

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф.УТКИНА

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

НИТ - 2019

XXIV ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ, МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ
И СПЕЦИАЛИСТОВ

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

ТОМ II



РЯЗАНЬ 2019

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
НИТ-2019

**XXIV ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ**

Материалы конференции



Рязань 2019

УДК 004+001.1+681.2+681.3+681.5

Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина. 2019. 180 с.

Сборник включает материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях». Освещаются вопросы математического моделирования, численных методов, новых информационных технологий в образовании, экономике, радиоэлектронике, телекоммуникационных вычислительных сетях, САПР, геоинформационных технологиях.

Авторская позиция и стилистические особенности публикаций полностью сохранены.

Программный комитет:

Корячко В.П. – заведующий кафедрой САПР ВС РГРТУ, заслуженный деятель науки и техники РФ, д.т.н., профессор, (председатель);

Пылькин А.Н. – декан факультета вычислительной техники РГРТУ, заслуженный работник ВШ РФ, д.т.н., профессор (зам. председателя);

Гусев С.И. – проректор по научной работе и инновациям РГРТУ, д.т.н., профессор;

Еремеев В.В. – директор НИИ «Фотон», д.т.н., профессор;

Иванников А.Д. – главный научный сотрудник Института проблем проектирования в микроэлектронике РАН (г. Москва), д.т.н., профессор;

Каперко А.Ф. – профессор МИЭМ при ВШЭ, д.т.н., профессор;

Кириллов С.Н. – заведующий кафедрой РУС РГРТУ, д.т.н., профессор;

Костров Б.В. – заведующий кафедрой ЭВМ РГРТУ, д.т.н., профессор;

Мусолин А.К. – заведующий кафедрой АИТП РГРТУ, д.т.н., профессор;

Прохоров С.А. – заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии» Самарского государственного аэрокосмического университета им. С.П. Королева, д.т.н., профессор;

Таганов А.И. – заведующий кафедрой КТ РГРТУ, д.т.н., профессор;

Бакулева М.А. – доцент кафедры САПР ВС РГРТУ, к.т.н., доцент (ученый секретарь).

ISBN

© Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина

Секция 6. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ

КЛЮЧЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

В.С. Агейкова

Научный руководитель – Громов А.Ю. к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В современном мире бизнес ориентируется на своевременное получение актуальных данных, которые позволят минимизировать риски, уменьшить затраты и вовремя достигать поставленных целей. Эти данные, представленные в понятной форме для руководства любой компании, позволяют быстро принимать решения, полезные для бизнеса.

Именно поэтому использование KPI становится все более актуальным. Достижение любой цели предполагает прохождение от начальной точки некоторого состояния до момента, когда закончился установленный срок. В таком случае KPI устанавливаются для всего процесса, чтобы отследить ход выполнения. Такие показатели называются KPI функционирования.

Существует еще несколько типов KPI:

- KPI результата – это количественный или качественный показатель эффективности полученного результата;
- KPI затрат – это информация о затраченных ресурсах (например, человеко-часы, затраты на себестоимость, заработная плата рабочим и т.д.);
- KPI эффективности – это показатель, который характеризует полученный результат по отношению к затратам на ресурсы;
- KPI производительности – это показатель отношения результата к затраченному времени.

При разработке KPI следует придерживаться следующих правил:

1. Избегать большого количества ключевых показателей эффективности, т.к. наличие большого набора показателей только сбивает с основной цели.
2. Любой KPI должен быть измерим.
3. Использование и отслеживание KPI должно быть финансово оправдано.

Внедрение KPI в бизнес-процесс способствует достижению целей бизнеса и является мощным мотивирующим персонал фактором. Однако, такой баланс достигается только в том случае, если на предприятии принят правильный подход к использованию ключевых показателей деятельности.

Следует периодически пересматривать KPI, чтобы иметь актуальные и мотивирующие показатели.

Еще одним важным моментом является правильное и понятное отображение ключевых показателей эффективности, а также возможность рассматривать эти показатели в динамике.

Системы Business Intelligence помогут собрать исходные данные с разных источников в одном месте, установить необходимые KPI и отслеживать их в динамике. Одной из таких систем является Power BI Desktop от Microsoft. Она

предоставляет мощные средства бизнес-аналитики на основе данных, которые помогут отвечать на вопросы, принимать решения, отслеживать ход выполнения, регулярно проверять наличие обновлений данных и многое другое.

ИНСТРУМЕНТЫ ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Е.Н. Андрианова

Научный руководитель – Громов А.Ю.

к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Проектирование аналитических систем является на сегодняшний день актуальной задачей, потому что организации из разных сфер деятельности хотят автоматизировать процесс принятия решений и быстро анализировать информацию из больших массивов данных. При внедрении системы на предприятие большой проблемой становится сбор и обработка исходных данных. Поэтому важно правильно организовать набор данных, с которым будет работать система.

IBM InfoSphere DataStage - платформа, которая интегрирует данные в нескольких корпоративных системах. Использует высокопроизводительную среду, доступную локально или в облаке. Масштабируемая платформа обеспечивает расширенные возможности управления метаданными и подключения к предприятиям. Объединяет разнородные данные, в том числе большие данные [3].

SAS Data Preparation обеспечивает интерактивную среду самообслуживания для пользователей, которым необходим доступ, формирование и очистка данных для подготовки их к отчетности или аналитике. SAS Data Preparation экономит время на предварительные задачи, выполняемые для подготовки данных для отчетности и аналитики. Для его использования не требуются навыки программирования или SQL. С помощью данного инструмента, пользователи смогут больше времени уделить отчетности, а не подготовке данных к ней. SAS Data Preparation предназначен для бизнес-аналитиков, специалистов по данным и других нетехнических пользователей [2]. Обладает высокой стоимостью по сравнению с другими продуктами.

Oracle Warehouse Builder - это единый комплексный инструмент для всех аспектов интеграции данных. Warehouse Builder использует Oracle Database для преобразования данных в высококачественную информацию. Он обеспечивает качество данных, аудит данных, полностью интегрированное реляционное и многомерное моделирование, а также полное управление жизненным циклом данных и метаданных. Warehouse Builder позволяет создавать хранилища данных, переносить данные из устаревших систем, консолидировать данные из разнородных источников данных, очищать и преобразовывать данные для предоставления качественной информации и управления корпоративными метаданными [1]. Для работы нужны специальные навыки.

Заключение

Выбор метода подготовки данных будет зависеть от предметной области, объема данных и планируемых затрат. Поэтому нельзя выбрать один наилучший метод подготовки данных и всегда использовать только его. Для того, чтобы создать более универсальный метод, придется комбинировать возможности разных методов. Однако, можно выделить ETL-метод как один из самых распространенных методов в подготовке данных.

