. Процесс разработки усилителя подразумевает наличие синтеза и анализа структуры. В представленной работе анализ проводился в программной среде AWR Design Environment. Программа позволяет проектировать электромагнитные структуры с произвольной геометрией, кроме того, имеется возможность автоматизировать процесс выбора наилучшей комбинации параметров ЭМ модели с помощью функции оптимизации.

Среда AWR DE предлагает большой набор встроенных методов оптимизации, однако, в случае работы с электромагнитной моделью необходимо предварительно воспользоваться процедурой экстракции ЭМ структуры из схемы с параметризованными элементами. Предполагается, что пользователь обязан спроектировать первоначальную топологию оптимизируемой модели, используя фиксированный набор встроенных микрополосковых элементов с различными параметрами и математическим описанием. В качестве параметров элементов могут быть заданы длина, ширина, угол поворота, поверхностное сопротивление. Параметры могут принимать различные значения. На основе схемы микрополосковых элементов и комбинации заданных значений параметров производится экстракция (извлечение) топологии, после чего расчет будет проводиться путем электромагнитного анализа извлеченной структуры. Однако предложенный вариант обладает некоторыми существенными ограничениями. Большие трудности возникают при попытке синтезировать топологию сложной формы, например диагональный разрез на сгибе микрополосковой линии. При использовании экстракции возможно получить разомкнутую цепь в местах с сильным «утончением» линии либо короткое замыкание там, где имеются перекрывающиеся элементы топологии схемы. Самым ощутимым недостатком такого синтеза является невозможность учитывать материал элементов топологии. По условию всем частям схемы будет присвоен один материал – идеальный проводник.

В связи с описанными недостатками, большой необходимостью является разработка метода, позволяющего проводить оптимизацию исключая минусы предложенного в AWR варианта. В результате работы был написан программный модуль на языке Visual Basic for Application (WinWrap Basic), осуществляющий непосредственное построение, анализ и оптимизацию заданной топологии схемы. Были выявлены тонкости работы с компонентами среды AWR DE Scripting Editor. Был произведен электромагнитный расчет и оптимизация согласующего трансформатора входной и выходной цепи усилительного каскада.

# **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЛНОВЫХ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ГИРОСКОПОВ В НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Н.А. Лисовецкий

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

Проанализированы безроторные гироскопические датчики первичной информации, на базе которых построены современные системы управления движением, ориентации и навигационные устройства подвижной техники. Описаны особенности и задачи, решаемые с помощью навигационных систем, их виды и предъявляемые к ним требования.

Для каждого типа гироскопов существует рациональная ниша его применений; при этом необходимо учитывать их основные характеристики: точность, эксплуатационную надежность, массу, габариты, потребляемую мощность и стоимость. По вышеперечисленным характеристикам выделены наиболее перспективные приборы для современной техники: волоконно-оптические гироскопы (ВОГ), лазерные (ЛГ), микромеханические (ММГ) и волновые твердотельные гироскопы (ВТГ) [1].

Особое внимание уделено ВТГ, работа которого основана на использовании инерционных свойств стоячей волны в тонкостенном упругом кольце. Описан физический принцип его действия, конструкция основных элементов и особенности работы функциональной электроники.

Основная часть работы заключалась в сравнительном анализе основных характеристик ВТГ с характеристиками других гироскопов, а также с требованиями, предъявляемыми к бесплатформенным инерциальным навигационным системам (БИНС) летательных аппаратов. По результатам сравнения установлено, что ВТГ полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к БИНС летательных аппаратов, и обладает рядом преимуществ перед остальными гироскопами: большой срок службы, маленькие габариты, масса и потребляемая мощность, высокая точность, устойчивость к перегрузкам, вибрациям, прерыванию подачи электропитания, воздействию ионизирующего излучения, малое время готовности, широкий диапазон рабочих температур, конструктивная простота механических узлов, возможность применения автоматизированного производства.

Подводя итоги, можно с уверенностью сказать, что инерциальные навигационные системы на ВТГ являются перспективными датчиками угловой скорости для использования на борту гражданской и военной техники, в том числе летательных аппаратах [2].

## *Библиографический список*

1. Галкин В. Перспективные гироскопы летательных аппаратов. Германия.: LAP Lambert Academic Publishing, 2013. – 156 с.
2. Жанруа А., Буве А., Ремиллье Ж. Волновой твердотельный гироскоп и его применение в морском приборостроении// Гироскопия и навигация. – СПб., 2013. – № 4. – С. 24-34.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ИЗЛУЧЕНИЯ ФОТОЛЮМИНОФОРА В ИМПУЛЬСНОМ РАЗРЯДЕ**

В.В. Дуюнов

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

Работа посвящена исследованию фотолюминофоров в импульсном режиме. Цель данной работы заключается в изучении особенностей видимого излучения красного и синего фотолюминофора в разных условиях работы для повышения яркости и эффективности работы люминофоров.

Исследуемые люминофоры имеют разный состав, и их интенсивность излучения достаточно сложно зависит от разных режимов работы и разных газов наполнения ячейки.

В задачу исследования входило определение условий достижения наибольшей светоотдачи ФЛФ в генерируемой ими области видимого излучения без излучения разряда в импульсном режиме. Исследовались люминофоры красного цвета ФГИ-627 и синего цвета ФГИ-455-2. Для устранения влияния излучения разряда на показания измерителя OPT209P применялись светофильтры.

В ходе исследований необходимо измерять величину подводимой к разряду мощности и интенсивность излучения в импульсном режиме.

Для проведения исследований была разработана экспериментальная методика изучения фотолюминофоров, рассмотрены различные методы и варианты исследования. Методика основана на изучении временных характеристик излучения фотолюминофоров в широком диапазоне длительностей и частот следования импульсов [1]. Для работы плазменных панелей была разработана и изготовлена на базе лабораторного стенда установка. В аппаратную часть установки входят: универсальный блок питания УИП-1, генератор импульсов Г5-63, осциллограф Tektronix TDS 2024B. В качестве преобразователя излучения в электрический сигнал используется оптоэлектронная интегральная схема с фотодиодом OPT209P фирмы Burr-Brown.

Объект исследования - опытный образец плазменной панели, изготовленный в НИИ ГРП «Плазма» г. Рязань. Плазменная панель размером 24 на 8 ячеек размером 25х5 мм с люминофорами трех цветов.

По результатам экспериментальных исследований, проведенных на опытном образце, можно сделать выводы по эффективности излучения люминофоров красного и синего цветов.

1. Чижиков А.Е., Лебедь В.Н. Исследование причин ограничения яркости фотолюминофоров в плазменных индикаторах // Вестник РГРТА. 2004. Вып. 14. С. 90-93

## МОЩНОГО УСИЛИТЕЛЯ X ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН

А.С. Ефимов

Научный руководитель – Темнов А.М., канд. техн. наук,  
с.н.с. АО «НПП «Исток» им. Шокина»

Для разработки ГМИС мощного усилителя X диапазона были выбраны 2 вида транзисторов: мощный транзистор «Принц 4-70» - для использования его в виде однокаскадного ВУМ (выходного усилителя мощности) и транзистор «Курс-Т» для применения его в однокаскадном ПУМ (предварительном усилителе мощности). Были измерены S-параметры обоих транзисторов и зависимость выходной мощности от переменной нагрузки (Load Pull) транзистора «Курс-Т». С полученными S-параметрами была произведена процедура deembedding, вычлняющая влияние соединительных копланарных линий и проволок, соединяющих контактные площадки транзистора с копланарной линией. Процедура производилась в пакете прикладных программ ADS.

Применяя S-параметры транзисторов в виде активных элементов, были построены принципиальные схемы ГМИС ВУМ и ПУМ. В пакете прикладных программ ADS построена топология входных и выходных согласующих цепей мозаичной конструкции [1], произведен их электромагнитный расчет. Оптимизация согласующих цепей проведена из условий достижения минимального КСВН по входу и максимальной выходной мощности  $P_{вых}$ .

Были собраны несколько ГМИС ВУМ и ПУМ. Усилители настроены на частоте 10 ГГц с полосой пропускания  $\pm 10\%$ .

### Выходные параметры полученных ГМИС

	Параметр	ПУМ	ВУМ
Настроенный на максимальную выходную мощность	$P_{вых}$ , Вт (дБм)	0.5 (26.96)	3.2 (35.09)
	КПД, %	49.95	23.5
	$K_u$ , дБ	12.24	9.07
	КСВН <sub>вх</sub>	1.36	1.78
Настроенный на максимальный КПД	$P_{вых}$ , Вт (дБм)	0.47 (26.77)	2.9 (34.6)
	КПД, %	54.54	30.2
	$K_u$ , дБ	12	8.7
	КСВН <sub>вх</sub>	1.41	2

По структуре входных и выходных согласующих цепей ВУМ и ПУМ были определены оптимальные нагрузки применяемых транзисторов для двух видов настройки – максимальная выходная мощность и максимальный КПД.

В качестве математической модели используемых рНЕМТ-транзисторов были построены их линейные эквивалентные схемы. Паразитные параметры эквивалентной схемы определялись путем экстракции из S-параметров транзистора в режиме отсечки без приложенного напряжения на сток. Внутренние параметры вычислялись с помощью прямого метода, который основан на расчете значений, используя Y-параметры транзистора в рабочем режиме. Полученные линейные эквивалентные схе-

мы имеют хорошее совпадение с экспериментальными данными и могут использоваться при дальнейшей разработке ГМИС мощного усилителя.

1. Темнов А.М. Исследование и создание гибридно-монокристаллических усилительных и преобразовательных приборов СВЧ на малошумящих бескорпусных полевых транзисторах в диапазоне от 0,3 до 18 ГГц, 1986

## **РАСЧЕТ СВЕРХМОЩНОГО ПРИБОРА С ВЫХОДНОЙ ИМПУЛЬСНОЙ МОЩНОСТЬЮ НЕ МЕНЕЕ 10 МВт В S ДИАПАЗОНЕ**

Д.С. Моисеев

Научный руководитель – Юнаков А.Н., кандидат техн. наук

В настоящее время сверхмощные клистроны входят в список лидирующих усилителей мощности, предназначенных для питания мощных линейных ускорителей элементарных частиц.

В данной работе был произведен расчет сверхмощного клистрона с выходной импульсной мощностью более 10 МВт, выходной средней частотой 10 кВТ, с величиной рабочей частоты 3 ГГц и подводимой мощностью 25 МВт.

Для разработки такого прибора сначала проводился предварительный расчет, в котором были получены основные характеристики клистрона:

- ускоряющее напряжение 200 кВ;
- ток катода 125 А;
- первеанс пучка  $1,398 \text{ мкА/В}^{3/2}$ .

Далее рассчитывалась резонаторная система для различных длин труб дрейфа, радиусов канала, значений входных мощностей. Было установлено, что использование 4-х резонаторной системы не обеспечивает достаточной величины КПД. Поэтому применили конструкцию с 5 резонаторами.

В ходе расчетов были определены следующие оптимальные характеристики резонаторной системы:

- количество резонаторов  $N=5$ ;
- длины пролетных труб  $L=6,5 \text{ см}$ ;
- радиус канала  $r_k=1,2 \text{ см}$ ;
- протяженность зазора резонатора  $d=1,4 \text{ см}$ ;
- входная мощность  $P_{вх}=2000 \text{ Вт}$ .

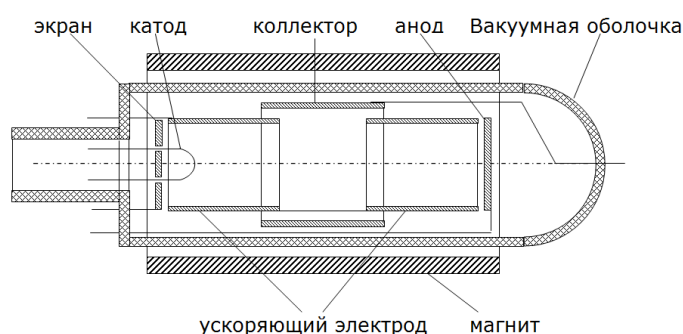
Данные параметры удовлетворяют техническому заданию и обеспечивают оптимальную работу прибора.

# ИОНИЗАЦИОННЫЙ МАНОМЕТРИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

К.Х. Нгуен

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

Основной причиной, ограничивающей нижний предел измерения давления газов ионизационными манометрами, является фоновый ток коллектора ионов, обусловленный мягким рентгеновским излучением, возникающим при торможении электронов на сеточном аноде. Основным способом снижения фонового тока в существующих манометрических преобразователях является уменьшение площади коллектора ионов [1]. Так в ионизационных манометрах Баярда-Альперта за счёт снижения площади коллектора ионов достигнут нижний предел измерения давления  $1,5 \times 10^{-10}$  мм рт.ст.



Манометрический преобразователь

Для расширения нижнего предела измерения давления газа предлагается манометрический преобразователь (см. рисунок), в котором интенсивность мягкого рентгеновского излучения уменьшается за счёт существенного снижения энергии электронов на аноде по сравнению с существующими ионизационными преобразователями.

На ускоряющие электроды подаётся положительное напряжение относительно катода, например 120 В, которое ускоряет электроны, эмитируемые катодом. Это напряжение обеспечивает эффективную ионизацию молекул газа. Положительные ионы газа собираются коллектором, находящимся под нулевым потенциалом. Осевое магнитное поле, порядка 30 мТл, используется для предотвращения попадания электронов на ускоряющие электроды без столкновения с молекулами газа. На анод датчика подаётся положительное напряжение, существенно меньшее напряжения на ускоряющих электродах, например 20 В. Это напряжение примерно на порядок меньше напряжения на аноде в существующих манометрических преобразователях (150 – 200 В), что обеспечивает низкий уровень тормозного излучения. Кроме этого, коллектор ионов частично экранируется ускоряющими электродами, а магнитное поле возвращает часть фотоэлектронов с коллектора назад на поверхность коллектора.

Экспериментально подтверждена работоспособность манометрического преобразователя. Исследовано влияние электрического режима на характеристики манометрического преобразователя. Установлено, что зависимость тока коллектора от давления воздуха линейна в пределах  $10^{-6}$  до  $10^{-4}$  мм рт. ст. Манометрическая чувствительность составила  $1000 \text{ (мм рт. ст.)}^{-1}$ .

## Библиографический список

1. Розанов Л.Н. Вакуумная техника - М.: Высшая школа, 1990.

## **РАСЧЕТ МОЩНЫХ ПРИБОРОВ КЛИСТРОННОГО ТИПА В СУБМИЛЛИМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ**

Р.Н. Новиченков, И.А. Тройников

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

Приборами субмиллиметрового диапазона могут быть фотоэлектронные, твердотельные, гиротроны и лазеры на свободных электронах. Однако у всех этих приборов есть существенные недостатки: большая масса и габариты или маленькая мощность, не превышающая 100 мВт. Поэтому усилия разработчиков направлены на создание мощных вакуумных усилительных и генераторных приборов данного диапазона, таких как лампы бегущей волны и приборы клистронного типа.

Мощные приборы клистронного типа в настоящее время находят широкое применение в различных областях науки и техники. Такие приборы могут использоваться в военной технике, для передачи информации на длинные расстояния, в ускорительной технике и т.д. Приборы терагерцевого (ТГц) диапазона позволяют увеличить скорость передачи сигнала, повысить скрытность и помехозащищенность систем передачи информации [1].

Разработка мощных вакуумных приборов имеет ряд проблем:

- уменьшение поперечного сечения катода;
- применение резонаторов с высоким волноводным сопротивлением;
- специальная технология разработки резонансной системы и конструкции коллектора.

Данные проблемы решают ученые и инженеры разных стран, которые предлагают разные варианты решения:

- использование ленточных лучей;
- использование модифицированных термокатодов;
- применение новых технологий изготовления деталей прибора;
- использование многозазорных резонаторов.

Целью работы является создание резонансной части автогенератора субмиллиметрового диапазона с высоким электронным КПД.

Исследование проводилось по программе «MREZ», основанной на численно-аналитической модели, без учета пространственного заряда. Расчеты проводились на п-виде колебаний с разным числом зазоров (от 3-х до 8-ми зазоров). Оптимизационные исследования показали рост электронного КПД от 70% на трехзазорном резонаторе до 87% на восьмизазорном резонаторе.

Начальные результаты расчетов показали высокую эффективность работы автогенераторов на многозазорных резонаторах в субмиллиметровом диапазоне. Полученные результаты могут также использоваться для разработки мощных многолучевых автогенераторных приборов клистронного типа.

1. Григорьев, А.Д. Проблемы разработки источников мощного когерентного излучения терагерцевого диапазона / Материалы 4-й Всероссийской научно-технической конференции, "Микроэлектроника СВЧ". Санкт-Петербург, 1-4 июня 2015г., с.139-143.



## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОПОЛОСКОВОГО ФЕРРИТОВОГО X – ЦИРКУЛЯТОРА ДЛЯ КОМПЛЕКТАЦИИ СВЧ СУБМОДУЛЯ АФАР**

Н.Е. Полякова

Научный руководитель – Семенов М.Г., канд. техн. наук,  
начальник сектора НПК-9 АО "НПП "Исток" им. Шокина"

Важную роль во всех радиосистемах играют микрополосковые ферритовые развязывающие приборы (МФРП). МФРП определяются в основном его рабочим телом – ферритом, электромагнитные параметры которого и обеспечивают невзаимность МФРП.