По рассмотренным методам были оценены инструменты, которые осуществляют тот или иной подход.

На основе проведенного анализа можно выделить, что лидерами являются инструменты подготовки данных SAS Data Preparation и Oracle Warehouse Builder, поэтому дальнейшие исследования будут вестись с этими программными продуктами.

Библиографический список

1. Oracle Warehouse Builder User's Guide, 11g Release 1 (11.1) B31278-06. 2009, Oracle and/or its affiliates.
2. SAS® Data Studio 2.1: User's Guide. 2017, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
3. Электронный ресурс. Сайт ИМБ. Продукт IBM InfoSphere DataStage. URL: <https://www.ibm.com/us-en/marketplace/datastage> (дата обращения 10.10.2019)

КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА, АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АВТОБИЗНЕСА

А.А. Булойчик

Научный руководитель – Тонкович И.Н.

канд. хим. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

На сегодняшний день практически каждый второй автомобильный сервисный центр прибегает к автоматизации, поскольку это позволяет существенно повысить эффективность бизнеса за счет сокращения времени на проведение сложных операций.

Бизнес-процессы на предприятиях автобизнеса, во-первых, сложны и разнородны. Поэтому важно объединить их в рамках единого информационного пространства. Такое объединение позволяет оптимизировать документооборот предприятия, повысить эффективность его работы, а, следовательно, обеспечить рост финансовых показателей.

Во-вторых, рациональной работе предприятий автобизнеса препятствуют такие факторы, как невозможность полноценного контроля за всеми этапами работы и неоптимальное использование человеческих и материальных ресурсов.

Предметом исследования является разработка программного модуля, предназначенного для автоматизации процессов учета товаров на складе, управления человеческими и временными ресурсами, организации заказов

на оказание ремонтных услуг с целью сокращения временных затрат сотрудников предприятий автобизнеса.

Разрабатываемый модуль является частью системы по автоматизации работы предприятий автобизнеса. Модуль отвечает за ведение склада и управление автосервисом. Со стороны автосервиса представлено выполнение таких операций, как прием заявок и планирование авторбот, управление заказ-нарядами, анализ работы, а со стороны прилежащего склада – оприходование, продажа, перемещение, списание и ликвидация деталей. Программный модуль также позволяет пользователю просмотреть журнал произведённых операций за выбранный период времени, получить статистику и увидеть результаты анализа работы автомастерской в различных разрезах.

Модуль имеет классическую трехслойную клиент-серверную архитектуру, включающую презентационную логику, бизнес-логику, слой доступа к данным.

Для реализации бизнес-логики модуля был выбран свободный PHP фреймворк Symfony.

Symfony предлагает быструю разработку и управление веб-приложениями, позволяет легко решать рутинные задачи веб-программиста. Работает только с PHP 5 и выше. Следует также отметить, что Symfony имеет поддержку множества баз данных (MySQL, PostgreSQL, SQLite или любая другая PDO-совместимая СУБД). Информация о реляционной базе данных в проекте должна быть связана с объектной моделью. Это достигается при помощи ORM инструмента. Symfony поставляется с двумя из них: Propel и Doctrine.

Несомненным преимуществом данного фреймворка перед его аналогами являются:

- масштабируемость;
- скорость;
- стабильность;
- гибкость.

В качестве языка программирования web-клиента использован Java Script в связке с CSS и HTML.

JavaScript даёт возможность реализовывать сложное поведение веб-страницы. Ядро языка JavaScript состоит из некоторого количества обычных возможностей, которые позволяют:

- хранить данные внутри переменных;
- выполнять операции над фрагментами текстов (известными в программировании как «строки»);
- запускать код в соответствии с определенными событиями, происходящими на web-странице.

В свою очередь, HTML используется для визуального и смыслового структурирования web-контента, а CSS – придания стиля отображаемого HTML контента.

Модуль комплексной автоматизации предприятий автобизнеса обеспечит развитие компании за счёт повышения эффективности работы организации:

формируется единая структурированная база данных потребителей, контрагентов и даже конкурентов;

выстраивается вся история взаимоотношений с клиентами с возможностью контроля договоренностей;

устанавливается электронный документооборот между отделами, синхронизирующий бизнес-процессы в компании;

сокращаются сроки исполнения договоров, работа персонала находится под постоянным контролем;

формируется аналитика и статистика бизнеса.

Результатом автоматизации автосервиса станут:

- рост скорости работы;
- минимизация ручного труда;
- сокращение количества механических ошибок;
- контроль больших объемов информации;
- повышение эффективности работы сотрудников, координация их действий.

Данная разработка ориентирована на сферу автобизнеса и призвана помочь в сокращении времени выполнения всех складских операций, оптимизации работы по оказанию ремонтных услуг и удаленном управлении персоналом и складом.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА НАЛИЧИЯ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПРОГРАММНОГО И АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГРУППЫ КОМПЬЮТЕРОВ

А.Ю. Голованов

Научный руководитель – Пруцков А.В.

д-р техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Проектируемая информационная система (далее – ИС) должна решать проблему автоматизации учета наличия и работоспособности программного и аппаратного обеспечения компьютеров кафедры. В связи с потребностью кафедры университета в подобной системе и отсутствием на рынке бесплатных альтернатив, актуальность темы является оправданной.

Основная задача заключается в создании единой информационной системы, которая будет хранить информацию об аппаратном и программном обеспечении компьютеров. Пользователи ИС должны быть разделены на группы, каждая из которых должна иметь доступ к набору определенных функций системы. В частности, при возникновении проблемы с компьютером, студент или преподаватель должен иметь возможность сформировать запрос на решение проблемы неправильного функционирования или нехватки программного или аппаратного обеспечения данного компьютера. Инженер должен просмотреть заявку и уведомить о решении проблемы. Проверяющий, в свою очередь, должен проверить, решена ли проблема, сделать соответствующую отметку и, в случае успешного решения проблемы, закрыть эту заявку. Таким образом, с системой будет оперировать большое количество пользователей, взаимодействующих с единым набором данных. При этом взаимодействие с данными ограничено правами групп, к которым прикреплены пользователи. Для решения задачи рационально использовать

клиент-серверную архитектуру[1]. Помимо того, для улучшения масштабируемости системы, вместо классической двухуровневой, будет использована трехуровневая архитектурная модель[1]. Клиентский уровень в такой модели можно реализовать при помощи локального или web-клиента. При этом, web-клиент будет наиболее предпочтителен, т.к. его реализация едина и не зависит от используемого устройства и установленной на нем операционной системы, в связи с чем трудоемкость разработки такого клиента заметно ниже его альтернативы. В качестве реализации уровня данных будет использоваться реляционная база данных, т.к. она является самой распространенной и сложность поиска кадров для ее обслуживания и масштабирования минимальна. По той же причине уровень логики будет реализован на платформе Java EE.

Были рассмотрены основные вопросы проектирования информационной системы, выбрана архитектура и детализированы уровни ее реализации. Дальнейшие исследования будут проводиться в направлении уточнения архитектуры на более низком уровне.

Библиографический список

1. Фоулер М. Архитектура корпоративных программных приложений. М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. 544 с.

МЕТОДЫ СБОРА ДАННЫХ В БИЗНЕС-АНАЛИЗЕ

М.В. Гуськова

Научный руководитель – Громов А.Ю.

кандидат техн.наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Сбор данных является одним из ключевых процессов на начальном этапе бизнес-анализа. Для того, чтобы данный процесс протекал наиболее эффективно, аналитики находятся в постоянном поиске различных решений. В настоящее время существует большой спектр программных средств для организации и проведения данного процесса.

В докладе рассматриваются методики сбора данных на начальном этапе бизнес-анализа и проводится их анализ.

В рамках исследования были выбраны два программных продукта, подлежащие сравнению:

1. Программа для получения данных в режиме реального времени TWedge, позволяющая настраивать конфигурацию и получать данные с различных устройств.

2. SAS University Edition – программное обеспечение для проведения аналитических исследований, включающее в себя сбор и глубокий анализ полученных данных.

Программа для сбора данных TWedge обеспечивает автоматизированное получение данных без изменения основных программ. Она позволяет пользователю загружать данные в программу, документ, таблицу, базу данных.

TWedge поддерживает различные методы получения данных [3]:

1. Программа может быть использована как программное обеспечение, эмулирующее нажатие клавиш, которое направляет полученные данные в любую программу как последовательности нажатых клавиш. Таким образом полученные данные появляются в этих программах как будто бы они были введены вручную пользователем.

2. TWSave обеспечивает прямой доступ баз данных или файлов. Таким образом это дело пары минут настроить получение информации без дополнительного программного обеспечения.

3. Встроенная поддержка скриптов позволяет пользователю запрограммировать собственную логику получения данных. Скрипты позволяют делать вычисления, модифицировать полученные данные, взаимодействовать с пользователем, создавать и изменять базы данных, запускать программы и так далее.

SAS Studio работает только с особым форматом данных, который называется SAS Data Set (набор данных SAS). Но помимо всего прочего SAS является очень гибким инструментом и может считывать практически любые данные, преобразовывая в SAS Data Set. Набор данных SAS представляет собой обычную плоскую таблицу, состоящую из строк и столбцов. Набор данных SAS хранится как файл с расширением .sas7bdat [2].

С точки зрения традиционной терминологии SAS наборы данных состоят из переменных (variables) и наблюдений (observations). Проведя аналогию с терминологией реляционных баз данных, переменные являются столбцами, а наблюдения – строками [1].

Рассмотренные программные средства имеют свои особенности и недостатки. Решение по сбору данных должно быть организовано безопасным способом и иметь широкий спектр источников для исходных данных. Поэтому, необходимо рассмотреть собственное решение для работы с данными на начальном этапе бизнес-анализа. Новое решение должно включать основные особенности рассмотренных средств и продуманный способ по устранению выявленных недостатков.

Библиографический список

1. Susan J. Slaughter, The Little SAS Book / Susan J. Slaughter, Lora D. Delwiche. - SAS Institute, 2012. – P. 388.
2. SAS [Электронный ресурс], - Режим доступа: www.sas.com, свободный. (Дата обращения 05.10.19).
3. TEC-IT [Электронный ресурс], - Режим доступа: www.tec-it.com/ru/start/Default.aspx, свободный. (Дата обращения 12.10.19).

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ

А.Е. Казачкин

Научный руководитель - Дмитриев В.Т.

кандидат техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается вопрос распознавания речевых сигналов применяемый при решении прикладных задач в системах связи. К примеру, для предоставления пользователю мобильной связи и иных услуг передачи данных рационально перейти от клавишного ввода информации к простому вводу путем побуквенного произнесения отдельных слов и последующем разложении этих слов на фонемы. Поэтому актуальными остаются вопросы разработки алгоритмов распознавания речи, работа которых обеспечивает наилучшее соответствие результатов распознавания произнесенным фонемам и буквам. Система должна быть способна автоматически выявлять и корректировать азбучные (т. е. однобуквенные) аномалии при побуквенном произнесении фонем.

Для распознавания речи возможно применение ряда оценок параметров, включая спектральные оценки, измеряемые с помощью набора полосовых фильтров, соответствующих формантным частотам, а также характеристики кодирования на основе линейного предсказания. Такой ряд оценок параметров образован совокупностью измерений в разные моменты времени. Каждый из приведенных наборов признаков обеспечивает стойкое кодирование свойств речи на коротких интервалах времени (отрезках речи), и временные изменения этих характеристик, как правило, возможно использование при описании образа, предназначенного для сравнения с хранимыми эталонами.

Актуальными как с теоретической, так и с практической точки зрения, являются, на мой взгляд, следующие задачи:

1. Разработка адаптивного генератора шаблонов и соответствующей базы данных (библиотеки) как речевых сигналов, в частности, сигналов – фонем букв и шумов, так и их характерных смесей ещё до момента их разделения, - распознавания. Для этого необходимо, в частности, исследовать и разработать алгоритмы сглаживания – в двумерной частотно – временной области сигналов и их спектров на базе сплайн – интерполяции, сплайн – аппроксимации, прямого и обратного преобразования Фурье (БПФ), вейвлет – преобразования Хаара, Гильберта и других. Это необходимо как для выделения, установления общих закономерностей в смеси сигнала и шума, так и для экономии памяти. Хотя память в современных системах BIG DATA (BD) и не является критичной областью.

2. Разработка алгоритма распознавания как отдельно произносимых фонем букв, так и множества фонем в контексте слогов, слов и текста речи в целом. Этот алгоритм должен содержать блок построения 3D - портрета фонем. Спектральные плотности фонем зависят от времени и частоты и образуют бесконечномерное функциональное метрическое пространство. Т.е. спектральные плотности фонемы суть функции от двух переменных – времени и частоты сигнала фонемы. Базисом в этом пространстве являются оконные преобразования Фурье и вейвлет - преобразования исходных речевых сигналов.