Для комплектации СВЧ модулей АФАР РЛС к ферритовым развязывающим приборам (ФРП) предъявляется сочетание требований: миниатюрность, широкополосность и, в частности, малость прямых потерь на повышенном (ПУМ) или высоком (ВУМ) уровнях входной импульсной мощности, что и было реализовано в разработанных для этих целей X – циркуляторах.

В качестве базовой конструкции МФРП для СВЧ субмодулей выбран вариант X – циркулятора. В сборе конструкция X – циркулятора состоит из ферритовой платы из двух спаренных Y – циркуляторов, на которую через диэлектрические диски (стеклотекстолит) приклеены постоянные цилиндрические магниты.

Конструкция циркулятора проста, но изготовление достаточно сложный процесс. Для конструирования микрополоскового X – циркулятора и получения необходимых электрических характеристик необходимо выбрать материал платы, провести расчеты параметров платы, топологии, магнитной системы. При конструировании циркулятора учитываются следующие параметры: диапазон рабочих частот, потери в прямом и в обратном направлениях, коэффициент стоячей волны по напряжению [1]. Для измерения электрических параметров X – циркулятора применяется следующая аппаратура: анализатор цепей векторный P4M – 18, измеритель КСВн панорамный P2 – 61.

Изделия должны быть стойкими к воздействию механических, климатических, биологических факторов и специальных сред. Технологический процесс включает в себя различные испытания на работоспособность. Отметим некоторые из них: испытания на воздействие механических ударов одиночного действия, испытания на воздействие синусоидальной вибрации, испытания на воздействия повышенной и пониженной температур и т.д. После успешного прохождения этих испытаний прибор является годным к использованию.

У X – циркулятора есть недостаток – узкая полоса частот, но есть и ряд достоинств: небольшая масса и габариты, технологичность, большой срок службы, надежность, простота настройки и малые потери.

1. Вамберский М.В., Абрамов В.П. и др. Конструирование ферритовых развязывающих приборов СВЧ. М.: Радио и связь, 1982.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЛНОВОГО ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ГИРОСКОПА В РЕЖИМЕ РЕГИСТРАЦИИ УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ**

Л.А. Рязанова

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

Принцип действия волнового твердотельного гироскопа (ВТГ) заключается в определении зависимости положения механической стоячей волны, возбужденной внешним воздействием в кольцевом (полусферическом) резонаторе.

ВТГ способен функционировать в двух режимах – датчика угла (ДУ) и датчика угловой скорости (ДУС). Они различаются друг от друга не только информацией на выходе, но и схемой, и принципом обработки выходных данных.

Сведения об угловом перемещении ВТГ в режиме ДУ определяются на основании перемещения стоячей волны относительно резонатора.

В режиме ДУС для определения угловой скорости вращения необходимо измерять величину сигнала, используемого для подавления колебаний в узлах.

Отметим основные отличительные особенности каждого из режимов работы ВТГ. Во-первых, выходной информацией в режиме ДУ является ориентация стоячей волны, в режиме ДУС – угловая скорость.

Во-вторых, важной точностной характеристикой ВТГ является стабильность амплитуды колебаний стоячей волны. В режиме ДУ данное условие выполняется с помощью кольцевого электрода и подаваемого на него параметрического возбуждения. В режиме ДУС кроме постоянства амплитуды необходимо удерживать стоячую волну в одном и том же положении относительно резонатора. Для этих целей применяется позиционное возбуждение восемью внешними электродами, что существенно упрощает конструкцию электронной системы управления.

В-третьих, в режиме ДУ отсутствует ограничение по входной скорости ВТГ, а в режиме ДУС данная величина ограничена максимальной угловой скоростью ВТГ.

В-четвёртых, очень сильно на точностные характеристики гироскопа влияет наличие квадратурных колебаний, образованных в результате погрешности расположения датчиков измерительной системы. Для решения данной проблемы в режиме ДУ применяется система электростатической коррекции, состоящая из шестнадцати электродов. В режиме ДУС для подавления квадратурных колебаний используются электростатические силы, формируемые в узлах стоячей волны.

Важно отметить, что в режиме ДУ, кроме отсутствия ограничения на входной угловой скорости, преимуществом над режимом ДУС является высокая стабильность масштабного коэффициента. Но вместе с тем режим ДУ имеет более сложную модель компенсации дрейфа и значительный угловой шум из-за погрешностей определения ориентации стоячей волны в отличие от режима работы ВТГ в режиме ДУС.

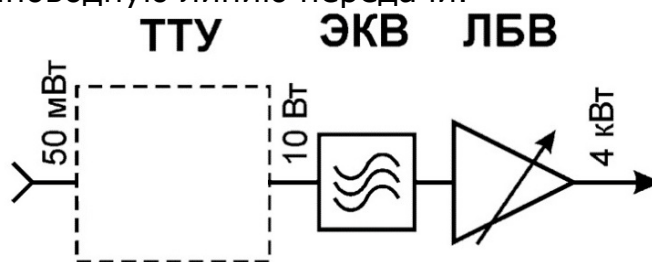
Выбор режима работы ВТГ определяется исходя из особенностей каждого из режимов и конкретных условий его применения.

# **РАЗРАБОТКА МИКРОПОЛОСКОВОГО ЭКВАЛАЙЗЕРА 2-Х СМ ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ВЫРАВНИВАНИЯ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАМПЫ БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ**

Д.А. Суриков

Научный руководитель - Поляков А.В., канд. техн. наук, с.н.с.

Данная работа посвящена разработке эквалайзера 2-х см диапазона длин волн. Эквалайзер (см. рисунок) обеспечивает частотную коррекцию выходной мощности ТТУ, необходимую для обеспечения оптимальных условий работы лампы бегущей волны, также он осуществляет переход от коаксиальной на волноводную линию передачи.



Структурная схема усилительного модуля

Разработанный эквалайзер должен отвечает следующим требованиям:

- Рабочий диапазон 12.5-13.5 ГГц.
- Перестройка значения потерь на резонансной частоте от 2 до 10Дб.
- Максимальный возможный диапазон перестройки добротности.
- Ограничение максимального значения входного КСВ.

Эквалайзер состоит из нескольких каскадно включённых СВЧ фильтров и дополнительных элементов, таких как ферритовый вентиль, коаксиально-полосковый переход, переход с микрополосковой на волноводную линии передачи. В общем случае СВЧ фильтры могут быть реализованы на различных линиях передачи: волноводных, коаксиальных и микрополосковых, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки[1,2]. После сравнительного анализа различных линий передач в данной работе для конструктивной реализация СВЧ фильтров была выбрана микрополосковая линия передачи.

В ходе работы была разработана методика проведения расчётов СВЧ фильтров. В экспериментальной части на установке Е5071С были измерены электрические параметры эквалайзера. Полученные характеристики полностью удовлетворяют требованиям технического задания.

## *Библиографический список*

1. Климачев И.И. Разработка конструкции и технологии микрополосковых плат для бесфлюсовой сборки ГИС СВЧ высокой воспроизводимостью параметров и надёжностью изделий. // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. ФГУП «НПП «Исток», г. Фрязино, 2005. С.167.
2. Силин Р.А. Проектирование интегральных схем СВЧ (Пассивные устройства). –М.:Ид «Медпрактика-М», 2012, 148 с.

## **СПИРАЛЬНАЯ ЛБВ 3-СМ ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН, ИСПЫТАНИЕ НА ВИБРОУСТОЙЧИВОСТЬ**

Ю.Ю. Филин

Научный руководитель – Сазонов Б.В., в.н.с, канд. техн. наук

По данным, опубликованным зарубежными фирмами, наибольшая доля отказов при воздействии внешних факторов (около 40% случаев) связана с температурными воздействиями. Механические воздействия (вибрация и удары) имеют также высокий процент отказа (около 33%). Около 18% отказов обусловлено влажностными воздействиями. Оставшиеся 9% отказов происходят от тепловых ударов, солей, песка, пыли, солнца и дождя [1].

В нашем случае более подробно следует остановиться на механических воздействиях. Под ними понимают вибрацию, многократные и одиночные удары, линейные нагрузки, акустические шумы.

В условиях эксплуатации ЛБВ подвергается большим вибрационным нагрузкам, поэтому необходимо обеспечить работоспособность прибора и его элементов в полосе частот действующих на него колебаний, для этого необходимо вычислить частоты механического резонанса элементов, где он наиболее возможен.

В исследуемой ЛБВ было выделено 2 узла, это держатель катода и вывод коллектора. Диапазон частот колебаний прибора в аппаратуре от 18 до 2200 Гц. Рассчитанная частота собственных колебаний держателя катода составила 13 Гц, а частота колебаний вывода коллектора 1270 Гц, из чего можно сделать вывод, что в полосе частот рабочих колебаний вывод коллектора имеет наименьшую механическую прочность.

После обработки результатов расчета принято решение доработать конструкцию вывода коллектора, чтобы вывести частоту собственных механических колебаний за диапазон частот вибрации.

Частота собственных механических колебаний нового вывода коллектора составила 290 кГц, данная частота выходит за диапазон частот вибрации и обеспечивает работоспособность узла.

Параллельно с корректировкой конструкции узлов ЛБВ проведена работа по устранению недостатков в испытательном оборудовании. В частности, были разработаны оправки с уменьшенной массой для проведения виброиспытаний, что обеспечивает более надежную работу вибростенда и все режимы вибрации, внесены поправки в способ крепления прибора.

Проведение всех работ позволило повысить вибропрочность элементов и ЛБВ в целом. Обеспечена работа прибора в составе аппаратуры во всей полосе рабочих колебаний.

1. Цай П.И. Механические и климатические испытания / П.И. Цай // «100 лекций по повышению квалификации ИТР» Том 1, часть 2. ФГУП «НПП «Исток». - 2004 г. - с. 224-226

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ В СРЕДЕ NI LABVIEW**

А.Ю. Холомин

Программа LabVIEW компании National Instruments предоставляет возможности создания условий изучения объектов, недостижимых в обычной лаборатории, а также проведения исследований и моделирования параметров физических и технологических процессов в области электроники.

Разработанный в среде NI LabVIEW экспериментальный комплекс реализован на программном продукте, основанном на сочетании известных теоретических моделей, справочных данных, а также экспериментальных результатов, опубликованных в научно-технической литературе [1].

Один из виртуальных стендов комплекса позволяет наглядно воспроизвести процессы, происходящие при термическом анализе сплавов. В основе работы этого виртуального прибора лежит структура цикла с конечным числом повторений *While Loop*. Математические соотношения программы описывают необходимые

участки кривых охлаждения и содержат логические элементы, обеспечивающие своевременное воспроизведение и правильный порядок следования этих участков [2]. На передней панели прибора присутствует индикатор, на котором выводятся результаты выполнения запрограммированных действий. Результатом моделирования является получение массива данных и построение с помощью него кривых охлаждения металлов и сплавов, отражающих критические точки, а также зависимости фазового состава сплава от концентрации компонентов и температуры, которая в реальных условиях может превышать тысячи кельвинов.

Для исследования зависимости удельного сопротивления металлических сплавов от температуры и концентрации компонентов в реальных условиях необходимы экспериментальная камера с нагревательной и измерительной системами, работающими в диапазоне температур от единиц до нескольких сотен кельвинов, а также серии образцов металлических сплавов с различными концентрациями компонентов.

Виртуальный эксперимент, проводимый на основе разработанного комплекса, моделирует процесс пропускания электрического тока через образец, температура которого изменяется в фиксированных пределах. Результатом является массив данных, по которым строятся зависимости удельного сопротивления от температуры и концентрации компонентов сплава.

Проведены серии экспериментов, в которых стенды показали стабильность работы, отсутствие сбоев и возможность воспроизведения большого числа экспериментальных результатов.

### *Библиографический список*

1. Ho C.Y., Askerman M.W., Wu K.Y. et al. Electrical resistivity of ten selected binary alloy systems. J.Phys.Chem.Ref. Data, 1983. Vol.12.№.2.- P.183-318.

2. Ермачихин А.В., Литвинов В.Г., Мальченко С.И., Холомина Т.А., Холомин А.Ю. Цикл лабораторных работ по теоретическому изучению свойств металлов и сплавов на основе виртуальных лабораторий. Сборник трудов XIV международной научно-практической конференции, Москва 27 ноября 2015 г.- М.: ДМК-пресс, 2015. – С. 209-211.

## **РАСЧЕТ И РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КЛИСТРОНА СРЕДНЕГО УРОВНЯ МОЩНОСТИ**

В.Д. Павлюченков

Научный руководитель – Жарый Е.В., в.н.с, канд. техн. наук

В развитии современной техники важную роль занимает разработка многолучевых клистронов, которые обладают рядом достоинств: возможность получения больших выходных мощностей в непрерывном режиме и импульсном режиме, высокий коэффициент усиления, широкая полоса усиления, сравнимая с полосой ЛБВ на ЦСР. В данной работе выделялись задачи повышения надежности исследуемого прибора в эксплуатации, повышение процента выхода годных приборов и увеличение долговечности.

Для увеличения долговечности используют расчет оптимальной формы коллектора электронов, подбирают различные составы активной массы катодов, а в данной работе был проведен расчет электронно оптической системы исследуемого клистрона с плоскими и сферическими катодами. Результаты расчета показали, что использование сферических катодов целесообразнее, так как замедляется деградация катода за счет увеличения площади эмитирующей поверхности. При этом микропервианс и плотность тока остаются такими, как у прибора с плоскими катодами.

В расчетах использовалось специальное программное обеспечение, представляющее собой набор модулей, написанных на языках Фортран и Си (разработка НПП Исток). Однако при изготовлении клистрона трудно реализовать расчетные значения и достичь требуемого микропервианса. Для решения данной проблемы было разработано специальное подстроечное устройство, позволяющее вручную менять расстояние сетка – катод в небольших пределах.

Исследуемый прибор был разработан до изобретения данного устройства и не имел возможности подстройки расстояния сетка-катод. В среде Solid Works была спроектирована модель модифицированной электронной пушки. Данная пушка имеет возможность сопряжения с «устройством», следовательно, становится возможным подстройка межэлектродных расстояний. Что позволяет увеличить процент выхода годных приборов, а также повысить общую надежность выпускаемого прибора.

1. Голеницкий И.И. «Электронно-оптические системы электровакуумных приборов СВЧ и методы их расчета» - «100 лекций по повышению квалификации ИТР» Том 1, часть 1. ФГУП «НПП «Исток», 2004 г. - с. 73.

## РАСЧЁТ ГАУССОВЫХ ПУЧКОВ В КОЛЬЦЕВОМ РЕЗОНАТОРЕ ЛАЗЕРНОГО ГИРОСКОПА

И.А. Сиротинин

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

Проанализирован метод, с помощью которого определяется фокусное расстояние сферических зеркал в зависимости от их радиуса кривизны в резонаторе лазерного гироскопа (в сагиттальной и меридиональной плоскостях), а также параметры гауссового пучка, необходимые на производстве: ширина пучка  $w_0$  и местоположение перетяжек  $z$  (где радиус кривизны волнового фронта равен бесконечности - место для установки диафрагмы).

Для описания гауссового пучка используется комплексный параметр  $q$ , определяемый следующим образом:

$$\frac{1}{q} = \frac{1}{\rho} - \frac{i\lambda}{\pi w^2}, \quad (1)$$

где  $\lambda$  - длина волны излучения лазера,  $i$  - мнимая единица,  $\rho$  - радиус кривизны волнового фронта.

Преобразование гауссового пучка в резонаторе описывается выражениями:

$$\begin{aligned} q_1 &= q_0 + z \\ \frac{1}{q_1'} &= \frac{1}{q_1} - \frac{1}{F_1} \\ q_2 &= q_1' + 3l \\ \frac{1}{q_2'} &= \frac{1}{q_2} - \frac{1}{F_2} \\ q_3 &= q_2' + (1 - z), \end{aligned} \quad (2)$$

где  $l$  - длина одной из сторон резонатора,  $F_1$  и  $F_2$  - радиусы кривизны сферических зеркал. Также должно выполняться условие самовоспроизводства пучка за каждый полный обход резонатора -  $q_0 = q_3$ .

Проведя математические преобразования, получаем конечные формулы для расчёта местоположения перетяжек  $z$  и ширины гауссового пучка  $w_0$ :

$$\begin{aligned} z &= \frac{1}{2} - \frac{3F_1l}{2(F_1 + F_2 - 3l)} + \frac{3F_2l}{2(F_1 + F_2 - 3l)} \\ w_0 &= \sqrt[4]{\frac{\lambda^2(F_1z^2 - 3F_1l^2 + F_2z^2l^2 - 3lz^2 + 3l^2z + 2F_1lz - 4F_2lz + 4F_1F_2l)}{\pi^2(F_1 + F_2 - 3l)}}. \end{aligned} \quad (3)$$

В результате эксперимента, используя реальные параметры кольцевого резонатора лазерного гироскопа, были получены результаты, полностью удовлетворяющие поставленной задаче.