Недостаточно разработанной, на мой взгляд, является также тема иерархического распознавания смесей - ансамблей различных голосов и аддитивных и мультипликативных шумов. Особенно в условиях реверберации. В настоящее время отсутствуют работы по комбинаторному анализу этих смесей в сочетании с традиционными методами спектрального анализа. Понятно, что решение задач распознавания в этих областях стимулирует разработку соответствующих алгоритмов шифровки и дешифровки как передаваемых текстов, так и сигналов, кодирующих и декодирующих эти тексты.

Необходимо продолжать исследования и разрабатывать соответствующие алгоритмы по выявлению инвариантов, - общих закономерностей речевых сигналов, характерных для данного языка вне зависимости от индивидуальных особенностей диктора. И наоборот, необходима разработка алгоритмов, выявляющих индивидуальные особенности дикторов.

В этой связи перспективной представляется разработка алгоритмов на базе адаптивных, самообучающихся нейронных сетей для распознавания речевых сигналов. Разработанные алгоритмы должны быть робастны, методологически инвариантны и адаптивны по отношению как к языку, так и к способу передачи речевых сигналов[1].

В данной работе проведено исследование и разработка адаптивного, алгоритма распознавания портрета фонем букв русской речи. За основу взяты существующие наработки алгоритмов HTS и системы синтеза речи на основе НММ. Для данной задачи также рассмотрено WORLD - это программное средство необходимое для качественного анализа речи, обработки и синтеза. Оно может оценивать основную частоту (F_0), апериодичность и огибающую спектра, а также генерировать входную речь только с оцененными параметрами.

Библиографический список

1. Методы автоматического распознавания речи: В двух книгах: Пер. с англ. / Под ред. У. Ли. М.: Мир, 1983. Кн. 1 382с.

АКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

А.Т. Кежватова

Научный руководитель – Громов А.Ю.

к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматриваются актуальные технологии, применяемые в области рекомендательных систем.

Рекомендательные системы являются эффективным средством решения проблем информационной перегрузки. Они позволяют выполнять фильтрацию огромного ассортимента товаров и услуг, представленного пользователям.

При разработке рекомендательных систем в основном используются следующие алгоритмы:

1. методы коллаборативной фильтрации;
2. методы, анализирующие содержимое объектов;
3. методы, использующие базы знаний [1].

Методы коллаборативной фильтрации вырабатывают рекомендации на основе поведения пользователей. Они используют оценки, которые пользователи присваивают объектам после просмотра, приобретения и т.д. Основная идея методов заключается в сравнении интересов различных пользователей или объектов между собой на основе оценок, которые пользователи присваивают данным объектам. Метод не требует сбора и анализа дополнительной информации о самих пользователях и объектах, так как не предусматривает использования данной информации.

К использованию методов, анализирующих содержимое объектов, обращаются в случае недостаточного количества оценок пользователя. Методы, анализирующие содержимое объектов, предполагают использование информации о содержимом объектов для получения рекомендаций. Данный класс методов применяется при работе с содержимым объектов, представленным в виде текстов.

Использование методов коллаборативной фильтрации и методов, анализирующих содержимое объектов, невозможно в случае, когда рекомендательная система не имеет достаточной информации о товарах, приобретаемых пользователем, так как покупки совершаются редко (например, квартира, автомобиль). При решении таких задач применяются методы, использующие базы знаний. Данные методы делятся на две группы:

1. использование жестких ограничений;
2. выбор близких объектов.

Идея методов заключается в формулировании пользователем требований к товару и поиске системой товара, соответствующего данным требованиям, с помощью своей базы знаний.

Крупные рекомендательные системы объединяют в себе различные подходы и алгоритмы для получения наиболее точных рекомендаций.

Библиографический список

1. Ricci F., Rokach L., Shapira B., Kantor P.B. (Eds.) Recommender Systems Handbook. – Springer, 2011. – P.842.

СЖАТИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСКРЕТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ УОЛША

Н.В. Лукина

Научный руководитель – Костров Б.В.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается метод Уолша по формированию процесса сжатия бинарных изображений [1] и осуществлению передачи информации для документооборота между организациями.

При решении задач обработки изображений особое внимание уделяется использованию изображений в последующем [8]. В связи с этим вопросы сжатия изображений сегодня приобретают особую актуальность. Сжатие изображений важно для повышения эффективности использования коммуникационных и информационно-вычислительных ресурсов. Изображение в сжатом состоянии имеет меньший размер, который позволяет сократить время и увеличить скорость для передачи изображений по каналам связи.

Доклад посвящен решению следующих задач:

- рассмотрению цифровых бинарных изображений для осуществления преобразований;
- осуществлению компьютерного моделирования процесса кодирования исходного документа в среде Matlab [2];
- измерению основных показателей по проведенному преобразованию;
- осуществлению компьютерного моделирования процесса декодирования закодированного документа в среде Matlab [2];
- обоснования полученных результатов экспериментального исследования;
- сформировать эффективность проведенного исследования и проведенных экспериментов.

Для проведения эксперимента выбирается часть [6] исходного изображения, являющегося элементом документооборота организации, размером 512×512 пикселей. Изображения допускают частичную потерю информации при сжатии. Они призваны для того, чтобы люди на них смотрели, поэтому та часть изображения, которая не воспринимается глазом, может быть опущена [4]. Основа сжатия изображений базируется на сильной корреляции соседних пикселей. Эта корреляция называется пространственной избыточностью. Интуитивно ясно, что каждому типу изображений присуща определенная избыточность, но все они избыточны по-разному. Поэтому трудно создать один метод, который одинаково хорошо сжимает любые типы изображений. В данном докладе рассматривается преобразование Уолша [3], как частный случай преобразования Адамара-Уолша.

Общая структура процесса сжатия изображения [7] представлена на рисунок 1.



Рисунок 1 – Схема структуры процесса сжатия изображения

Применительно к сжатому изображению дополнительно прибегаем к использованию zip-сжатия [5], результат это - .jpeg-метод сжатия цифровых изображений с потерями. И по результатам полученных исследований понятно, о достаточно высокой степени сжатия изображений, которая может быть достигнута использованием такого рода преобразования, что является конкурентоспособной jpeg-методу.

Библиографический список

1. Ахмед Н., Рао К. Р. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов: Пер. с англ./Под ред. И. Б. Фоменко. М.: Связь, 1980. 248 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде Matlab. М.: Техносфера, 2006. 616 с.
3. Залманзон Л.А. Преобразования Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях. М.: Наука, 1989. 496 с
4. Злобин В.К., Костров Б.В., Свирина А.Г. Спектральный анализ изображений в конечных базисах. М.: КУРС: ИНФРА 2016. 172 с.
5. Сэлмон Д. Сжатие данных, изображений и звука. Пер. с англ. В.В.Чепыжова. М.: Техносфера, 2004. 368 с.
6. Костров Б.В., Лукина Н.В. Компрессия изображений на основе ортогонального преобразования по базисным функциям Уолша // Межвузовский сборник научных трудов «Методы и средства обработки и хранения информации» / Под ред. Б.В. Кострова; Рязан. гос. радиотехн. ун-т. Рязань, 2019. – с. 185-190
7. Лукина Н.В. Представление бинарных изображений в нетригонометрических спектральных базисах // Материалы II международного научно-технического форума: в 10 т. «Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2019»: Т.4. общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2019; Рязань. – с.157-162
8. Babaev S.I., Bastrychkin A., Kostrov B.V., Lukina N.V., Vyugina A.A., Koroleva E.P. Aspects of Binary Images Spectral Analysis // Proceedings - 2019 8nd Mediterranean Conference on Embedded Computing, MECO, 2019. С. 394 - 398.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ С УЧЁТОМ ИХ ВРЕМЕННЫХ ОТКАЗОВ

Л.В. Майоров

Научный руководитель – Боровиков С.М.

канд. техн. наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники**

Временный отказ (сбой) – это самоустраняющийся отказ или однократный отказ, устраняемый незначительным вмешательством оператора [1].

В процессе эксплуатации микропроцессорное устройство подвергается различным воздействиям окружающей среды, каждое из которых может явиться причиной временного отказа. К временным отказам микропроцессора приводят электромагнитные воздействия внешней среды и ионизирующее излучение. Остальные виды воздействий обычно приводят к необратимым повреждениям в структуре микропроцессора, в связи с чем устройство перманентно теряет свои функции, частично или полностью.

В качестве показателя эффективности функционирования микропроцессорного устройства предлагается использовать полную вероятность выполнения данным устройством своих задач. Для определения эффективности функционирования микропроцессорного устройства может быть использована несколько видоизменённая методика, изложенная в [2].

В общем случае микропроцессорное устройство представляет набор подсистем: подсистема питания, микропроцессор, устройства ввода, устройства вывода и память. Полный отказ одной из подсистем приведёт устройство к новому техническому состоянию. Влияние временного отказа ввиду его непостоянного характера логично учитывать, как воздействие факторов окружающей среды на эффективность функционирования устройства в текущем техническом состоянии. Согласно методике, изложенной в [2], эффективность функционирования устройства в i -м состоянии учитывается с помощью коэффициента эффективности этого состояния Φ_i .

При вычислении коэффициента Φ_i необходимо располагать вероятностями возникновения воздействующих факторов, а также вероятностями их влияния на работоспособность подсистемы или микропроцессорного устройства в целом.

Воздействующие на микропроцессорное устройство факторы необходимо рассматривать с учётом той местности, в которой ему предстоит функционировать.

Библиографический список

1. Боровиков, С.М. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности / С.М. Боровиков. – Мн.: Дизайн ПРО, 1998. – 336 с.: ил.
2. Боровиков, С.М. Оценка эффективности функционирования электронных систем обеспечения информационной безопасности // Международная научно-техническая конференция, приуроченная к 50-летию МРТИ-БГУИР (Минск, 18-19 марта 2014 года): материалы конф. В 2 ч. Ч. 1. – Минск, 2014. – С. 390-391

БАЗА ДАННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ДОГОВОРОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Д.М. Пантюшина

Научный руководитель – Пылькин А.Н.

д-р техн. наук, профессор, заслуженный работник ВШ РФ

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Ежедневно тысячи предприятий по всей стране заключают разнообразные договора на оказание различных услуг. Договор – это письменное соглашение о взаимных обязательствах, обычно юридически подкрепленное доказательствами [2]. Как правило договора формируются на бумажных носителях и имеют предметную область, контактную информацию о поставщике и покупателе, регулирование споров, срок действия договоров, адреса, реквизиты и другие прочие условия. Каждый договор зависит от конкретного предприятия и условий сделки.

Функция хранения договоров на бумажном носителе подвержена многим внешним факторам, которые могут оказать влияние на сам договор, повредив его и сделав недействительным. Поэтому важно организовать электронное хранение договоров на предприятии с целью увеличения эффективности производственной деятельности. Электронное хранилище обеспечивает быстрое выполнение процессов согласования документов и назначение задач, также у исполнителя появляется возможность отслеживать ход работы и сроки исполнения документов.

Для быстрого доступа к документам, легкого поиска необходимой информации и сохранности договоров организуется электронное хранилище. Внедрение электронного архива направлено на повышение качества подготовки документов, обеспечение эффективности и оперативности управленческой деятельности. Одним из ключевых этапов работы автоматизированной системы хранения договоров на предприятиях является обеспечение сохранности занесенных данных в базу данных.

Электронный архив облегчает работу с различными договорами, а также помогает избежать лишней путаницы, имея удобную систему учета. Архивному хранению подлежат оригиналы документов, в случае их утраты, повреждения, изъятия оригинала документа – архивному хранению подлежат заверенная в установленном порядке копия такого документа. В электронном архиве будут фиксироваться все документы, которые подписаны электронной подписью руководителя [1]. Такой способ избавляет сотрудника от бумажной волокиты, а также помогает сэкономить время на обработку документов и поручений и тем самым способствует повышению эффективности работы.

Требования к системе отражаются в том, какие функции она должна выполнять. Поэтому База данных для хранения договоров должна выполнять следующие функции:

1. Регистрация документов и их учет в электронном виде;
2. Хранение электронных образов документов;
3. Хранение электронных документов;
4. Организация движения документов на этапах подготовки, согласования, подписания и исполнения;
5. Поиск документов;

6. Контроль исполнения документов и поручений по ним;
7. Обеспечение документооборота между организациями.

Разработка автоматизированной системы реализована с использованием СУБД Microsoft Office Access 2010 года. В качестве модели структуры данных была выбрана реляционная модель данных, так как принцип предоставления сущностей в виде таблиц, которые связаны между собой является наиболее подходящим инструментом для создания базы данных.

Блок-схема базы данных (далее БД) для решения данной задачи представлена на рис. 1. БД состоит из шести основных сущностей:

1. Договор реализован в виде таблицы, она хранит в себе информацию о номере договора, предмете договора, поставщике, покупателе, идентификатор объемов и датах начала и окончания действия договоров. В качестве ключевого поля выступает идентификатор договора;

2. Предмет договора;

3. Компании – в данной сущности хранится подробная информация о компаниях, а именно: полные и сокращенные названия компаний, почтовые и юридические адреса, телефоны, факс и прочие контактные данные;

4. Представители – реализованы в виде таблицы для хранения информации (например, ФИО и должность) о представителях компаний, например, генерального директора, зам. генерального директора и т.д.;

5. Объем поставок, хранящий информацию о поставках;

6. Квартал, с информацией о распределении объемов поставок по кварталам.