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ БЛОКА РЕЖИМОВ ЦИКЛОТРОННО-ЗАЩИЩЕННОГО КОМПЛЕКСИРОВАННОГО УСТРОЙСТВА**

М.М. Гаврилов

Научный руководитель - Куприянов П.В., д-р техн. наук,  
нач. отд. 25 АО «НПП «Исток» им. Шокина»

Циклотронно-защищенное комплексированное устройство относится к области высокочастотной радиоэлектроники, в частности к устройствам защиты приемников радиолокаторов от высокочастотной мощности в сантиметровом и миллиметровом диапазонах длин волн [1-3]. Результат при создании циклотронно-защищенного комплексированного устройства (ЦЗКУ) в том, что при объединении в одном корпусе циклотронного защитного устройства (ЦЗУ) и маломощного усилителя (МШУ) появляется возможность настроить высокочастотный тракт конкретного образца ЦЗУ для работы с конкретным образцом МШУ и получить на стыке данных устройств минимальный коэффициент стоячей волны не более 1.3.

Для обеспечения питания и управления режимами работы устройства ЦЗКУ включает в себя блок режимов. Поскольку ЦЗКУ является законченным в производстве блоком, то каждый конкретный образец требует определенные режимы электропитания, устанавливаемые при тестировании каждого устройства. Следовательно, выходные параметры блока режимов должны быть регулируемыми. Использование микроконтроллера позволяет увеличить точность регулировки в 10-15 раз относительно прототипа. Установка величин выходных токов и напряжений производится посредством цифрового интерфейса по последовательному каналу связи, что упрощает настройку выходных параметров. Также наличие аппаратных функций микроконтроллера позволит расширить возможности устройства, например: использование встроенного датчика температуры позволит автоматически подстраивать выходные параметры блока режимов в зависимости от изменения температуры окружающей среды, также микроконтроллер может отсчитывать время нахождения устройства в рабочем режиме.

### *Библиографический список*

1. Патент Российской Федерации № 2453018, опубл. 10.06.2012
2. Патент Российской Федерации № 2319274, опубл. 10.03.2008
3. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы, 2-е издание. [Додэка XXI, 2006 г.].



# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛОСНО-ПРОПУСКАЮЩЕГО ФИЛЬТРА СВЧ НА ПОЛУВОЛНОВЫХ РАЗОМКНУТЫХ РЕЗОНАТОРАХ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СВЯЗЬЮ**

И.С. Рункин

Научный руководитель – Поляков А.В., канд. техн. наук, с.н.с.

Для выделения сигнала выходной частоты и подавления комбинационных составляющих применяют полосовые фильтры. Фильтры при построении гибридных интегральных схем СВЧ для компактности устройства реализуют на несимметричных, связанных микрополосковых линиях (МПЛ), в которых волны распространяются в неоднородной диэлектрической среде, а электрическое поле сконцентрировано в основном в диэлектрике. Основные типы волн близки к волнам типа Т и называются квази Т-волнами. Все другие, высшие, типы волн нежелательны. Их присутствие приводит к ограничению рабочего диапазона [1-2].

В докладе рассматривается реализация фильтра на поликоровой подложке толщиной 0.5 мм с известными исходными значениями: полосой пропускания 14.85-15.15 ГГц на уровне 3 Дб и минимально допустимым уровнем затухания 35 Дб в полосе заграждения 14.7-15.3 ГГц.

В среде электромагнитного моделирования AWR Microwave Office, по известным значениям волнового сопротивления линии  $Z_0$ , толщины  $h$  и диэлектрической проницаемости  $\epsilon_r$  подложки поликора, выполнен расчет фильтра, определены ширина полоски тракта СВЧ  $W_0$ , ширина полосок резонаторов  $W_i$  и зазоров  $S_i$ . Получена топология фильтра с полуволновыми полосковыми резонаторами, расположенными так, что смежные резонаторы параллельно связаны друг с другом на участке половины их длины.

Фильтры из отрезков несимметричных полосковых линий технологичны, компактны и не нуждаются в настройке.

## *Библиографический список*

1. Фельдштейн А.Л.. Справочник по элементам полосковой техники. – М.: Связь, 1979. – 336 с.
2. Малорацкий Л.Г., Явич Л.Р. Проектирование и расчет СВЧ элементов на полосковых линиях. – М.: Советское радио, 1972. – 233 с.

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОЛУЧЕВОЙ ОДНОСЕКЦИОННОЙ ЛБВ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА**

Н.А. Сычев

Научный руководитель – Сазонов Б.В., канд. техн. наук,  
в.н.с. АО «НПП «Исток» им. Шокина»

За последние годы интерес к ЛБВ миллиметрового диапазона значительно повысился в связи с развитием систем радиолокации и связи. Перспективным направлением является разработка односекционных ЛБВ многолучевой конструкции. В данной работе представлены результаты разработки шести лучевой односекционной ЛБВ 8 – миллиметрового диапазона с выходной мощностью 200 Вт и коэффициентом усиления 17 дБ.

Было рассчитано замедление электромагнитной волны, необходимое для эффективного взаимодействия волны с электронными пучками. Путем компьютерного моделирования определена геометрия замедляющей системы, обеспечивающей необходимое замедление. Рассчитана дисперсионная характеристика замедляющей системы и сопротивление связи.

Также с помощью компьютерного моделирования определена геометрия электронно – оптической и магнитной систем прибора.

Произведена сборка и пайка замедляющей системы прибора для исследования на «холодных» измерениях, которые заключались в измерении КСВн в рабочем диапазоне частот. Измерения показали, что КСВн в рабочем диапазоне частот не превышает 1.7, что говорит о хорошем качестве спроектированной замедляющей системы.

## **РАЗРАБОТКА АВТОГЕНЕРАТОРА ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА НА ОСНОВЕ МНОГОЗАЗОРНЫХ РЕЗОНАТОРОВ**

И.А. Тройников, Р.Н. Новиченков

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

В настоящее время одной из актуальных проблем является разработка приборов терагерцового диапазона. Клистроны на многозазорных резонаторах или многорезонаторные клистроны с распределенным взаимодействием являются перспективным направлением в этой области [1].

Для разработки автогенераторов терагерцового диапазона была использована экспресс программа MREZ, разработанная на кафедре ЭП. Данная программа основана на нелинейной численно-аналитической модели, базирующейся на одномерном приближении без учета пространственного, рассчитывающая наведенные токи, активную и реактивную электронные проводимости, траектории движения электронов, фазы прихода электронов, а также электронного КПД в зазорах резонатора и суммарное их значение [2].

Целью данной работы было исследование многозазорных резонаторов в режиме генерации на 0-виде колебаний. Проводилась оптимизация геометрических размеров резонатора и электрических параметров зазора для получения максимального электронного КПД прибора. Расчеты по программе MREZ показали рост электронного КПД при увеличении числа зазоров в резонаторе. В оптимизированном варианте при использовании трехзазорного резонатора в режиме генерации был получен максимальный электронный КПД 74%, а с увеличением числа зазоров до 8-ми увеличился до 99%. Также были получены зависимости амплитуды первой гармоники наведенного тока от геометрических размеров резонатора, которые показали зависимость тока от числа зазоров.

Результаты расчетов показали возможность создания высокоэффективных автогенераторов на многозазорных резонаторах в терагерцовом диапазоне. Полученные результаты могут также использоваться для разработки мощных многолучевых автогенераторных приборов клистронного типа.

### **Библиографический список**

1. Григорьев, А.Д. Мощные источники когерентного излучения терагерцового диапазона / А.Д. Григорьев // Матер. конф. «Актуальные проблемы электронного приборостроения АПЭП-2014». 25 – 26 сентября 2014г. СГТУ. Саратов: Издательский Центр «Наука». – 2014. – С.11-18.
2. Горлин О.А., Козлов Е.И., Федяев В.К. Программа расчета многозазорного резонатора "MREZ" // Свидетельство о государственной регистрации программы на ЭВМ № 2016610736 от 18 января 2016 г.

# **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РЕЗОНАТОРНОЙ СИСТЕМЫ МОЩНОГО МНОГОЛУЧЕВОГО КЛИСТРОНА МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА**

И.Ю. Шишов

Научный руководитель – Закурдаев А.Д., д-р техн. наук, г.н.с.

Была разработана конструкция резонаторной системы клистрона в диапазоне 8 мм. Проведен инженерный расчет однолучевых (ОЛК) и многолучевых (МЛК) клистронов в различных участках СВЧ диапазона, в том числе включая 8 мм диапазон. Выполнена оценка полосы усиления приборов различных конструкций, проведен анализ полученных результатов. На основании этих результатов выбрана конструкция с несколькими зазорами взаимодействия. Показано, что полоса усиления в миллиметровом диапазоне примерно в 1.5 раза больше, чем в сантиметровом диапазоне.

Клистроны относятся к классу ЭВП СВЧ с динамическим управлением электронным потоком, в которых энергия постоянного тока преобразуется в энергию высокочастотных колебаний [1,2,3].

Электровакуумные приборы сверхвысоких частот (ЭВП СВЧ) находят широкое применение в технике: радиолокации, системах связи, СВЧ нагреве. Современные усилительные пролетные клистроны построены на основе лучших зарубежных и отечественных исследований, в которых была показана возможность реализации требуемой выходной мощности, большой полосы усиления, высокого КПД. Построение конструкции клистронов в миллиметровом диапазоне потребовало решать задачу настройки резонаторов, их тепловой устойчивости, что можно решить применением многозазорных резонаторов [4].

## *Библиографический список*

1. Шевчик В.Н., Основы электроники сверхвысоких частот «Советское радио», Москва 1959 г.
2. Хайков А.З., Клистронные усилители «Связь», Москва 1974 г.
3. Лебедев И.В., Техника и приборы сверхвысоких частот. Т. II. Электровакуумные приборы СВЧ. Под ред. Н.Д. Девяткова. Изд. 2-е, переработ. И доп. Учебник для вузов по специальности « Электронные приборы», М., «Высшая школа», 1972 г.
4. Востров М.С., Закурдаев А.Д., Полевич Г.А., Электронная техника. Сер.1. Электроника СВЧ. – 2011.- Вып.4(511).-С 3-10

## **СЕКЦИЯ «ГОСУДАРСТВЕННОЕ, МУНИЦИПАЛЬНОЕ И КОРПОРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ»**

### **ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РЫНКА СЛИЯНИЙ И ПОГЛОЩЕНИЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В РОССИИ**

М.Д. Зуб

Научный руководитель – Швайка О.И., канд. экон. наук, доцент

Постарались разобраться в сущности такого экономического процесса, как М&А, рассмотреть причины и способы защиты от насильственных слияний и поглощений, изучить тенденции развития рынка М&А на современном этапе экономического развития, а также постараться выяснить, можно ли М&А рассматривать как один из эффективных инструментов управления конкурентоспособностью компаний.

В ходе проведенного исследования рынка М&А, опираясь на статистику прошлых лет, принимая во внимание нестабильную экономическую и политическую ситуацию в мире, а также особенности проведения сделок М&А на российском рынке, нами были сделаны следующие выводы относительно будущего его развития:

- в 2017 наиболее активно будут развиваться высокотехнологические стартапы и торговля;

- одним из приоритетных направлений в области сделок М&А можно считать политику повышения ценности компании путем покупки и последующей ее приватизации;

- что касается ТЭК, он останется привлекательным для иностранных инвесторов вместе с торговой отраслью, которая будет предпочтительней для отечественных компаний, в том случае, если реальные доходы населения вырастут. Поскольку в кризис торговый сектор показал себя как один из наиболее устойчивых в нашей стране, не стоит исключать возможность, что он окажется невосприимчивым и к инвестиционным пузырям.

Подводя итог данной статьи, можно заключить, что реализация стратегии слияния и поглощения дает возможность многим компаниям увеличить их рыночную стоимость, способствует повышению конкурентоспособности благодаря использованию М&А в качестве инструмента для ее управления, более результативному использованию имеющихся ресурсов. Руководство многих крупных как отечественных, так и зарубежных компаний осознало ценность М&А как эффективного механизма реструктуризации бизнеса и диверсификации финансовых активов, что, учитывая назревающие перемены в бизнес-климате, смену власти в США, возможный пересмотр политики санкционной блокады в отношении России, где ранее ряд международных компаний были вынуждены выйти из проектов (например, Exxon Mobile), может оказать позитивное влияние на будущее М&А-рынка в нашей стране.

## **ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА**

А.А. Горячева

Научный руководитель – Суковатова О.П., канд. экон. наук, доцент

Часто в структуре социально-экономического потенциала рассматривается человеческий потенциал, который обладает сложной внутренней иерархической структурой.

Общим для всех трактовок термина является понимание «потенциала» как совокупности содержательных качеств объекта, которые могут быть усовершенствованы и целенаправленно использованы в определенных условиях.

Отсутствие единого подхода к определению «человеческий потенциал» подтверждается в различных исследованиях социально-экономической сферы и проблем человеческого развития. Как правило, человеческий потенциал трактуется как совокупность интеллектуальных, духовных, биолого-физических, социокультурных, инновационных свойств, способностей и ресурсов отдельной личности, социальной группы или общества в целом, уже сформированных или формирующихся, но еще не реализованных в практической деятельности.

Человеческий потенциал, по сути, система, состоящая из ряда элементов, в сумме получающих свойства, которыми не обладал ни один из них до этого, которые формируются и развиваются в созданных для них благоприятных условиях, а взаимодействуя друг с другом, способствуют совершенствованию остальных элементов системы. Учет внутренних и внешних факторов формирования и развития элементов позволяет прогнозировать и проектировать дальнейшее совершенствование человеческого потенциала на всех ступенях социальной структуры.

Уровень жизни, качество жизни, образ жизни людей - определяющие показатели, используемые для анализа и воздействия органов исполнительной власти регионов на формирование трудового, демографического, духовного и производственного потенциалов общества, поскольку они являются наиболее значимыми в оценке воспроизводства человеческого потенциала.

Для сравнения человеческого потенциала, измерения уровня жизни, образования и долголетия между странами используется интегральный показатель - индекс человеческого развития (ИЧР). Однако ИЧР не позволяет оценить влияние экологической ситуации в странах, техническое развитие с глобальной точки зрения. Кроме того, методология содержит оценочные сведения, которые могут исказить значения индекса. Впрочем, другого более утвержденного и общепринятого метода сравнения стран по уровню развития общества на данный момент не существует.

Таким образом, научная оценка человеческого потенциала и выявление совокупности влияющих на него факторов может выступать в качестве главного критерия, разработки эффективных целевых программ и стратегий развития регионов.

# **СОВРЕМЕННЫЕ ИНВЕСТИЦИОННЫЕ СТРАТЕГИИ КРУПНЕЙШИХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ КОРПОРАЦИЙ**

М.Н. Молостова

Научный руководитель – Швайка О.И., канд. экон. наук, доцент

Актуальность данной темы обусловлена способностью капитала организаций интегрироваться в мировое хозяйство путем расширения международной инвестиционной деятельности, обеспечивая тем самым конкурентоспособность национальной экономики.

На практике мы наблюдаем недостаточный опыт осуществления инвестиционной деятельности на мировом рынке отечественных корпораций, именно поэтому российская экономика нуждается в надежной инвестиционной опоре, выражающейся в разработке такой стратегии международной экспансии российских корпораций, которая бы могла решить проблемы внутри и внешнеэкономического развития экономики России.

Также особое место занимает проблема недостаточности теоретической и практической разработки инвестиционных стратегий отечественных корпораций, именно поэтому возникает потребность разработки и проведения соответствующей экономической политики на основе положительного отечественного и зарубежного опыта.

В современных условиях особое внимание многих исследователей устремлено на одностороннее участие российских корпораций в международной инвестиционной деятельности – привлечение иностранных инвестиций в экономику. При этом отечественными корпорациями недостаточно рассматриваются вопросы вывоза инвестиций за рубеж.

В процессе упрочнения рыночных отношений у российских корпораций появляются предпосылки вывоза инвестиций за рубеж, что обеспечит в будущем приток в страну инвестиционных доходов от вложенного за рубежом инвестиционного капитала. Эта перспектива развития обеспечит превышение иностранных вложений в российскую экономику таким образом, что Россия станет нетто-инвестором.

Цель работы – рассмотрение современных инвестиционных стратегий крупнейших отечественных и зарубежных корпораций. Для ее достижения поставлены и решены следующие задачи:

- 1) изучить теоретические особенности отечественных и зарубежных корпораций в современных условиях;
- 2) выявить приоритетные направления использования положительного международного опыта в России.

Объект исследования - инвестиционная деятельность крупнейших корпораций в нашей стране и за рубежом в современных условиях.

Предмет исследования – приоритетные направления инвестиционной деятельности российских и иностранных крупнейших корпораций.

В современных реалиях развитие и функционирование отечественных и зарубежных корпораций имеют важное политическое и экономическое значение как одного из основных факторов для укрепления воздействия промышленно развитых стран на регионы мира. Отсюда вытекает необходимость создания такой стратегии развития инвестиционной деятельности, которая обеспечила бы продвижение отечественных корпораций на мировых рынках товаров, услуг и капитала.

## **ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ ПРОГРАММ**

Е.Г. Потапкина

Научный руководитель – Перфильев С.В., д-р экон. наук, профессор

На сегодняшний день наблюдается положительная динамика в плане формирования бюджетов на основе государственных и муниципальных программ. Переход к программному планированию бюджетов осуществляется уже не первый год. Федеральный бюджет формируется на основе государственных программ начиная с 2014 года. Согласно п.3.2 статьи 184.1 субъекты Российской Федерации могут обязать муниципальные образования к формированию "программных" бюджетов. Надо понимать, что сейчас муниципальные программы - это инструмент стратегического планирования как на уровне муниципалитетов, так и на уровне регионов. Из этого возникает необходимость в принятии таких законов на уровне субъектов РФ.

Однако перед муниципальными образованиями стоит проблема оценки результативности, эффективности реализации программ, так как отсутствует единая методика оценки эффективности муниципальных программ. Порядок проведения указанной оценки и ее критерии устанавливаются соответственно Правительством Российской Федерации, высшим исполнительным органом государственной власти субъекта Российской Федерации, местной администрацией муниципального образования [2].

Оценка эффективности является важным этапом в реализации программы, так как позволяет определить, насколько данная программа помогает в достижении целей развития, решает ли она в действительности те задачи, которые в ней заявлены. Для объективной оценки эффективности программ необходима единая методика оценки, которая бы могла безошибочно определять программы, которые действительно являются инструментом стратегического планирования. Но возникает другой вопрос, а что делать с теми программами, которые признаны не эффективными. На них потрачено время, трудовые и денежные ресурсы, а ожидаемого результата нет, в итоге надо начинать планирование заново. Можно сделать вывод, что еще на этапе планирования, зарождения программы необходимо проводить оценку планируемой, ожидаемой эффективности и эта оценка возможно более важная, чем на этапе реализации программы.

Обязательным условием оценки планируемой эффективности государственной программы является успешное (полное) выполнение запланированных на период ее реализации целевых индикаторов и показателей государственной программы, а также мероприятий в установленные сроки [1].

### *Библиографический список*

1. Об утверждении Порядка разработки, реализации и оценки эффективности государственных программ Российской Федерации: Постановление Правительства РФ от 02 августа 2010 г. № 588. Режим доступа: [<http://base.garant.ru/198991/>].

2. Бюджетный кодекс Российской Федерации от 31 июля 1998 г. № 145-ФЗ. Режим доступа: [<http://base.garant.ru/12112604/>].



## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИММИГРАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ В РЯЗАНСКОМ РЕГИОНЕ (СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНЫЙ АСПЕКТ)**

А.В. Рассадовская

Научный руководитель – Такижбаева О. Г., ст. преподаватель

Иммиграционные потоки способны обеспечивать развитие экономики страны и региона, поддерживать резерв рабочей силы, увеличивать ее потенциал и динамичность. Несмотря на то, что в последние годы исследования в области совершенствования процесса культурно-нравственного воспитания с участием иммигрантов стали проводиться более активно, этого не достаточно для создания предпосылок решения сложившихся проблем. Согласно «Концепции миграционной политики Рязанской области на период до 2025 года», Рязанский регион вошел в число наиболее привлекательных регионов Российской Федерации для иностранных мигрантов. В настоящее время по оценочным данным в Рязанской области находится около 30 тысяч иностранных мигрантов. Они составляют 2,0% от численности занятого населения в экономике Рязанской области. По прогнозам их численность будет расти и в ближайшие годы. Согласно данным Росстата, к 2025 году количество трудоспособного населения в Рязанской области сократится более чем на 20% [1]. В случае неизменности текущей производительности труда в отраслевых комплексах, грядущий дефицит трудовых ресурсов можно будет в определенной степени компенсировать через привлечение иностранной рабочей силы. Деятельность по принятию мигрантов на региональный рынок труда следует проводить в соответствии с потребностями демографического и социально-экономического развития Рязанского региона. Необходимо осуществлять их социальную адаптацию в функционирование региона. В настоящее время в Рязани работают только 4 Центра содействия иммиграции, размещающиеся преимущественно в центре города. В районных центрах подобные организации вообще отсутствуют. Данные центры делают акцент только на приеме экзаменов на знание русского языка, истории и культуры РФ. Государственная пошлина за прохождение тестов и получение сертификата при этом варьируется в размерах от 2500 до 5300 рублей. Курсы по подготовке к экзаменам также работают на платной основе. Данный порядок является фактором, усложняющим процесс адаптации и легализации мигрантов. В целях урегулирования данной проблемы представляется целесообразным оплату данной процедуры перевести на работодателей, принимающих квалифицированную иностранную рабочую силу. Также необходимо открыть бесплатные курсы толерантности для мигрантов на базе национальных диаспор Рязани и межнациональных объединений.

1. Концепция миграционной политики Рязанской области на период до 2025 года [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/423845915> (дата обращения 10.04.2017)

# **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ**

А.А. Кирюхин

Научный руководитель – Федотов Н.И., канд. техн. наук, доцент

Экономическую эффективность определяют как соотношение затрат к результатам функционирования.

Эффективность перевозок автотранспортом состоит из эксплуатационных показателей и организации перевозок.

Для эффективной работы организации необходима высокая конкурентоспособность. Показатель конкурентоспособности выводится из уровня себестоимости оказываемых услуг и их качества.

Себестоимость перевозок возможно снизить за счёт экономии на расходных материалах и увеличения эффективности функционирования автотранспорта. В себестоимости выделяют две группы показателей:

- показатели переменных и постоянных затрат: коэффициент использования подвижного состава и коэффициент использования пробега;
- показатели, определяющие эффективность использования автомобильного транспорта с учётом пробега: коэффициент нахождения автомобилей на маршруте и среднюю скорость.

Одним из значимых экономических показателей, характеризующих деятельность автотранспорта, – рентабельность. Показатели рентабельности измеряют доходность организации. При исследовании предприятия эти показатели используются как инструмент ценообразования и инвестиционной политики.

Показатели рентабельности объединяют в несколько групп.

– Показатели рентабельности капитала (активов) формируются как отношение прибыли к показателям авансированных средств, из которых наиболее важными являются активы предприятия, инвестиционный капитал и акционерный (собственный) капитал [1].

– Показатели рентабельности продукции формируются на основе расчёта уровней рентабельности по показателям прибыли, отражаемым в отчётности предприятий[1].

– Показатели, подсчитанные, опираясь на потоки денежных средств, формируются так же, как и в первой и второй группах, однако вместо прибыли в расчёт берётся доход. Эти показатели характеризуют возможность организации расплатиться с кредиторами, заёмщиками и акционерами.

Результаты оценки рентабельности направляются на увеличение экономической эффективности автотранспорта.

Экономическая эффективность сводится:

- к введению новых видов услуг;
- к минимизации расходов по каждому из видов и их экономического эффекта;
- к выделению варианта с большей величиной экономического эффекта.

1. Полянин А.В., Строева О.А.. Экономика предприятия: учеб. пособие // ОФ РАНХиГС.-Орел, 2015.

## **ВАЖНОСТЬ ФИНАНСОВОЙ ГРАМОТНОСТИ КЛИЕНТОВ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ**

А.Д. Давыдов

Научный руководитель – Саттарова И.В., канд. экон. наук, доцент

Рассматривается важная проблема финансовой грамотности населения Российской Федерации. Изучив ряд статистических опросов Национального агентства финансовых исследований на тему финансовой грамотности населения, можно сделать несколько выводов. Только четверть населения ведет учет своих финансов, половина населения знает, сколько примерно потрачено и получено в месяц и чуть меньше четверти не ведет учет вообще. При этом перед приобретением той или иной финансовой услуги только треть населения сравнивает предлагаемые условия в различных компаниях, другая треть это делают иногда, а оставшиеся треть это делает крайне редко [1].

Рассматривая данную проблему, стало понятно, что такая ситуация с финансовой грамотностью, очень отрицательно влияет на рынок банковских услуг. Так как большинство населения не ведет учет своих финансов и при оформлении банковского продукта зачастую обращается в ближайший банк и банк с наиболее яркой рекламой и лозунгом. Из-за этого большинство банков тратят основную часть денежных средств не на улучшение качества обслуживания и построение длительных отношений с клиентов, а на различные маркетинговые уловки и рекламу для привлечения большей части рынка.

Отсюда были сделаны выводы, что страдают, в первую очередь, в данной ситуации сами клиенты, так как не понимают все условия продукта и выплачивают лишние проценты и комиссии. Из-за всего этого большая часть населения не доверяют банкам, не могут пользоваться всеми предоставленными услугами, эффективно вкладывать личные сбережения и пользоваться кредитными средствами. Это все ведет к маленькому уровню финансовой активности в стране, так как большая часть денежных средств не задействована.

Для решения данной проблемы были предложены несколько шагов. В первую очередь, очень важно создать общий интернет ресурс, о котором будут все знать и при возникновении финансовых вопросов обращаться туда, в котором будет вся необходимая информация. Будет очень полезно для каждой возрастной категории населения подобрать максимально эффективный метод подачи информации и наиболее актуальные темы. Так же гражданам очень важно постоянно проводить открытые лекции и привлекать их туда, чтобы показать важность финансового образования и призвать более ответственно подойти к данному вопросу.

1. Национальное агентство финансовых исследований. Режим доступа: [<http://nafi.ru/>]

## **ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ПРОЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ В РЕГИОНАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ**

М.О. Матюхина, О.Ю. Горбова

Формирование и реализация стратегии развития регионов России является одним из направлений постоянного реформирования. Однако несмотря на это эффективность реализации стратегии регионов остается низкой. В части регионов стратегия развития отсутствует вообще, в части имеет слабую связь с реализуемыми в регионе проектами и низкую результативность. Лишь несколько субъектов РФ могут быть примером эффективной реализации стратегии (Московская область, респ. Татарстан, Белгородская область и др.).

В ряду последних изменений в области стратегического планирования находится тезис о необходимости использования принципов проектного управления в деятельности органов власти. Само по себе проектное управление представляет собой особый вид управленческой деятельности, базирующийся на предварительной коллегиальной разработке комплексно-системной модели действий по достижению оригинальной цели и направленный на реализацию этой модели [1].

Сегодня имеется практика использования проектного управления в решении многих задач и реализации проектов, в т.ч. и региональных. Постепенно формируется нормативно-правовая база, регламентирующая применение данных механизмов в государственном (муниципальном) управлении как на федеральном уровне, так и на региональном. Однако несмотря на имеющиеся стандарты и методические рекомендации в этой сфере, в настоящий момент отсутствует формализованная и нормативно закреплённая схема взаимодействия органов власти в рамках проектного управления. Кроме того, региональная практика показывает, что взаимосвязь реализуемых проектов и общей стратегии развития региона прослеживается слабо, что также требует построения увязанного со стратегией комплекса проектов с четким разграничением места и роли каждого органа власти, участвующего в процессе.

Внедрение системы управления проектами в региональные органы исполнительной власти позволяет повысить эффективность работы, сократить сроки достижения результатов реализуемых проектов, повысить результативность использования бюджетных ресурсов. Однако несмотря на все преимущества, внедрение проектного управления в сферу государственного управления замедляется наличием ряда особенностей, к которым относятся:

- Громоздкость аппарата управления. Большое количество подразделений и сложная система подчиненности, существующая в региональных органах власти, не позволяет быстро наладить процесс внедрения принципов проектного управления.
- Нормативное закрепление и регулирование иерархии управления и разделения должностных обязанностей. Работа и взаимодействие подразделений и должностных лиц в рамках органов управления четко регламентированы имеющимся законодательством, поэтому образование межведомственных проектных офисов осложнено необходимостью внесения изменений в нормативно-правовые источники.

- Психологические особенности госслужащих. Работа органов власти инертна и, как правило, сопротивляется всем внедряемым новшествам. Поэтому нужна система стимуляции и мотивации для более эффективного внедрения принципов проектного управления.

Все перечисленные особенности должны учитываться при попытках использования основ проектного управления в региональных органах власти, и прежде всего в процессе планирования. Только в этом случае возможно обеспечение всех положительных аспектов рассматриваемого подхода.

1. Чурилов А. А. Понятие, роль и актуальность проектного управления в России // Молодой ученый. — 2013. — №3. — С. 299-301.

## **СЕКЦИЯ «ЭКОНОМИКА И ФИНАНСЫ»**

### **НЕОБХОДИМОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ПЛАТНЫХ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ В МУНИЦИПАЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УЧРЕЖДЕНИЯ**

И.А. Щелокова

Научный руководитель - Ерзылева А.А., канд. экон. наук, доцент

Образование составляет одну из главных ступеней жизнедеятельности человечества. Государство осуществляет финансирование данной отрасли. В сложившейся ситуации возникает проблема недостатка бюджетных средств.

Учреждения образования вправе решить сложившуюся ситуацию путем привлечения финансовых средств от предоставления платных дополнительных образовательных и иных услуг [1]. В качестве данных услуг могут выступать:

- образование кружков по интересам обучающихся с последующим формированием выставок и конкурсов в данной сфере;
- разработка программ по адаптации детей к условиям школьной жизни;
- репетиторство и курсы профессиональной ориентации для обучающихся средней и основной школы;
- введение групп продленного дня;
- создание спортивных секций.

Для эффективной внебюджетной политики необходимо проанализировать деятельность учебного заведения и его потенциальных возможностей. Заинтересовав данной деятельностью коллектив учреждения, выбрать услуги, которые будет осуществлять учебное заведение. Следующим шагом будет создание нормативной базы, получение сертификата (лицензии) на осуществление внебюджетной деятельности.

При внедрении методики привлечения внебюджетных средств путем предоставления платных образовательных и иных услуг учреждения образования подстерегают положительные и отрицательные стороны данной методики.

Плюсом является то, что между образовательным учреждением и родителем заключается договор на оказание платной образовательной услуги. Заключив данное соглашение, родитель вправе высказывать недовольства по уровню и качеству предоставляемых услуг.

Минус заключается в том, что при предоставлении дополнительных услуг полученные денежные средства расходуются на потребителей данных услуг. Данный факт создает проблемы по сбору денежных средств на нужды класса.

Таким образом, для эффективной образовательной деятельности учебных заведений и решения проблем с финансированием необходимо грамотно выстраивать внебюджетную политику путем внедрения платных дополнительных образовательных услуг.

1. Об образовании : от 29 декабря 2012 N 273 :ФЗ: принят Гос. Думой 21 декабря 2012 г. - М.: Эксмо - Пресс, 2016 -.171с.

## **ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ В СОВРЕМЕННОЙ КОМПАНИИ**

О.И. Тювакова

Научный руководитель – М.М. Есаков, д-р экон. наук, профессор

Любая компания в современных рыночных условиях хозяйствования вынуждена разрабатывать комплексный план управления, укрепляющий ее положение на рынке и обеспечивающий привлечение и удовлетворение потребностей, а также успешную конкуренцию и достижение глобальных целей. Другими словами, компания должна разрабатывать свою стратегию, для которой изначально нужно обосновать свою миссию, ценности, цели и видение компании в будущем. Все это постоянно взаимодействует друг с другом и в итоге составляет стратегическое планирование развития компании. Отсутствие взаимосвязи с применяемыми в компании методами планирования, учета и контроля – главные причины того, что стратегия не всегда становится действенным инструментом управления. Если предприятие не учитывает связь со стратегией, то управление затратами не предполагает их распределение по наиболее приоритетным направлениям. Многие компании сталкиваются со следующими проблемами в области управления затратами: большая конкуренция, которая имеет ценовой характер; неполная загрузка производственных мощностей; износ оборудования; большая доля затрат на сырье и энергоресурсы в структуре себестоимости; низкая эффективность контроля постоянных затрат [1].

На сегодняшний день не так много внимания уделяется моделям, с помощью которых осуществляется управление затратами. Обычно причиной является менталитет предпринимателя, который думает только о прибыли, о показателях эффективности использования капитала и т.д. О затратах они думают в меньшей степени, хотя правильный контроль над ними является одной из важнейших составляющих успеха бизнеса. Правильно подобранная система контроля и управления затратами позволяет их снижать. Исходя из этого, происходит снижение рисков бизнеса с одной стороны и получение большей прибыли при той же цене и обороте – с другой. У фирмы начинает создаваться солидный запас прочности, повышается ее эффективность, а значит, усиливается ее способность к защите своих рыночных интересов и способность при прочих равных условиях создавать больший бюджет продвижения.

Учитывая вышесказанное, предлагается использовать такой подход к управлению затратами, как управление затратами на основе выделения операционных сегментов. Благодаря такому подходу компания сможет определить и проанализировать затраты каждого операционного сегмента. На основе полученных данных выбрать наиболее проблемный сегмент своей деятельности и осуществить необходимые мероприятия по снижению затрат.

1. Гончарова Э.А. Управление затратами и результатами деятельности предприятия. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2012. – 82 с.

## КРИПТОВАЛЮТЫ КАК СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПЛАТЕЖЕЙ

С.В. Кравцова

Научный руководитель - Ковальчук Ю.А., д-р экон. наук, профессор

Рассматривается пиринговая система криптовалюты Bitcoin, в том числе факторы, влияющие на волатильность курса с момента создания до настоящего времени [2]. Выделяются следующие плюсы платежной системы: децентрализованность, анонимность, известен эмиссионный объем, динамично растущий спрос и популярность системы Bitcoin [1]. Минусы платежной системы: валюта не имеет физического подкрепления, анонимность, высокий риск кражи денежных средств, скрытый майнинг [3].

Криптовалюта Bitcoin в соответствии с Конституцией РФ (статья 75) относится к запрещенным, так как её стоимость в денежном эквиваленте определяется при помощи спекулятивных действий. Использование Bitcoin и их обмен на территории РФ, рассматривается в соответствии с ФЗ N 115-ФЗ "О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма" [4].