И трех вспомогательных: поставщики, покупатели и представители компаний.



Рис. 1 – Схема Базы Данных

Таблица с информацией о предметах договора связана с таблицей «Договор» связью «один-ко-многим». Вспомогательные сущности («Поставщики», «Покупатели», «Представители компаний») позволяют реализовать связи «многие-ко-многим» между таблицами «Договор» и «Компании», а также «Договор» и «Объем поставок» и «Объем поставок» и «Квартал». Между таблицами «Компании» и «Представители компаний», а также «Представители компаний» и «Представители» существует связь «один-ко-многим».

Проектируемая база данных поможет организации хранить все договора в одном месте. Практическую применимость и эффективность проектируемой базы данных планируется исследовать в дальнейшей работе.

Библиографический список

1. Инструкция по документационному обеспечению управления в АО «Газпром газораспределение по Рязанской области» №01-01/67 от 27.03.16
2. Журнал «Справочник секретаря и офис-менеджера». Статья Хранение договоров. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.sekretariat.ru/article/210772-qqq-17-m1-hranenie-dogovorov>

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УЧЕТА И АНАЛИЗА РАБОЧЕГО ГРАФИКА ПРЕДПРИЯТИЙ

Е.Е. Перевезенцев

Научный руководитель – Пруцков А.В.

д-р техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В современном мире один из главных человеческих ресурсов – это время. Оно всегда будет цениться и стоить дорого, так как время – невозполнимый ресурс. Каждый человек старается не тратить время впустую, поэтому взамен на потраченное время люди получают различные блага.

Немаловажная проблема на сегодняшний день – это человеческий фактор. При выполнении различной работы или создании чего-либо зачастую задействованы люди, из-за которых и возникают ошибки.

Например, при составлении графика работы предприятия трудно учесть пожелания всех сотрудников, если делать это без применения вспомогательных средств. Будет рационально переложить некоторые функции с людей на ЭВМ. Это поможет сэкономить временные и денежные ресурсы, а также избавит от человеческого фактора, о котором говорилось выше.

Именно из-за перечисленных причин: время людей, которое высоко ценится и дорого стоит и возможность человеческой ошибки при выполнении работы было принято решение разработать мобильное приложения для составления графика работы предприятия и оповещения сотрудников о нем.

Планируется реализовать следующие функции: составление расписания на основе пожеланий сотрудников, уведомление о рабочем графике, возможность оставить комментарии.

Отличие будущего программного продукта от ныне существующих и главное его преимущество в возможности коммуникации рабочего и того, кто составляет расписание. Например, рабочий заполняет свой возможный график работы. Далее составитель расписания выбирает дату, время и специальность, когда необходимо кому-то выйти на работу, и ему в виде списка предоставляются те сотрудники, которые могут заступить на работу по выбранной специальности.

В случае, когда ни один сотрудник не может выйти в смену, будет выведено сообщение. Далее сотрудник может выбирать различными вариантам. Либо появится список требуемых специалистов с приоритетом по ставке. Чем меньше ставка, тем больше вероятность поставить сотрудника в рабочий график. Либо список с количеством отработанных часов. Далее будет выбран тот сотрудник, у которого меньше отработанных часов. Еще один вариант решения данной проблемы – это выложить список необходимых специалистов с датой и временем, когда необходимо выйти на работу. Сотрудникам придет уведомление о предложенной работе с возможностью согласиться или отказаться. На работу выйдет тот, кто первый согласится.

Изложенный подход возможно использовать на разного рода предприятиях, в учебных заведениях, в сфере услуг, где, например, на данный момент реализованы лишь сайты для записи.

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА АУДИОЗАПИСИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОСЕТЕЙ

А.С. Привалов

Научный руководитель – Головнин О.К.

канд. техн. наук, доцент

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

Анализ интенсивности транспортного потока (ТП) играет ключевую роль в создании инфраструктуры для управления транспортной системой. Для установления эффективного контроля и управления необходимо обладать актуальной информацией о характеристиках ТП. На сегодняшний день сбор подобной информации реализуется с использованием следующих технических средств: петлевых датчиков, видеокамер, детекторов. Данные технические решения не лишены недостатков, так как их разработка, установка, интеграция в имеющуюся систему требует значительных материальных затрат. Для повышения эффективности процессов сбора данных и анализа характеристик ТП разработана система детектирования транспортных средств на аудиозаписи.

Для решения задачи детектирования транспортного средства на аудиозаписи были исследованы следующие подходы:

- вейвлет-преобразование;
- эффект Допплера;
- искусственные нейронные сети.

В качестве инструмента была выбрана сверточная нейронная сеть, поскольку обладает наибольшей точностью относительно других перечисленных подходов.

Система представляет из себя клиент-серверное приложение. В качестве клиентской части используется приложение для мобильного телефона, которое позволяет записывать аудио, посылать аудиофайл на сервер с помощью разработанного API. На клиентской части также возможен просмотр информации об интенсивности ТП на различных участках улично-дорожной сети. Серверная часть системы представляет собой приложение, которое представляет клиентам API, а также реализует часть бизнес-логики. Анализ аудиозаписи происходит с использованием сверточной нейронной сети.

Серверная часть системы реализована с использованием языков Java и Python. Выбор данных языков обусловлен тем, Java является одним из самых эффективных языков для разработки API, а Python позволяет преобразовывать аудиофайлы, широко используется для разработки нейронных сетей. В качестве системы управления базами данных используется PostgreSQL, поскольку позволяет осуществлять гео-привязку событий с помощью пространственного расширения PostGIS. Клиентская часть системы разработана на языке программирования Swift для работы на мобильных устройствах под управлением iOS.

Таким образом, разработанная система детектирования транспортных средств на аудиозаписи позволит упростить и удешевить процесс сбора информации о ТП.

ИНТЕРАКТИВНОЕ WEB-ПРИЛОЖЕНИЕ МИКРОСКОПИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

К.В. Пупынин

Научный руководитель – Головнин О.К.

канд. техн. наук, доцент

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

Моделирование транспортных потоков (ТП) на участках улично-дорожной сети (УДС) выступает эффективным инструментом подготовки мер по избавлению городов от пробок и улучшению организации дорожного движения. Существует множество программных продуктов, позволяющих проводить моделирование ТП, каждый из которых опирается на одну из групп имитационных транспортных моделей (макроскопические, мезоскопические, микроскопические), различающихся степенью детализации.