Многие страны изменили свое отношение к криптовалюте: от полного отрицания, к признанию потенциала Bitcoin и особенно технологии Blockchain. В разработку Blockchain для применения в различных сферах вкладываются колоссальные средства. Есть надежда, что будет разработано и принято умеренное налогообложение по Bitcoin, что повлияет на то, сколько будет стоить 1 Bitcoin, положительно [5].

Крупнейшими мировыми площадками, ориентированными исключительно на обмен криптовалюты Bitcoin, являются Bitfinex, BitStamp и BTC China [5].

### *Библиографический список*

1. Руденко Е.О., Красова Е.В. ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КРИПТОВАЛЮТ // Международный студенческий научный вестник. — 2015. — №4-3. — С.433-436; URL: <https://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=13162> (дата обращения: 24.02.2017).
2. Криптовалюта: Хорошо или Плохо? — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://dengi.utro.ru/articles/kriptoalyuta-khorosho-ili-plokho-559.html> (дата обращения 24.02.2017)
3. От чего зависит курс биткоина? — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: Источники: <http://www.innov.ru/news/economy/ot-chego-zavisit-kurs-bit/> (дата обращения 26.02.2017)
4. Запрет на использование биткоинов в России в 2017 году — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://finansiko.ru/zapret-na-ispolzovanie-bitkoinov-v-rossii-v-2016-godu/> (дата обращения 27.02.2017)
5. Bitcoin – что это такое? От регистрации кошелька до заработка на биткоинах. С чего начать? — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://great-world.ru/bitcoin-chto-eto-zarabotat/> (дата обращения 10.03.2017)



## **ВНЕБЮДЖЕТНЫЕ ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БЮДЖЕТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ МБДОУ «ДЕТСКИЙ САД №78»)**

А.С. Романова

Научный руководитель – Есакова Г.В., канд. экон. наук, доцент

Финансирование бюджетных организаций, деятельность которых связана с социальной сферой, в том числе и образовательных учреждений, осуществляется из средств бюджетов разных уровней. В настоящее время согласно закону «Об автономных учреждениях» финансируется не деятельность бюджетной организации, например дошкольного образовательного учреждения (ДОУ), а выполнение ей муниципального задания, с учетом расходов на содержание необходимого для этого имущества и заработную плату персоналу. Муниципальное задание – обязательно для исполнения всеми участниками: учредитель должен выделять деньги, а организация оказывать соответствующие услуги на должном уровне. Но чаще всего на нормальное финансовое обеспечение денег не хватает. И тогда перед учреждением встает выбор: сокращать сотрудников, уменьшать их заработную плату или отказаться от закупки оборудования, мебели, ремонта.

Для дошкольных образовательных учреждений выбор определен: сокращение персонала негативно скажется на качестве предоставляемой услуги, да и в группе согласно нормам должны находиться не менее 2 работников. Уменьшение заработной платы сотрудникам тоже мера нежелательная, так как это влечет отток молодежи и так называемое «старение кадров» в системе дошкольного образования. Следовательно, остается лишь одно – не ремонтировать здание, не облагораживать территорию и отказаться от закупки нового оборудования и мебели. Именно поэтому многие детские сады расположены в зданиях, требующих серьезного ремонта, а уж о современных технологиях, таких как компьютерный класс, и речи быть не может.

Столкнувшись с недостатком финансирования, бюджетные учреждения всё чаще обращаются к внебюджетным источникам финансирования, например: благотворительные взносы и пожертвования, доходы от предоставления дополнительных платных услуг, организация выставок, культурных мероприятий, доходы от аренды имущества и т.д.

Для ДОУ оптимальным источником привлечения внебюджетных средств является оказание платных услуг – естественный вид деятельности любого образовательного учреждения, так как именно эта рыночная ниша в максимально возможной степени позволяет использовать свой профессиональный потенциал.

Средства, получаемые от внебюджетной деятельности, находятся в самостоятельном распоряжении бюджетной организации и могут как быть направленными на развитие данной организации в соответствии с уставом, так и использоваться самостоятельно, но после уплаты налога.

Внебюджетные средства – важный источник финансирования для любой бюджетной организации наряду со средствами, выделяемыми из бюджетов разных уровней. Но не стоит забывать, чем больше видов деятельности, кроме основной, осуществляет организация, привлекая внебюджетные средства, тем больше ресурсов отвлекается от основной деятельности.

## **ПРОБЛЕМЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ В РОССИИ**

П.А. Орлов

Научный руководитель – Ковальчук Ю.А., д-р экон. наук, профессор

Последние несколько лет российская экономика существует в условиях санкций западных стран, существенно усложнивших процесс экономического развития страны. Неблагоприятная экономическая и политическая конъюнктура привела к снижению темпов роста валового внутреннего продукта на 3,7%, сокращению доходной части бюджета и спаду экономической активности предприятий на 3,4% [1]. Мировой опыт решения подобных проблем подтверждает необходимость изменения структуры экономики, перехода на инновационный путь развития.

Стратегические планы социально-экономического развития крупнейших стран мира, таких как США, Германия, Китай и др. направлены на формирование к 2020 году инновационной промышленности, основанной на тесной взаимосвязи между научными разработками и производством. Для успешной конкуренции на мировых рынках России необходимо активно развивать инновационную сферу.

Одной из самых эффективных моделей инновационного развития является кластеризация. Суть кластеризации заключается в концентрации на территории определённого региона основных «звеньев» цепочки стоимости продукции, что будет давать данной территории дополнительные конкурентные преимущества [2]. Таким образом, кластер представляет собой взаимосвязанный механизм, позволяющий увеличить эффективность производства конкретной продукции.

Несмотря на популярность и государственную поддержку кластерных инициатив, сам процесс кластеризации в России сопряжён с множеством трудностей, требующих внимания. В ходе анализа специальной литературы и материалов по практической деятельности кластеров были выделены следующие проблемы, затрудняющие кластеризацию в России:

- высокая чувствительность к государственной поддержке, отсутствие самокупаемости;
- недостаточный объём внебюджетного финансирования;
- слаборазвитая инновационная инфраструктура;
- неконкурентоспособная на мировом рынке продукция;
- отсутствие реальной координации между участниками, просчёты текущего планирования;
- дефицит высококвалифицированных кадров;
- высокий уровень износа оборудования;
- отсутствие программ стимулирования спроса и слабый маркетинг.

### *Библиографический список*

1. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. Режим доступа [<http://www.gks.ru> 09.04.2017].
2. Ковальчук Ю.А., Степнов И.М. Кластерная концепция эффективной специализации регионов в условиях единства научно-технической, инновационной и промышленной политик России // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2014, № 11(499). – С. 120-126.

# **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО РЫЧАГА, КАК СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗИ ДОХОДНОСТИ И РИСКА ПРИ ПРИНЯТИИ ДЕЛОВЫХ РЕШЕНИЙ**

О.В. Трошкина

Научный руководитель – Есаков М.М., канд. техн. наук, доцент

Принятие деловых решений в современных условиях является сложной задачей, которая регламентируется большим числом разнообразных факторов. Проблема выбора решения из ряда альтернатив всегда связана с оценкой доходности и риска. Задача усложняется, когда решения должны приниматься пакетами, что характерно для отраслей промышленности, особенно, если это связано с выполнением государственного заказа.

Государственный заказ резко сужает поле возможных решений, особенно в области инвестирования, так как изначально определяет объемы и сроки финансирования выполнения производственно-сбытовой программы.

Каждое деловое решение позволяет оценить как его вероятную доходность, так и сопровождающие его риски. Это делает возможным разработку оценочной шкалы, которая связывала бы их в виде определенных соотношений, и показывало бы, в какой степени это влияет на обеспечение важнейших качественных и количественных характеристик развития предприятия. Стоит учитывать тот факт, что для каждой цели должна быть разработана своя специфическая оценочная шкала.

В связи со спецификой промышленных предприятий, риски, оказывающие влияние на их деятельность, очень разнообразны как по характеру, так и по силе влияния. При идентификации и оценке риска не стоит забывать о доходности, так как оба этих фактора связаны между собой – чем более неопределенным является результат принятия какого-либо делового решения, тем большие риски оно в себе несет [1].

Одним из показателей, позволяющих оценить влияние результата реализации делового решения на достижение заданного финансово-экономического положения предприятия, является оценка на основе коэффициента интегрального рычага, который отражает уровень сопряженного эффекта операционного и финансового рычагов:

$$IL = DOL * DFL, \quad (1)$$

где IL – интегральный рычаг;

DOL – эффект операционного рычага;

DFL – эффект финансового рычага.

Следует помнить, что совокупность эффектов операционного и финансового рычагов может привести к негативным последствиям для предприятия, так как операционные и финансовые риски взаимно приумножаются, тем самым увеличивая возможность возникновения неблагоприятных последствий. Таким образом, если принимаемое управленческое решение приведет к изменениям в структуре капитала предприятия, то следует помнить, что оптимальная структура капитала – всегда результат компромисса между риском и доходностью.

1. Ковалев В.В. Управление финансовой структурой фирмы: учеб. пособие. – М.: Проспект, 2007. – 256 с.

## **ИННОВАЦИИ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

С.В. Кленьшина

Научный руководитель – Ерзылева А.А., канд. экон. наук, доцент

Работа посвящена проблеме инноваций, главным фактором которых является наращивание конкурентоспособности предприятия.

Цель работы заключается в том, что для поддержания высокого уровня конкурентоспособности предприятиям необходимо периодическое проведение анализа внешней среды. Большая часть компаний вынуждены активно противодействовать деятельности конкурентов и постоянно изобретать собственные конкурентные преимущества.

Формирование и поддержание конкурентного преимущества затрагивает механизм функционирования предприятия, связанный с проектированием, производством и реализацией продукции [1]. Таким образом, для инновационного обеспечения конкурентоспособности необходимо реализовывать повышение качества продукции, формирование нового товарного ассортимента, а также организацию и управление производством.

Инновация непосредственно связана со сферой материального производства, тем самым охватывая исследования, разработку, а также внедрение принципиально новых продуктов.

Рассматривая рынок лифтов и эскалаторов, можно сделать вывод, что на рынке имеет место высокий уровень угрозы появления новых фирм. Уровень означает, что чем больше появляется участников в лифтовой отрасли, тем конкуренция возрастает. Лидерами на лифтовом рынке являются ООО «ЩЛЗ» и ПАО «КМЗ» - они имеют самый высокий результирующий показатель. Для улучшения позиции на рынке менее конкурентоспособному предприятию нужно улучшить следующие компоненты:

- 1)доля рынка (проникать на новые рынки за счет внедрения инноваций производства);
- 2)объём реализации (разрабатывать наиболее оптимальную ценовую политику);
- 3)рентабельность продаж.

На данном этапе реализовался только первый компонент: разработчики предприятия создали программу для диагностики и ремонта неполадок лифтового оборудования в режиме реального времени. Т.е теперь нет необходимости ждать несколько часов, пока лифтёр найдет неполадку и устранит её. Программисты организации онлайн видят, где произошла та или иная проблема, чтобы в течение небольшого промежутка времени её исправить. Меньшие затраты на исправление неполадок, связаны с тем, что вся продукция, находящаяся в эксплуатации лифтов, производится непосредственно анализируемым предприятием.

### *Библиографический список*

1. Грибов В.Д., Никитина Л.П. Инновационный менеджмент: учеб. пособие. – М.: ИНФРА- М, 2014. – 311 с.

## АНАЛИЗ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ ОСаО «РЕСО-ГАРАНТИЯ»

М.А. Игонина

Научный руководитель – Степнов И.М., д-р экон. наук, профессор

ОСаО «РЕСО-Гарантия» одна из лидирующих компаний на российском рынке страховых услуг. По данным Службы Банка России по финансовым рынкам в 2016 году ОСаО «РЕСО-Гарантия» заняла 4 место по сборам страховой премии с долей рынка 7,5% [2].

Анализ конкурентных преимуществ или бенчмаркинг применяется для того, чтобы сравнить свою компанию с прямыми конкурентами и сопоставить выбранные позиции на отраслевом рынке.

«Бенчмаркинг (от англ. Benchmarking), сопоставительный анализ на основе эталонных показателей — это процесс определения, понимания и адаптации имеющихся примеров эффективного функционирования компании с целью улучшения собственной работы. Он в равной степени включает в себя два процесса: оценивание и сопоставление» [1].

Как правило, за образец принимают «лучшую» продукцию и маркетинговый процесс, которые используют прямые конкуренты, работающие в схожих областях, для того, чтобы компания выявила возможные способы совершенствования её собственных продуктов и методов работы.

Сравнительный анализ, основанный на эталонных показателях, можно рассматривать одним из направлений стратегически ориентированных маркетинговых исследований.

Анализ конкурентных преимуществ ОСаО «РЕСО-Гарантия», 2016 г.

Показатель	Конкуренты				
	ОСаО «РЕСО-Гарантия»	ОАО «РОСГОС СТРАХ»	ОАО «СОГАЗ»	ОСаО «Ингосстрах»	ОАО «Альфа Страхование»
Уровень выплат, %	58,7	42,4	40,1	73,6	51,9
Количество заключенных договоров страхования, тыс.шт.	8 403,0	34 509,2	2 503,0	5 462,4	11 821,4
Маржинальный доход на 1 договор, тыс.руб.	179 091,6	80 416,5	1 724 455,1	444 368,8	73 088,8
Удовлетворенность потребителей, %	78,0	45,8	59,8	57,8	53,6
Компетентность страховых агентов, %	82,0	68,0	79,0	83,0	71,0

Таким образом (см. таблицу), анализ конкурентных преимуществ показал, что по уровню выплат ОСаО «РЕСО-Гарантия» в 2016 г. находится на 4-м месте, по количеству заключенных договоров страхования на 3-м месте, по маржинальному доходу на 1 договор на 3-м месте, по удовлетворенности потребителей на 1-м месте, и по компетентности страховых агентов на 2-м месте. Следовательно, компании необходимо придерживаться политики увеличения дохода путем сокращения издержек.

Наиболее эффективные меры, способствующие минимизации расходов страховой компании:

- формирование сбалансированного страхового портфеля;
- улучшение организационной структуры;
- развитие информационных технологий;
- совершенствование планирования;
- повышение эффективности тарифной политики.

#### *Библиографический список*

1. Воеводина Н.А., Кулагина А.В., Логинова Е.Ю., Толберг В.Б. Бенчмаркинг – инструмент развития конкурентных преимуществ. – М.: Самиздат, 2014.
2. Банк России [Электронный ресурс] <http://www.cbr.ru>

### **ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЛИНГА ПРЕДПРИЯТИЙ ОПК НА ЭТАПАХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ГОЗ**

О.В. Литвинова

Научный руководитель – Степнов И.М., д-р экон. наук, профессор

Рассматривается схема соответствия функций контроллинга и этапов реализации проектов ГОЗ в научно-производственных предприятиях ОПК на уровне «предприятие-корпорация».

В условиях отдельного управления проектами ГОЗ, утвержденного ФЗ «О внесении изменений в ФЗ «О государственном оборонном заказе» и отдельные законодательные акты РФ» от 29.06.2015 №159-ФЗ, важнейшими задачами службы, отвечающей за аналитическое, методическое и информационное сопровождение и координацию работ в рамках госорганов, интегрированных структур и входящих в их состав предприятий ОПК, становятся оценка обоснованности и эффективности проектов ГОЗ; планирование и координация инвестиций в процессе реализации проектов; контроль процесса реализации.

Классически во всем мире за эти функции отвечает служба контроллинга, находящаяся в подчинении непосредственно первых лиц: госструктур, собственников бизнеса, руководителей; и предоставляющая им независимые отчеты, минуя трехступенчатые коридоры менеджмента [1].

Первоначально на этапе обоснования проекта ГОЗ к функциям системы контроллинга предприятия ОПК относится анализ и ранжирование целей проекта и связанных с ним рисков, а также предварительный расчет эффективности вложения в данный проект инвестиций.

В ходе проведения проектно-изыскательских работ в части составления проектной документации функции системы контроллинга заключаются в планировании сроков и конечных результатов реализации проекта.

Этап защиты проекта подразумевает получение положительного заключения государственной экспертизы и утверждение госорганами проектной документации. На данном этапе функции контроллинга состоят в контроле сроков сдачи и получения документации из госорганов.

Прогнозирование сроков и будущего хода реализации фаз проекта в период разработки рабочего проекта должно базироваться на учете настоящего состояния предприятия ОПК.

В полной мере функции системы контроллинга раскрываются на этапе непосредственной реализации проекта: контроль параметров проекта, анализ и оценка их отклонений, координация работ, выработка рекомендаций для принятия своевременных и качественных управленческих решений. При этом анализ возникающих в ходе реализации проекта ГОЗ отклонений необходимо проводить на основе сравнения трех величин: план - факт - желаемая перспектива [2].

На заключительном этапе реализации ГОЗ на предприятиях ОПК должна быть проведена системная оценка полученных результатов.

#### *Библиографический список*

1. Далекин П.И., Гусева И.Б., Ковырзина К.В. Вопросы управления и контроля проектов гособоронзаказа предприятий ОПК с участием контроллинга // Экономика. Управление. Право. — 2015. — №6(63). — С. 3-7.
2. Фалько С.Г., Шурыгин М.Н. Контроллинг инновационных проектов на высокотехнологичных предприятиях // Управление организацией: диагностика, стратегия, эффективность / Материалы XII Международной научно-практической конференции. — М.: ИД «МЕЛАП», 2004. — С. 162-164.

## ДИНАМИКА ЦЕНЫ НА ЗОЛОТО В РОССИИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТЬ ЛЕТ

О.А. Царева

Научный руководитель – Ковальчук Ю.А., д-р экон. наук, профессор

Драгоценные металлы всегда пользовались и будут пользоваться популярностью. Золото относится к драгоценным металлам, а также является надежным инструментом инвестирования. Динамика цены на золото является одним из важнейших экономических индикаторов. Данный



индикатор позволяет определить склонность инвесторов к риску. Так как инвесторы предпочитают вкладывать в золото как в защитный актив, то во время нестабильной экономической ситуации вклады в золото существенно увеличиваются. И наоборот, когда финансовые показатели растут, инвесторы предпочитают вкладывать средства в рискованные активы. За шесть лет в период с 2006 по 2012 годы (см.

Динамика цен на золото в РФ за последние 10 лет [1]

рисунки) курс золота вырос с 496,8 рублей до 1618,56 рубля.

На протяжении 2013 года курс золота стал незначительно падать, и среднее значение в этом году составило 1 425,63 руб./грамм. И уже к концу 2014 года курс золота составил 2 146,08 руб./грамм. Возрастающая тенденция курса золота сохранилась на протяжении последних трех лет. Максимальное значение курса золота за последнее десятилетие составило 2 927,73 руб./грамм в августе 2016 года. С учетом вышеприведенных данных, можно еще раз убедиться в том, что инвестиции в золото принесут гарантированную прибыль только в случае долгосрочных инвестиций. Допустим, если инвестор в 2006 году приобрел золото по 503,94 руб., то в настоящее время он бы мог получить 1 756,5 рублей прибыли с каждого грамма золота, приобретенного им в июне 2006 года. Инвестиции в золото на длительный период времени являются выгодным, а также гарантированным источником получения дохода.

### Библиографический список

1. Курсы драгметаллов [Электронный ресурс] /

Режим доступа: <https://mfd.ru/centrobank/preciousmetals/>



## **СЕКЦИЯ «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ»**

### **ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ**

В.Г. Гуськов

Актуальность значения контроля качества продукции сложно переоценить. Качество – это один из основных показателей жизнеспособности продукции. Ведь потребитель, приобретая товар, обращает внимание в первую очередь на его качество [1]. Производители, относящиеся к повышению качества выпускаемой продукции не системно, не смогут стабильно работать и развиваться в условиях конкурентной борьбы. Кроме того, снижение качества ведёт к прямым финансовым потерям. Поэтому приоритетной задачей производителей является внедрение и усовершенствование системы контроля качества продукции.

Сущность контроля качества продукции заключается в сборе объективных значений параметров объекта и оценки работы технологического процесса. Также в сравнении полученных данных с установленными требованиями, стандартами, договорами поставки, нормами и другой нормативной документацией.

Понятие контроля качества как системы является неотъемлемой составной частью производства и предназначен для проверки надежности технологического оборудования в процессе производства продукции, потребления или эксплуатации изделия. С развитием промышленного производства контроль качества из отдельной функции вырос в систему, объединяющую различные виды и методы, охватывающие весь жизненный цикл продукции. Также это система является самой большой по применяемым методам из различных областей знаний и им посвящено огромное число публикаций.

Контроль качества можно классифицировать по видам. Основными видами контроля качества являются: производственный, эксплуатационный, входной, операционный, готовой продукции, транспортирования, хранения, сплошной, выборочный, приёмочный, инспекционный, летучий, органолептический, непрерывный, инструментальный, визуальный, партиями, по качественному и количественному признаку, по альтернативному признаку, ручной, автоматизированный. Для каждого вида контроля используют определённые методы.

В докладе рассмотрены широко применяемые статистические методы контроля [2]. Их применение целесообразно там, где требуется мониторинг технологического процесса и оценка качества выпускаемой продукции. Сутью этих методов является сравнение значений отобранных последовательно статистических данных (параметров объекта) с эталонными показателями. По результатам оценки анализа можно судить об управляемости технологического процесса и возможности проводить корректирующие воздействия. Статистические методы позволяют не только отслеживать процесс производства изделия, корректировать его, но и прогнозировать возможные отклонения от предъявляемых технических требований. Например, одним из значимых инструментов статистических методов являются

ся контрольные карты. Использование контрольных карт основано на применении алгоритмов математической статистики и теории вероятностей.

Эти методы применяются как в текущем, так и приёмочном контроле. Если в приёмочном контроле статистическими методами можно только фиксировать бракованные изделия в готовой партии продукции, то использование их при текущем контроле позволяет прогнозировать появление брака, а также тестировать работу технологического процесса. Данный вид контроля лучше всего проводить непосредственно на производственных площадках предприятий при крупносерийном и массовом производстве.

Различают следующие статистические методы: выборочный приёмочный контроль по варьирующим характеристикам качества, статистический приёмочный контроль по альтернативному признаку, методы статистического регулирования технологических процессов, планы непрерывного выборочного контроля, стандарты статистического приёмочного контроля.

Статистические методы по степени сложности можно разбить на три группы: элементарные, промежуточные, передовые (с использованием компьютера). Элементарные объединяют в себе Карту Парето, причинно-следственный анализ, группировку данных по общим признакам, контрольный лист гистограмму, диаграмму разброса (анализ корреляции через определение медианы), график и контрольную карту. Эти принципы могут применяться всеми работниками производства – от руководителя до сотрудника. Их использование возможно в различных службах: производственной, маркетинга, планирования, снабжения. Промежуточный использует: теорию выборочных исследований, статистический выборочный контроль, различные методы проведения статистических оценок и определения критериев, метод применения сенсорных проверок, метод расчета экспериментов. Передовой основывается на передовых методах расчета экспериментов и многофакторном анализе. Эта группа рассчитана на специалистов в области управления качеством.

Основная проблема, связанная с применением статистических методов в промышленности, – это не корректно подготовленные данные для анализа [3]. Различные показатели и параметры могут быть не верно подготовлены, либо взяты без использования статистических методов. Применение методов контроля качества продукции открывает большие перспективы во всех отраслях промышленности. Однако повышение качества невозможно без изменения отношения к этому понятию на всех уровнях производства. К управлению качеством необходим системный подход и понимание этой проблемы всеми руководителями предприятий. Так как контроль качества позволяет вовремя выявить нарушения технологического процесса и оперативно исправить их с минимальными потерями.

#### *Библиографический список*

1. Белейчева А.С., Гаффорова Е.Б. Экспертная оценка продукции - инструмент определения удовлетворенности потребителей//Методы менеджмента качества .-2006

3. Ильенкова С. Д. и др. Управление качеством. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 2004.

3. Организация производства и управления предприятием: Учебник / под ред. О.Г. Туровца. – М.: ИНФРА-М, 2002

## КОНСТРУКТОРСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ПЛОСКИХ СОЛЕНОИДОВ В ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ПЕЧИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

В. А. Тюрин, М.Н. Мусолин

Научный руководитель – Мусолин А.К., д-р техн. наук, профессор

В электродуговых печах постоянного тока (ЭДПТ) плавление металла происходит за счет процесса горения электрической дуги между подвижным положительным электродом (анодом) и отрицательным графитовым подвижным электродом (катодом).

Соленоиды могут размещаться с внешней или внутренней стороны печи. Они используются для изменения направления горения дуги. В первом случае соленоид может быть выполнен в виде обмотки, расположенной вокруг корпуса печи в пространстве между подвижным графитовым электродом и максимальным уровнем расплавленного металла. Однако данная схема, несмотря на кажущуюся простоту, является непригодной для практической реализации, вследствие конструктивных особенностей электродуговых печей. С целью устранения экранирующего действия металлического корпуса печи на создаваемое соленоидом внешнее магнитное поле предлагается соленоиды располагать внутри печи между корпусом и частью футеровочного слоя.

В этом случае при разработке конструкции соленоидов необходимо выполнить следующие требования:

- обмотка соленоида должна быть работоспособной в условиях высоких температур и иметь возможность охлаждения с помощью хладагента;
- конструкция соленоида должна быть плоской и размещаться внутри футеровочного слоя.

На рисунке 1 показано температурное поле на элементах электродуговой печи массой металла 20 тонн.

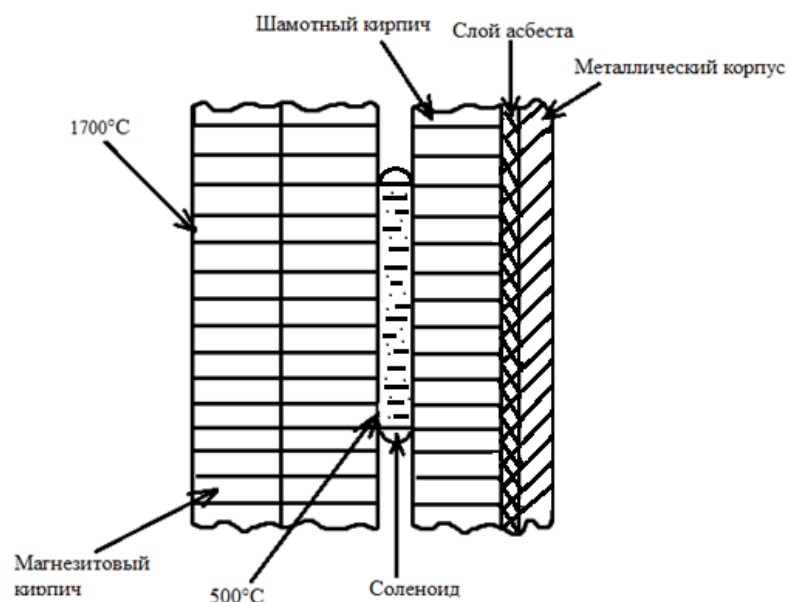


Рис. 1. Температурное поле на элементах дуговой печи

Обмотка плоского соленоида выполнена из медной трубы диаметром 18х2,5 мм и имеет 18 витков. Общая длина медного проводника (трубы) -

43 м. Для электроизоляции медной трубы соленоида используется кремнеземная лента типа КЛ 11 общей толщиной не менее 0,5 мм.

Соленоид имеет форму эллипса с размерами 1500x1000 мм. Намотка медной трубы осуществляется в одном направлении. Значение тока, протекающего по обмотке соленоида, изменяется в пределах от 100 А до 900 А, в зависимости от температурного поля футеровочного слоя, род тока - постоянный. Соленоид рассчитан на работу в диапазоне температур от 550°C до 660°C за счёт подачи хладагента в трубопровод. Из-за взрывоопасности охлаждение осуществляется пневматическим способом (воздухом).

Разработку системы охлаждения соленоидов целесообразно проводить совместно с разработкой системы управления направлением горения дугового разряда, выполненной на основе четырех соленоидов. Технология охлаждения соленоидов внутри печи основана на использовании источника холода (жидкого азота).

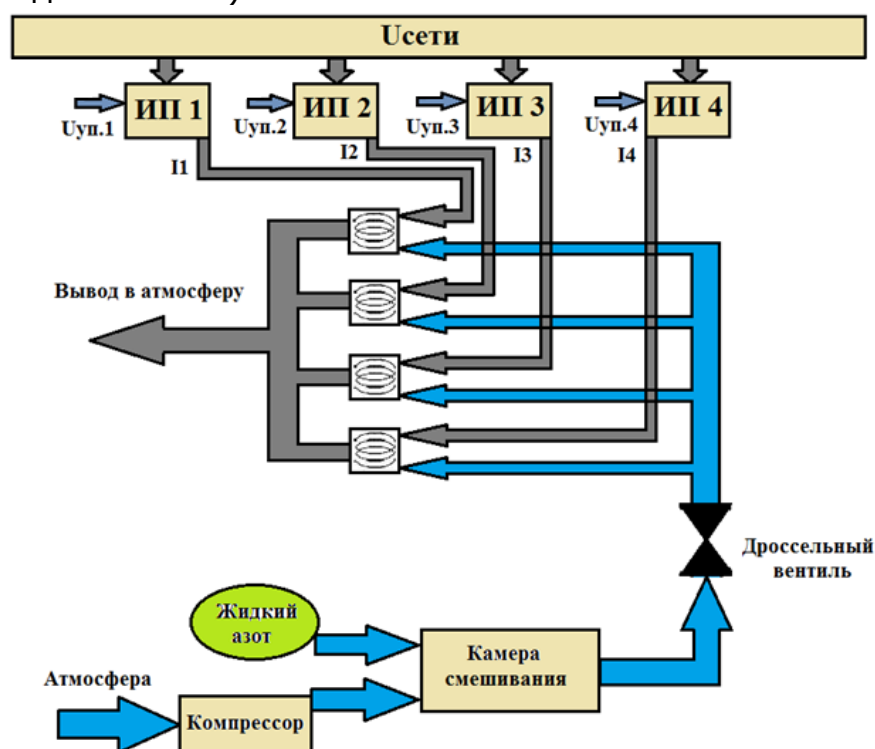


Рис. 2. Принципиальная схема воздушно-азотной установки охлаждения соленоидов

Установка охлаждения состоит из компрессора высокого давления, баллона с жидким азотом, камеры смешивания, дроссельного вентиля и четырех соленоидов [1]. Соленоиды запитываются от четырех регулируемых источников питания (ИП1, ИП2, ИП3, ИП4).

Сжатый в компрессоре воздух и жидкий азот попадают в камеру смешивания. Полученная смесь под давлением передается через дроссельный вентиль на четыре соленоида и охлаждает их.

#### Библиографический список

1. Клименко А.П., Новиков Н.В., Смоленский Б.С., Могильный В.И., Климентьев В.И., Рохленко М.А. Холод в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1969. – 248 с.

## СЕКЦИЯ «ИНОСТРАННЫЕ ЯЗЫКИ»

### WIRTSCHAFTSLINGUISTIK: MERKMALE DES ÖKONOMISCHEN DISKURSES

О.В. Асташина

Научный руководитель – Нерезова Т.С.

Heute finden sich wirtschaftslinguistische Arbeiten zu allen Bereichen des ökonomischen Diskurses. In der Germanistik hat man Mitte der neunziger Jahre des 20. Jahrhunderts eine Klassifikation wirtschaftslinguistischer Arbeiten vorgelegt, die das weite Themenspektrum dieser linguistischen Teildisziplin dokumentiert. Wirtschaftslinguistische Themen sind die Dialog- und Sprechhandlungsanalyse von kommunikativen Prozessen der internen und externen Unternehmenskommunikation, die Analyse von Werbetexten, von Internetauftritten, die spezielle Untersuchung von Schlüsselwörtern in der Wirtschaftskommunikation, von interkulturellen Kommunikationssituationen usw.

In der Zukunft wird es immer bedeutender werden, die bereitsbegonnene interdisziplinäre Ausrichtung wirtschaftslinguistischer Forschung weiter auszubauen und dabei auch die wirtschaftsinterne praktische Laienlinguistik mitzuberücksichtigen und mit ihr in einen produktiven Dialog zutreten. Ferner ist, da die Wirtschaftskommunikation in und zwischen großen Unternehmen immer global ist, die Zusammenarbeit zwischen den Linguistiken der Germanistik, Anglistik, Romanistik, Slavistik usw. unabdingbar.

Die Wirtschaftslinguistik ist aber auch von systematischem Interesse. Fragen der totalitären Sprache und der Sprachmanipulation lassen sich heute besonders an wirtschaftskommunikativen Prozessen untersuchen. Für Fragen der Text-Bild-Kommunikation oder auch der interkulturellen Kommunikation finden sich gerade in der Wirtschaftskommunikation reiche Korpora. Die zukünftige Aufgabe der diskurssensitiven Kulturwissenschaftlichen Linguistik wird es sein, die sprachlichen Auswirkungen des Wechselspiels national-, Landes- oder ethnokultureller, unternehmenskultureller und situativer Kommunikationsfaktoren im Detail zu untersuchen.

Grundsätzlich lassen sich zwei große Diskursbereiche des ökonomischen Diskurses unterscheiden: die Unternehmenskommunikation und die Werbung

Die interne Unternehmenskommunikation differenziert man noch nach *kooperationsbezogener Kommunikation* (oder auch *Arbeitskommunikation*), die sich unmittelbar auf Arbeitsabläufe bezieht und *kooperationsunabhängiger* oder auch *Sozialkommunikation*, die im Grenzbereich von offizieller und privater Kommunikation stattfindet.

Neben der kooperationsbezogenen und der kooperationsunabhängigen Kommunikation wird *kooperationsorganisierende* Kommunikation auch betrachtet. Es handelt sich nicht um die Kommunikation, in der unmittelbar Arbeitsabläufe stattfinden, sondern um die Organisation dieser Kommunikation.

Der Einkauf von Suggestionen, die Kompetenzgefühle erzeugen, muss vor allem selbst als Teil der Wirtschaftskommunikation und des Wirtschaftsdiskurses insgesamt angesehen werden.