Разработано интерактивное web-приложение моделирования ТП, основанное на наиболее детализованной микроскопической модели ТП. Приложение предназначено для моделирования отдельных участков УДС с целью анализа проблем на них: УДС разбивается на несколько участков, проводится моделирование ТП на каждом из них; полученная информация собирается и проводится анализ для решения выявленных проблем. В качестве основы для построения приложения используется микроскопический мультимодальный симулятор SUMO. Ввиду того, что проведение микро-моделирования ТП требовательно к ресурсам, моделирование с использованием SUMO осуществляется на удаленном сервере с высокопроизводительным аппаратным обеспечением, а пользователи управляют его проведением с помощью интерактивного интерфейса из окна браузера.

Архитектура системы построена следующим образом: с помощью паттерна проектирования Wrapper, концепций REST/WebAPI и формата JSON пользователь передает в средство моделирования данные УДС, параметры моделирования ТП и отдельные команды, а средство моделирования отправляет данные о проводимой симуляции для отображения результатов пользователю в браузере. Для отрисовки участников движения и УДС используется API-средство браузера Canvas. Поскольку моделирование ТП предполагает постоянное и быстрое изменение состояния, то в целях повышения эффективности отрисовки был применён подход с использованием слоёв: область рисования разделяется на отдельные части, каждая из которых независима от другой, и сама отвечает за отрисовку. В приложении выделяется два слоя: на первом расположена УДС, поскольку она почти не изменяется на протяжении моделирования; на втором – участники движения, которые перерисовываются на каждом шаге моделирования ТП.

Таким образом, разработанное web-приложение моделирования ТП выступает эффективным средством для проведения симуляций, не требующих от пользователя установки каких-либо программ, а также высокопроизводительного аппаратного обеспечения. С помощью приложения возможно проведение детального анализа характеристик ТП на участках УДС с целью оценки тех или иных мер по изменению организации дорожного движения.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ, РЕАЛИЗУЮЩЕЙ МЕТОДОЛОГИЮ КАНБАН

А. С. Танцев

Научный руководитель – Пруцков А. В.

д-р техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В. Ф. Уткина**

В современном мире успешная деятельность компаний не возможна без использования различных методологий управления разработкой или производством. Использование таких методологий позволяет решать задачи в конкретной предметной области и упрощает работу персонала компании. Одной из наиболее удобных методологий управления разработкой, реализующей принцип «точно в срок» и способствующей равномерному распределению нагрузки между работниками, является канбан. А одним из инструментов, который может использоваться при внедрении данной методологии, является канбан-доска [1].

Канбан-доска позволяет автоматизировать организационную деятельность предприятий различного профиля. Данной системой пользуются специалисты, работающие в различных сферах: маркетологи, менеджеры, руководители подразделений, программисты. Такое большое количество сфер применений системы можно объяснить, ее способностью подстраиваться под конкретную область деятельности. Другим немаловажным достоинством канбан-доски является визуализация рабочего процесса. Благодаря этому сотрудники компании всегда понимают, какие задачи могут подождать, а над какими необходимо работать прямо сейчас [2].

Проанализируем самые популярные в 2019 году информационные системы, ориентированные на методологию канбан. Одним из лучших представителей канбан-досок является JIRA. Это универсальная и мультифункциональная информационная система, которая позволяет командам разработчиков планировать задачи, назначать исполнителей, устанавливать приоритеты и сроки и многое другое. JIRA - идеальный вариант для IT- компаний с большим штатом разработчиков. Но не лучшая система для нетехнических команд, небольших компаний и стартапов, которые просто не смогут использовать все возможности сервиса. Но самыми большими недостатками JIRA являются отсутствие следующих возможностей: бесплатного использования этой системы и назначения нескольких исполнителей для одной задачи. Еще одним популярным инструментом управления, который позволяет организовывать задачи, списки дел, инициативы, обсуждения и идеи на одной доске является Trello. Сервис довольно прост и понятен, и многим компаниям просто нужна его базовая бесплатная версия для работы. Помимо этого Trello – это идеальный вариант для индивидуального использования канбан-досок. Однако недостатком этой системы является то, что некоторый важный функционал для больших компаний присутствует только в платной версии, а некоторый отсутствует вовсе. Так, например, Trello не имеет своего собственного учета времени, в ней нет функции WIP limits, позволяющей ограничить число задач, которое может находиться в какой-то колонке. Таким образом, при разработке информационной системы,

реализующей методологию канбан, следует учесть достоинства уже существующих канбан-досок и принять во внимание их недостатки.

Рассмотрим требования к разрабатываемой информационной системе, целями которой являются визуализация нематериальной деятельности предприятия и разграничение процесса выполнения работы сотрудниками на определенные этапы. Система должна состоять из четырех веб-страниц: домашняя страница, страница с выбранной доской, страница настройки выбранной доски и страница добавления задачи на выбранную доску. Между этими страницами должен быть осуществлен роутинг. При этом на каждой из выше перечисленных страниц должны быть реализованы следующие основные элементы и функции:

- Домашняя страница.
 - Список созданных досок.
 - Создание задачи на доску.
 - Создание новой доски.
- Страница доски.
 - Список фильтров.
 - Колонки, с помощью которых раздробляется процесс выполнения работы и определяется, в каком статусе на данный момент находятся задачи.
 - Приоритеты задач: высокий, средний, низкий.
 - Иконки сотрудников около решаемых ими задач.
- Страница настройки выбранной доски.
 - Список колонок на доске.
 - Добавление и удаление колонки.
 - Список текущих фильтров.
 - Добавление и удаление фильтра.
- Страница добавления задачи на выбранную доску.
 - Название, описание и приоритет задачи.
 - Данные о сотруднике, который будет работать над создаваемой задачей.
 - Список досок, с помощью которого определяется, для какой доски создается задача.
 - Создание задачи.

На данном этапе разработки канбан-доски была исследована предметная область и сформулированы требования к информационной системе. На следующем этапе планируется реализация перечисленных выше веб-страниц при помощи HTML, CSS и JS.

Библиографический список

1. Андерсон Д. Канбан. Альтернативный путь в Agile / Д. Андерсон; пер. с англ. А. Коробейникова. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. – 335 с.
2. Книберг Х., Скариан М. Scrum и Kanban: выжимаем максимум. – Киев: InfoQ, 2010. – 78 с.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МАГАЗИНА

К.Ю. Цветков

Научный руководитель – Макаров Н.П.,

к-т. техн. наук., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В. Ф. Уткина**

Разработка любой информационной системы должна начинаться с формирования технического задания, в котором будут описаны все сведения, необходимые для проектирования системы.