## **НОВОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ: ПОНЯТИЕ, СУЩНОСТЬ И ПРОБЛЕМЫ**

Т.Ю. Понкратова

Научный руководитель - Андреева Г.Ю., ст. преподаватель

The purpose of my research: to understand the essence and problems of the NPM, to suggest solutions. One of the most important tasks: to study the essence, origin, history and problems of the concept, to offer answers to unresolved questions. Object of my research: NPM and Subject of research: characteristics and characteristics of NPM, development and problems and so on and so forth.

The aim of the concept of NPM is an achieving results with the help of new forms of social management. NPM is the practical result of the 1980s normative idea of "private is better than public". The basic idea was that instrument used in the private sector must be successful in the public-sector. NPM is by far more than management systems or performance measurement.

The phenomenon of NPM arose within the broader movement for a "reinventing government. This movement is one of the most significant changes in the philosophy of public administration.

The new state management presupposes a very definite set of components, with varying completeness implemented in individual countries during the reform of public administration.

NPM is accepted as "gold standard for administrative reform" for almost all countries. The main idea for reforming government was if government guided private-sector principles rather than (Weberian) rigid hierarchicalbureaucracy, it would work more efficiently and more effectively.

There are many problems in the question of new public management. The problem «Why is NPM too difficult to implement in Russia?» remains unanswered. For me, the main problem is the complexity of correlating activities in business and public administration.

### *Библиографический список:*

M. Barzelay: «The new public management: a bibliographical essay for Latin American (and other) scholars" , London School of Economics and Political Science, oct. 2000.

## СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ».....	3
Бозванов А.О. Нейросетевой регулятор угловым положением двигателя постоянного тока со статической нагрузкой.....	3
Князев М.Н. Алгоритм обработки видеоизображений для построения карты препятствий во время движения мобильного объекта.....	4
Фурсов П.А. Модуль оповещения локомотива о препятствиях на пути при движении железнодорожного состава.....	5
Ларионов С.М. Выделение движущегося объекта на неоднородном подвижном фоне.....	6
Шарипов А.И. Обнаружение линий на сложном фоне с помощью преобразования Радона.....	7
Бубнова Т.С. Настройка параметров предиктора Смита за счет пакета Simulink Response Optimization.....	8
Ерохин Д.Ю. Обнаружение, распознавание и прослеживание объектов в последовательности изображений с применением сверточной нейронной сети.....	9
Ершов Д.С. Система телеметрии в жидкостных ракетных двигателях.....	10
Мальченко М.С. Использование информации о перепадах яркости для модификации корреляционно-экстремального алгоритма определения координат движущегося объекта в последовательности видеоизображений.....	11
Никитин Д.В. Алгоритм сегментации изображений с применением вейвлет-преобразования для контроля качества изделий металлокерамического производства.....	12
Тюнин А.С. Алгоритм выделения и слежения за движущимися объектами на основе методов оптического потока.....	13
Чебукин В.А. Алгоритм выделения и прослеживания объектов на основе процедуры статистической сегментации.....	14
Зенин С.А. Алгоритм выделения движущихся объектов для бортовой системы видеослежения.....	15
СЕКЦИЯ «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ».....	17
Филина Е.В. Использование кольцевых баз данных (Round-Robin Database) в задачах анализа производительности информационных систем.....	17
Гаушко А.М. Алгоритм сжатия и прогнозирования временных рядов на коротком временном интервале.....	18
Жданова Е.А. Получение, анализ и применение метаданных реляционной СУБД при реализации автоматической генерации интерфейса WPF-приложения.....	19
Ерохин К.А. Информационное взаимодействие между информационными системами ЖКХ.....	20

Попова О.Н. Многокритериальный анализ системы.....	21
Красильникова С.В. Сравнительный анализ статистических моделей потребления жилищно-коммунальных ресурсов.....	22
Салтыкова А.А. Автоматизированное сопровождение правовой базы в специализированной обучающей системы.....	23
Константинов Д.А. Применение энтропии и статистических характеристик при анализе и восстановлении структур баз данных моделей потребления жилищно-коммунальных ресурсов.....	24
Сиваконов Е.Ю. Метрология в обеспечении качества продукции.....	25
Артемкин В.В. Применение алгоритма хеширования для симметричного блочного шифрования.....	26
Бойко С.С. Разработка автоматизированного информационно- вычислительного комплекса.....	27
Ломакина О.А. Повышение оперативности многокритериального контроля объекта управления.....	28
Строков А.С. Варианты реализации контроля параметров технологического процесса с использованием web-технологий.....	29
Барсуков А.П. Разработка утилиты формирования структуры нейросетевого преобразователя формы представления информации.....	30
Бреславец С.С. Распознавание лесных вырубок на космических снимках лесных массивов.....	31
Курылева В.К. Сравнительная характеристика ERP-систем для среднего бизнеса.....	32
Стародубцева В.А. Реализация нейросетевых преобразователей частотно-временных параметров сигналов в код в среде MATLAB.....	33
Шуваев В.А. Постреляционные базы данных.....	34
Шурганов А.В. Разработка информационной системы для испытательного стенда тестирования приборов.....	35
Алеев И.А. Разработка алгоритма работы модуля расчёта рентабельности продукции, выпускаемой на ЗАО «МПК «КРЗ».....	36
Кольцов Д.Б. Особенности разработки информационной системы поддержки исследования канала связи с вращающимся объектом.....	37
СЕКЦИЯ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА».....	39
Козлов А.А. Организация доставки сообщений на основе содержимого мобильным подписчикам.....	39
Мартынова Л.Е. Кластеризация данных электронной очереди в целях повышения эффективности её работы.....	40
Шустов А.С. Разработка метода автоматической классификации слов по типу формообразования и его программная реализация.....	41
Евдокимова Л.М. Корпоративная сервисная шина.....	42
Конев В.А., Конева М.С. Разработка алгоритмов кластеризации точек продаж при решении задачи ассортиментного планирования.....	43
Корябкин В.В. Исследование алгоритма передачи данных на основе полярных кодов.....	44



Кузнецов Д.Н. Исследование вероятностных характеристик частот формант русских гласных.....	45
Курочкин А.В. Построение системы консолидированной отчетности в системе управления корпоративными ресурсами.....	46
Сычиков А.О., Проказникова Е.Н. Особенности моделирования квантового алгоритма Гровера поиска в базе данных.....	47
Яранцев Р.О. Обзор технологии беспроводной связи компонентов системы «Умный дом», реализованной по принципу WLAN сети на базе микроконтроллеров ESP8266-01.....	48
Александров А.Ю. Использование ГРИД-систем при разработке виртуальных организаций.....	49
Мирошниченко А.А. Модель интеграции данных в независимых системах с использованием SOA-архитектуры.....	50
Камерцев Н.М. Проблемы автоматизированного распределения нагрузки медицинского персонала.....	51
Шапошникова Е.С. Об особенностях навигации мобильных роботов при использовании RTK-комплексов в качестве основного источника данных позиционирования.....	52
Фомичёв А.А. Разработка программного обеспечения элементов умного дома.....	53
Баранчиков П.А. Адаптация алгоритма простого перебора для определения успешности бросков игральные костей с дополнительными бросками .....	53
 СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ И БИОМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА».....	 55
Данилко В.А. Проблемы и особенности нормативного обеспечения испытаний на старение светодиодных осветительных приборов.....	55
Данилко В.А. Разработка методики испытаний на старение светодиодных осветительных приборов.....	56
Богданова И.А. Порядок проведения работ по оценке и анализу рисков.....	58
Павлюкова Е.А. Алгоритм разработки и внедрения системы менеджмента бережливого производства.....	59
Косырев А.А. Автоматическая корректировка погрешности измерительного устройства.....	60
Анищенко Ю.А. Анализ существующих методов метрологических испытаний АЦП.....	60
Анищенко Ю.А. Моделирование метрологических испытаний АЦП по гистограммному методу.....	62
Волкова С.В. Анализ опыта внедрения бережливого производства в трубной промышленности.....	63
Дорогов Г.В. Моделирование системы объемного лазерного сканирования рельефа местности в составе мультикоптера экологического мониторинга.....	64
Запрудский А.Д. Искусственная нейронная сеть для оценки координат точечного УЗ источника пространственной решетки УЗ приемника.....	65

Измерли А.О. Обзор для обнаружения и измерения концентрации летучих соединений тяжелых металлов в атмосфере.....	66
Карамнов А.Ю. Разработка телеизмерительной системы контроля магнитного поля.....	67
Ковалева М.В. Исследование и разработка системы для обнаружения и измерения концентрации летучих углеводородов в атмосфере.....	68
Крысанов А.В., Левин А.М. Использование квантовых точек в качестве ренгенолюминофоров.....	69
Крысанов А.В., Левин А.М. Надежность телевизоров на квантовых точках.....	70
Ловягин К.Р. Предварительная обработка автодинного сигнала.....	71
Ложкин А.О. Разработка системы контроля стабилизированного источника питания .....	72
Малашин С.В. Применение фильтра Калмана для оценки координат точечного УЗ источника в пространственной решетке УЗ приемника.....	73
Матюхин Е.П. Современные методы акупунктурной диагностики.....	74
Мордовина С.А. Моделирование передаточной функции дыхательных мышц.....	75
Назарова Д.И. Оценка результативности системы менеджмента качества (СМК) как способ ее улучшения.....	76
Панфилова С.Ю. Система оценки параметров variability дыхательного ритма.....	77
Пастухов Ю.В. Бесконтактная система диагностирования сонно-апноэтического синдрома.....	78
Попов А.В. Разработка системы контроля и управления автономного водоснабжения.....	79
Сенина Н.А. Влияние воздействия электрических полей на репродуктивные процессы и развитие живых организмов.....	80
Сиваконов Е.Ю. Корректирующие и предупреждающие действия при выявлении несоответствий.....	81
Ситников Д.В. Обзор методов повышения помехоустойчивости передачи информации в импульсных системах связи.....	82
Тювакова О.И. Проблемы при проведении электромиографической диагностики .....	83
Мариничев Е.В. Расчёт надежности с помощью программного обеспечения АСОНИКА.....	84
Мариничев Е.В. Требования к системе управления охраной окружающей среды при воздействии импульсных помех.....	84
Хамитов А.А. Параметрическая диагностика цифро-аналоговых систем.....	85
Цымдянкин А.Н. Разработка адаптивного устройства для измерения скорости и ускорения объекта.....	86
Черняк Ю.А. Экспериментальное определение динамических характеристик.....	87
Черняк Ю.А. Принципы построения модели системы метрологического испытания.....	88

СЕКЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ».....	89
Евграфов Д.М. Анализ космических снимков в решении задач экологического мониторинга.....	89
Колпаков А.Е. Технологические аспекты взаимодействия распределенных элементов кибер-физических вычислительных систем.....	90
Мелкова Д.А. Кластеризация данных в задачах учета объектов транспортной инфраструктуры.....	91
Мельников А.А. Реализация беспроводного обмена данными внутри сети однотипных устройств.....	92
Наумова М.А. Разработка информационной системы для каталогизации больших объемов данных космических снимков.....	93
Сергушкин В.В. Выбор пользовательского интерфейса для аппаратуры передачи данных.....	94
Слинкин В.А. Структура приложения информационной системы поддержки принятия решений в условиях неопределенности и оценка его эффективности.....	95
Толстых Д.И. Автоматизация учета договорной деятельности для предприятий аэрокосмической отрасли.....	96
Фетисов Д.В. Спектральное преобразование как способ автоматического масштабирования изображений.....	97
Цегельник Д.В. Разработка интерфейса геоинформационной системы каталогизации аэрокосмических изображений.....	98
Журавлев Д.С. Моделирование процесса работы вуза на основе интеллектуального анализа данных.....	99
СЕКЦИЯ «МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА».....	100
Сухов И.И., Рыбин Н.Б. Расчет и моделирование характеристик наноструктур с квантовыми ямами для светоизлучающих приборов.....	100
Голованова М.В. Разработка инвертора отрицательных импульсов малых амплитуд в микроэлектронном исполнении.....	101
Кошкин И.О. Биосенсор давления на основе тензоэффекта.....	102
Краснов К.Н., Логвин А.В. Преобразователь емкость-напряжение для емкостной спектроскопии глубоких уровней.....	103
Логвин А.В., Краснов К.Н. Релаксационная спектроскопия глубоких уровней.....	104
Романов А.Г. Исследование контактных явлений в барьерных структурах на основе неупорядоченных и кристаллических полупроводников.....	105
Луняков А.Е. Исследование особенностей структуры поверхности материалов с квантовыми точками.....	106
Мальченко С.И., Рогачков Р.С. Установка для автоматизированного измерения спектров фотolumинесценции полупроводниковых наноструктур на основе монохроматора МДР-2 ЛОМО.....	108
Шубаркин В.О. Биосенсор давления на основе пьезоэффекта.....	109
Сапельников А.С. Методика измерения массы микро- и наноразмерных биочастиц.....	110

Пирюгин А.В. Методика определения концентрации бионаночастиц методом турбидиметрии.....	111
Тюшин А.С. Разработка компаратора двухразрядных операндов в микроэлектронном исполнении.....	112
Логинов Д.С. Определение размеров наночастиц в коллоидном растворе методом нефелометрии.....	113
СЕКЦИЯ «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА».....	115
Хохликов А.А. Испытательный стенд устройства автоматического включения резерва в электрических сетях .....	115
Андриевский В.Ю. Разработка прибора для исследования электрической проводимости дентина.....	116
Булгакова Н.В. Исследование прочности временных пломбировочных материалов на разрыв.....	117
Кириллов Н.В. Разработка микрофокусной рентгеновской трубки с повышенной электрической прочностью.....	118
Краскин А.А. Разработка систем комбинированного анализа твердого тела методами электронной ОЖЕ-спектроскопии и масс-спектрометрии вторичных ионов.....	119
Креслин К.А. Разработка и исследование высокостабильного формирователя синусоидальных сигналов.....	120
Лытаев М.В. Разработка технологии изменения объема ROM памяти в устройствах под управлением IOS.....	121
Павлов П.И., Креслин К.А., Сережин А.А., Круглов. С.А. Разработка и исследование высокоэффективного импульсного генератора тока....	122
Рядовой М.А. Разработка прибора для измерения силы сжатия/растяжения биологических тканей.....	123
Агальцов К.Д. Анализ конструкций сеточных узлов новых газоразрядных коммутирующих приборов.....	124
Башта Л.Г. Мостовой преобразователь и широтно-импульсная модуляция как метод формирования синусоидального напряжения....	125
Киреев А.М. Виды солнечных систем электроснабжения.....	126
Кузин А.Н., Колесник И.О. Основные виды преобразователей напряжения .....	127
Будников Д.В. Разработка методики диагностики дефектов контактного покрытия разрабатываемых МЭМС.....	128
Ворожеев В.Н. Характеристика электрических нагрузок отходящей линии трансформаторной подстанции РГРТУ.....	129
Ефимов А.В. Разработка макета системы позиционирования исследуемых образцов для установки микрофокусной рентгенографии и рентгеноструктурного анализа.....	130
Дрожжачих П.А. Схема управления высоковольтного блока питания...	130
Ивашев П.А. Организация передачи сигналов состояния и управления подстанциями 110/10 Кв.....	131
Кузьмич А.Ю. Разработка силовой части источника питания.....	132
Однорал М.А. Функциональная схема блока измерения низкоомных сопротивлений автомата контроля монтажа для автоматизированного рабочего места .....	133

Козлов Е.А. Исследование процесса генерации электрической энергии за счёт перемещения ионов в межэлектродном промежутке, используя силу ветра .....	134
Малдыбаева Э. Исследование надежности вакуумных Выключателей.....	135
Кожин А.Е. Температурный сенсор системы регистрации масс-спектрометра динамического типа.....	136
Миронов Д.В. Разработка клапанной системы парореактивного нагнетателя.....	137
Асотов С.М. Разработка солнечного коллектора на основе артериальных тепловых труб.....	137
СЕКЦИЯ «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ».....	139
Ерзунов О.Р. Моделирование нелинейного поведения усилителей мощности.....	139
Стройкова Т.С. Изучение влияния характеристик фазовых сдвигов на диаграмму направленности АФАР.....	140
Столяров А.А. Обнаружители-измерители многочастотных Сигналов.....	141
Рамазанова А.А., Андреев А.А. Спектральный анализ ФКМ-сигналов.....	142
СЕКЦИЯ «БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ».....	144
Кожин П.Е. Многоцелевой источник питания приёмо-передающего модуля.....	144
Недвигина И.Ш. Проектирование радиочастотного тракта моноимпульсного приемника.....	145
Некрасова О.В. Современная фильтрация СВЧ сигналов.....	146
Немова А.С. МIMO-система. Алгоритм BLAST.....	147
Рогач И.Е. Замкнутая система авторегулирования в высоковольтном высокочастотном генераторе.....	148
Мокроусов С.И. Эффективность компенсации помех в антенных решётках.....	149
СЕКЦИЯ «РАДИОУПРАВЛЕНИЕ И СВЯЗЬ».....	150
Сиротин А.В., Крылов Р.Д. Проектирование алгоритмов фильтрации и обработки инфракрасных изображений.....	150
Егоров А.В. Разработка алгоритма синтеза OFDM сигналов для радиоканала управления роботизированными комплексами.....	151
Мартынов Д.А. Проектирование устройства приёма и передачи информации на основе технологии OFDM.....	152
Чекренёва А.С. Методы оценки качества речевых сигналов в сложных акустических условиях.....	153
Ломов И.Р. Проектирование алгоритмов сжатия видеоданных с использованием вейвлет преобразования для передачи по многоканальным телекоммуникационным системам.....	154

Тараканова А.С. Разработка алгоритма цифровой обработки сигналов с использованием их динамических характеристик.....	155
Суздальцев А.Д. Разработка методики проектирования сетей IP-телефонии для передачи речевых сигналов.....	156
Сазонова Е.С. Разработка первичных кодеков речевых сигналов на основе искусственных нейронных сетей.....	157
Нуйкина А.Е. Компенсация помех спутниковых систем связи.....	158
Мамонов М.Н. Разработка алгоритма оценки влияния помех на погрешность весового метода усреднения разностной частоты в частотном дальномере ближнего действия.....	159
Лушников П.С. Алгоритмы сжатия цифровых изображений в системах уличного наблюдения.....	160
Краснолуцкая А.О. Проектирование сотовой сети связи с переносом емкости.....	161
Косоруков А.Н. Алгоритмы распознавания стационарных случайных сигналов в спектральной области.....	162
Коньков В.А. Методы повышения эффективности использования РЧР на радиорелейной линии.....	163
Даль А.А. Проектирование алгоритмов выделения слитной речи из смешанного акустического сигнала.....	164
Сурков С.И. Методика выбора оптимальной сигнально кодовой конструкции высокоскоростной передачи данных информационно-командной радиолинии.....	165
Бунин М.С. Построение Ad-hoc сетей для группы роботов.....	166
Зайцев М.С. Разработка алгоритмов компенсации помех в промышленном уровнемере на основе частотного дальмера.....	167
Звездочкин А.В. Методика обеспечения электромагнитной совместимости в цифровых системах передачи.....	168
Благоннадеждин В.В. Методика оценки характеристик ЭМС цифровых систем передачи.....	169
Епишкина М.А. Проектирование сети доступа в сеть интернет в ТРК «ОКСКАЯ ЖЕМЧУЖИНА».....	170
Светиков С.М. Алгоритм сжатия цифровых изображений при передаче по многоканальным телекоммуникационным системам JPEG2000.....	171
Елютин А.В. Реализация алгоритма подавления дрожания кадра видеоданных с использованием библиотеки OPENCV.....	172
Еремеев Е.В. Интеграция цифровой АТС с сетью сигнализации.....	173
Заигров Н.С. Разработка алгоритма распознавания векторных случайных сигналов в спектральной области.....	174
Михайлов А.С. Проектирование алгоритмов комплексирования ИК и видеоизображений при действии мешающих факторов.....	175
Попов А.Г. Оценка фазы биений ЧМ дальмера при наличии мешающих отражений.....	176
Павкина Е.А. Разработка компьютерной модели системы связи с технологией OFDM.....	177

Недвигин С.В. Оценка влияния импульсных помех на распознавание стационарных сигналов в спектральной области.....	178
Михайлова А.С. Автоматическая идентификация диктора на основе метода остатков линейного предсказания.....	179
Кретов А.Ю. Проектирование сети ЦРПЛ.....	180
Крылов Р.Д., Сиротин А.В. Проектирование алгоритмов сжатия цифровых изображений на основе современных декоррелирующих преобразований для передачи.....	181
по многоканальным телекоммуникационным системам	
Жариков А.Э. Разработка алгоритма синтеза пространственно-временных блочных кодов для МІМО систем.....	182
 СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ».....	183
Бронин Е.В., Галиев И.Э. Разработка классификатора и информационно-справочной системы межплатных соединителей.....	183
Кузин Д.Ю. Исследование динамики импульсной системы авторегулирования с широтно-импульсной модуляцией.....	184
Ларькин В.Д. Исследование конструкции модуля обогрева одежды специального назначения.....	185
Чикалкин В.С. Разработка программы моделирования систем космической связи на основе множественного доступа.....	186
Гостин А.М., Шумилова А.С. Разработка программного обеспечения личного кабинета студента.....	187
Григорьев Д.Н., Соколов Е.Н. Математическая модель активной фазированной антенной решетки для радиолокационных систем самонаведения.....	188
Чубко А.О. Множественный доступ к каналам спутниковой связи с временным разделением.....	189
Шипилов А.А. Исследование технологий производства печатных плат с использованием 3D принтера.....	190
Абрамов В.О. Конструирование системы управления уличным освещением.....	191
Соколов В.Г. Применение технологий проектирования, основанных на знаниях, при изготовлении деталей методом 3D-печати.....	192
Окунцев Е.А. Умный дом на ARDUINO.....	193
Тарасов М.М. Разработка конструкции теплоотвода на основе тепловых труб для вычислительного модуля.....	194
Скуратов О.И. Исследование и конструирование ветроэнергетической установки.....	195
Улькин П.А. Облачные вычисления при работе с удалённым сервером.....	196
Скуратова П.Э. Моделирование модуля управления солнечными энергетическими установками.....	197
Фролов А.С. Сравнительный анализ программного обеспечения для работы с единой государственной автоматизированной информационной системой.....	198

Телялькова М.В. Обзор методов преобразования аналогового сигнала в код.....	199
Гусева А.И. Разработка модуля управления соединительным Устройством.....	200
Дороднов А.Р. Создание 3D моделей средствами САПР.....	201
Пюрова Т.А. Многопоточные алгоритмы поиска данных, основанные на технологии CUDA.....	202
Сапрыкина Е.Н., Акинина К.Д. Оптимальное число поколений и особей в популяции при варьирующихся значениях параметра мутации генетического алгоритма на хромосомах малой длины.....	203
Солотенков И.В. Исследование технологий web-сервисов для организации автоматизированного доступа к распределенным информационным ресурсам.....	204
Фам А.М. Имитационная модель СМО М/М/1.....	205
Ичко Д.Р. Разработка унифицированной справочной системы на основе оконного интерфейса.....	206
Перов А.В. Разработка программы для расчета конструкций электронных средств.....	206
Вялов А.В. Программная реализация алгоритма компоновки электронных средств.....	207
Еремин М.И. Разработка программы графического редактора ситуационных обучающих сцен .....	208
Апрельский А.В. Средства разработки для программирования микроконтроллеров на базе AVR архитектуры.....	210
Филимонов В.В. Исследование и разработка конструкции энергосберегающих осветительных приборов для автомобилей с элементами автоматического управления.....	211
Журавлев В.А. Разработка методов автоматизации построения онтологий конструирования радиоэлектронных систем.....	212
Колчаев Д.А. Разработка программ обработки информации, поступающей с лазерного измерителя ЛИДАР.....	213
Пивоварова И.С. Исследование и конструирование мобильного аппарата лазерного облучения крови.....	214
Попов Г.А. Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ на основе многопоточного алгоритма.....	215
Соловьев С.А. Модуль управления солнечной батареей для слежения за солнцем.....	216
Полилов И.А. Программирование микроконтроллеров на базе AVR архитектуры.....	217
Тишкина Е.В. Автоматизированная информационная система «Резэкспертиза счетов ОМС».....	218
Холопов Е.Ю. Подавление случайных геометрических деформаций в реальном времени на базе ПЛИС.....	219
Нгуен А.З. Исследование вариантов использования алгоритмов разбиения в системах множественного доступа.....	220



СЕКЦИЯ «ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И ОСНОВЫ РАДИОТЕХНИКИ».....	222
Мирохин Е.И. Исследование итеративных систем связи с помощью оценки функции плотности распределения вероятности и графиков передаточной функции внешней информации.....	222
Исаев М.О. Разработка модуля идентификации группы абонентов на основе кодов Рида-Соломона без запятой для системы синхронизации W-CDMA на ПЛИС.....	223
Дряхлов А.А. Исследование помехоустойчивого турбодекодера ВРТС.....	224
Шатилов Е.В. Анализ стратегий оценки характеристик радиоканала при приеме OFDM сигналов по многолучевым каналам связи.....	225
Кудряшова А.А. Оптимизация длины обучающей последовательности при оценке MIMO канала связи с подвижным объектом.....	226
Лазарев А.В. Анализ параметров LDPC декодера при аппаратной реализации на ПЛИС и их влияние на характеристики исследуемой системы.....	227
Минаков В.А. Исследование проблемы построения архитектур памяти в многопроцессорных и многоядерных системах..	228
Терехов К.Г. Разработка универсального программного приёмо-передающего модуля для перспективных систем передачи информации.....	229
Субботин И.В. Исследование эффективности применения OPENMP с точки зрения вносимых им дополнительных временных затрат.....	230
Большов Д.С. Разработка модуля корреляционной обработки широкополосного сигнала на плис с использованием системы MATLAB.....	231
Севостьянов М.А. Моделирование системы треллис кодирования стандарта DMR в среде SIMULINK.....	232
Волков И.Ю. Разработка метода оценки уровня насыщения вероятности битовой ошибки для нерегулярных LDPC кодов. Параллельное декодирование LDPC кодов.....	233
СЕКЦИЯ «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА».....	234
Баяков К.И. Сравнение эффективности методов обработки изображений в среде XCODE.....	234
Беляева К.А. Устранение случайности при сопоставлении дескрипторов локальных особенностей на изображении.....	235
Бухтеев Д.М. Оценка системных средств диагностики персонального компьютера.....	236
Карелина Н.О. Моделирование бизнес-процессов на основе онтологического описания.....	237

Прокофьев В.А. Автоматизация расчетных процедур основного структурного метода при проектировании сложных человеко-машинных систем.....	238
Савин А.В. Реализация генетического алгоритма на графическом процессоре.....	239
Слепых Е.П. Разработка алгоритма раскрытия листового материала с использованием метода линейного программирования.....	240
Билоус И.Е. Разработка web-сервиса удаленного хранения и передачи данных.....	241
Кирсанова В.В. Анализ автоматизированных решений в области процессов обслуживания.....	242
Калинин А.А. Автоматизация систем сетевого планирования.....	243
Беликов А.В. WCF – технология построения распределенных приложений.....	244
Моудио Ф.Е. Методика выделения контуров на изображениях.....	245
Клименко Е.А. Реализация модели системы передачи цифровых данных с использованием массивно-параллельных вычислений.....	246
Смыкова М.А., Караев С.А., Колчаев Д.А. Исследование автоматизированных методов оценки качества изображений.....	247
Гомбо А.А.З. Оптимизация пропускной способности корпоративной сети на основе модели.....	248
Дмитриева И.Н. Исследование проблематики формирования структур баз данных в концепции управления знаниями.....	249
Романенко П.Н. Разработка web-приложения для контроля производственного процесса.....	250
Тарасов А.В. Визуализация динамических процессов в системах управления объектами.....	251
Хлапов И.В. Анализ безопасности баз данных.....	252
Пушкарев П.Е. Пользовательские интерфейсы системы мониторинга производственных процессов.....	253
Гутырчик А.В. Разработка мобильных приложений на платформе APACHE CORDOVA.....	254
Степашкина А.С. Использование метода дискриминантного анализа для классификации объектов.....	255
Строгова Ю.А. Исследование проблемы извлечения неявных знаний в формировании баз знаний на этапах проектирования и эксплуатации информационных систем.....	257
Нуров А.А. Архитектура высоконагруженных web-приложений. Масштабирование распределенных систем.....	258
Гургуров С.З. Программный имитатор системы управления тепловозом.....	259

СЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ».....	261
Бычков И.О. Расчёт и проектирование электронно-оптической системы ЛБВ 3-ММ диапазона.....	261
Абрамова А.Ю. Разработка генераторного модуля, стабилизированного высокочастотным резонатором в 5-ти мм диапазоне длин волн.....	262
Арефьев А.С. Исследование возможности создания двухрежимного широкополосного клистрона.....	263
Архипов Д.Ю., Жабин Г.А. Влияние СВЧ обработки на эмиссию катодов в циклотронных защитных устройствах.....	264
Сычев Н.А. Разработка и исследование многолучевой односекционной ЛБВ миллиметрового диапазона.....	265
Земсков Р.А. Разработка гибридно-интегрального усилителя мощности 2-х см диапазона длин волн с выходной непрерывной мощностью 10 Вт.....	266
Лисовецкий Н.А. Перспективы применения волновых твердотельных гироскопов в навигационных системах летательных аппаратов.....	267
Дуюнов В.В. Исследование особенностей излучения фотолуминофора в импульсном разряде.....	268
Ефимов А.С. Мощного усилителя X диапазона длин волн.....	269
Моисеев Д.С. Расчет сверхмощного прибора с выходной импульсной мощностью не менее 10 МВт в S диапазоне.....	270
Нгуен К.Х. Ионизационный манометрический преобразователь.....	271
Новиченков Р.Н., Тройников И.А. Расчет мощных приборов клистронного типа в субмиллиметровом диапазоне.....	272
Полякова Н.Е. Разработка и исследование микрополоскового ферритового X – циркулятора для комплектации СВЧ субмодуля АФАР.....	273
Рязанова Л.А. Использование волнового твердотельного гироскопа в режиме регистрации угловых перемещений.....	274
Суриков Д.А. Разработка микрополоскового эквалайзера 2-х см диапазона длин волн, предназначенного для выравнивания амплитудно-частотной характеристики лампы бегущей волны.....	275
Филин Ю.Ю. Спиральная ЛБВ 3-см диапазона длин волн, испытание на виброустойчивость.....	276
Холомин А.Ю. Моделирование характеристик материалов электронной техники в среде NI LabVIEW.....	277
Павлюченков В.Д. Расчет и разработка электронно-оптической системы клистрона среднего уровня мощности.....	278
Сиротинин И.А. Расчёт Гауссовых пучков в кольцевом резонаторе лазерного гироскопа.....	279
Гаврилов М.М. Модернизация блока режимов циклотронно-защищенного комплексированного устройства.....	280
Рункин И.С. Проектирование полосно-пропускающего фильтра СВЧ на полуволновых разомкнутых резонаторах с электромагнитной связью.....	281

Сычев Н.А. Разработка и исследование многолучевой односекционной ЛБВ миллиметрового диапазона.....	282
Тройников И.А., Новиченков Р.Н. Разработка автогенератора терагерцового диапазона на основе многозачерных резонаторов.....	283
Шишов И.Ю. Разработка и исследование конструкции резонаторной системы мощного многолучевого клистрона миллиметрового диапазона.....	284
СЕКЦИЯ «ГОСУДАРСТВЕННОЕ, МУНИЦИПАЛЬНОЕ И КОРПОРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ».....	285
Зуб М.Д. Основные тенденции рынка слияний и поглощений на современном этапе.....	285
Горячева А.А. Особенности оценки человеческого потенциала экономического развития в России.....	286
Молостова М.Н. Современные инвестиционные стратегии крупнейших отечественных и зарубежных корпораций.....	287
Потапкина Е.Г. Проблемы оценки эффективности государственных и муниципальных программ.....	288
Рассадовская А.В. Совершенствование иммиграционной политики в Рязанском регионе (социально-культурный аспект).....	289
Кирюхин А.А. Совершенствование управления экономической эффективности городской транспортной системы.....	290
Давыдов А.Д. Важность финансовой грамотности клиентов в банковской сфере.....	291
Матюхина М.О., Горбова О.Ю. Особенности внедрения проектного управления в региональное планирование.....	292
СЕКЦИЯ «ЭКОНОМИКА И ФИНАНСЫ».....	294
Щелокова И.А. Необходимость внедрения платных дополнительных образовательных услуг в муниципальные образовательные учреждения.....	294
Тювакова О.И. Проблемы управления затратами в современной Компании.....	295
Кравцова С.В. Криптовалюты как современный инструмент платежей.....	296
Романова А.С. Внебюджетные источники финансирования деятельности бюджетной организации (на примере МБДОУ «Детский сад №78»).....	297
Орлов П.А. Проблемы кластеризации в России.....	298
Трошкина О.В. Использование интегрального рычага, как способ определения взаимосвязи доходности и риска при принятии деловых решений.....	299
Кленьшина С.В. Инновации как фактор повышения конкурентоспособности производственного предприятия.....	300
Иголина М.А. Анализ конкурентных преимуществ ОСаО «Ресо-Гарантия».....	301
Литвинова О.В. Функции системы контроллинга предприятий ОПК на этапах реализации проектов ГОЗ.....	302

Царева О.А. Динамика цены на золото в России за последние десять лет.....	304
СЕКЦИЯ «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ».....	305
Гуськов В.Г. Обзор существующих методов и алгоритмов контроля качества продукции.....	305
Тюрин В.А., Мусолин М.Н. Конструкторские особенности охлаждения плоских соленоидов в электродуговой печи постоянного тока.....	307
СЕКЦИЯ «ИНОСТРАННЫЕ ЯЗЫКИ».....	309
Асташина О.В. Wirtschaftslinguistik: merkmale des ökonomischen diskurses.....	309
Понкратова Т.Ю. Новое государственное управление: понятие, сущность и проблемы.....	310

Материалы III научно-технической конференции магистрантов Рязанского  
государственного радиотехнического университета  
12 апреля 2017г.

Редактор Р.К. Мангутова

Подписано в печать 30.05.17. Формат бумаги 60-84 1/16  
Бумага газетная. Печать трафаретная. Усл. печ. л.20,375.  
Тираж 50 экз. Заказ \_\_\_\_\_.  
Рязанский государственный радиотехнический университет.  
390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1.  
Редакционно-издательский центр РГРТУ