На первом этапе проектирования информационной системы необходимо проанализировать предметную область, а также собрать исходные сведения, определить входные данные, которые будут обрабатываться, и выходные, получаемые в результате обработки. Помимо этого, необходимо определить перечень и структуру документов, которые должны формироваться системой в процессе ее работы. В данном конкретном случае необходимо формирование накладных поставки и продажи, при наличии – накладных на возврат товаров, гарантийные талоны на товары, а также различные отчеты о работе магазина.

Вторым этапом разработки информационной системы является проектирование концептуальной, логической и физической моделей данных. Сначала формируется перечень сущностей и их атрибутов, которые мы получили в результате анализа предметной области. Далее мы определяем модель данных, которая ляжет в основу будущей базы данных. В нашем случае, как и в большинстве, используется реляционная модель. Теперь становится возможным оптимизация схемы базы данных, в частности, работа со связями. Цель данного этапа – устранить все связи степени более двух. После этого можно приступать к разработке системы в конкретной СУБД (в нашем случае – Microsoft Access 2007). На начальном этапе необходимо спроектировать все структуры логической модели данных в среде выбранной СУБД. После этого стоит организовать связи между появившимися элементами схемы. По завершении всех вышеуказанных действий требуется разработать и описать схемы для всех сущностей, полученных в логической модели данных. Схема сущности содержит полное описание атрибутов этой сущности, а также их свойства. Наиболее оптимальным методом представления всех данных о полях отношений является таблица. В результате описания всех связей и сущностей (отношений) формируется конечная схема базы данных, реализованная в конкретной СУБД.

Третьим этапом проектирования информационной системы является описание ограничений целостности, которое можно разделить на две части: внутренние и внешние ограничения. Что касается реляционной модели данных, тут выделяют целостность по сущностям и целостность по связям (ссылочная целостность).

На четвертом этапе выполняется приведение базы данных к нормальным формам. Как правило, при правильном проектировании и тщательном анализе предметной области первая и вторая нормальные формы должны быть соблюдены, но стоит все же еще раз проверить их выполнение, а также соблюдение третьей нормальной формы.

Завершающим этапом проектирования информационной системы является реализация функций пользователя, которая сводится к разработке комплекса средств, позволяющему пользователю решать требуемые задачи.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТОВ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В.В. Чистотин

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

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Информационные технологии получили широкое распространение во всех сферах жизнедеятельности человека. Они окружают нас повсюду: дома, в общественном месте, на работе. Своё применение информационные технологии нашли в сфере подбора кадров. Информационная система кадрового обеспечения проектов в сфере информационных технологий представляет собой веб-приложение с трёхзвенной архитектурой. Эта архитектура активно применяется при разработке веб-приложений, является подходящей для рассматриваемой информационной системы. Цель рассматриваемой информационной системы – упрощение процесса подбора кадров на проекты в сфере информационных технологий путём предоставления информации о персонале, достаточной для формирования круга лиц на проект, за минимальное количество действий. К аналогам информационной системы относятся ресурсы сети Интернет по подбору кадров для работы в различных сферах жизнедеятельности. Например, «*HeadHunter*», «Яндекс.Работа». Стоит отметить, что рассматриваемая информационная система содержит большой объём углубленной информации ввиду узконаправленной специализации. Выбранная тема имеет высокую актуальность ввиду трудоёмкости подбора сбалансированной команды кадров для проектов в сфере информационных технологий. Предполагаемыми инструментами для реализации информационной системы являются: язык программирования *JavaScript*, библиотека *ReactJS*, предназначенная для реализации сложного пользовательского интерфейса, язык программирования *Node.js* – для создания серверной части веб-приложения, фреймворк *Express*, документоориентированная система управления базами данных – *MongoDB*. Веб-приложение ожидает работу пользователей трёх видов – сотрудник компании, размещающий своё портфолио, включающее необходимое описание предыдущих проектов, сотрудник компании, ответственный за проект, в том числе – за подбор кадров на него, администратор информационной системы. Информационная система подбора кадров для проектов в сфере информационных технологий предназначена для крупных компаний сферы информационных технологий. Она является эффективным средством, помогающим решить такой существенный вопрос, как подбор кадров на проект в сфере информационных технологий.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ КОНСАЛТИНГА

Ю.В. Шигина

Научный руководитель – Бубнов С.А.,

к-т физ.-мат. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Сфера консалтинга является одним из стремительно развивающихся видов коммерческой деятельности и может затрагивать почти ничем не ограниченный круг профессиональных областей. Современные условия развития бизнеса позволяют клиенту и исполнителю взаимодействовать с применением всего многообразия технических возможностей дистанционного общения. В этой связи у консалтинговых компаний возникает острая потребность в программном решении, которое позволило бы ей повысить эффективность деятельности и сократить трудозатраты, связанные с обработкой и структуризацией внушительного объёма информации, поступающей от клиентов.

На сегодняшний день ни один из представленных на рынке информационных технологий продуктов не способен в полной мере удовлетворить потребности крупной консалтинговой компании в автоматизации её основных бизнес-процессов. Следовательно, возникает необходимость проектирования информационной системы, соответствующей всем необходимым требованиям.

С целью разграничения прав пользователей системы необходимо применение ролевой модели, которая будет включать в себя следующие роли:

- а) клиент (отправляет вопрос на консультацию);
- б) консультант, являющийся сотрудником консалтинговой компании (принимает задание, отправляет ответ);
- в) руководитель консалтинговой компании (просматривает информацию о работе сотрудников).

Информационная система, автоматизирующая процесс оказания консультационных услуг, должна поддерживать следующие функции:

- а) аутентификация пользователя с чётким распределением ролей;
- б) возможность клиента отправлять вопрос для консультации, а также подтверждать или отклонять условия оферты;
- в) возможность консультантов отслеживать вновь поступившие вопросы, принимать задание, отправлять оферту с условиями оказания услуг, а также изменять статус вопроса;
- г) доступность информации о статусе вопроса как для консультанта, так и для клиента;
- д) получение и отправка документов, применение электронной подписи для документооборота;
- е) применение фильтров при просмотре списка вопросов;
- ж) сбор и анализ статистики работы отдельных консультантов или всего штата в целом.

Реализация рассматриваемой информационной системы представляется наиболее целесообразной в формате веб-приложения по причине универсальности, удобства применения и относительной дешевизны обслуживания таких приложений.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ СЖАТИЯ ИНФОРМАЦИИ

А.С. Щукраев, Д.А. Тарасов

Научный руководитель – Сосулин Ю.А.

к-т. техн. наук., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В. Ф. Уткина**

В настоящее время возрастает роль средств вычислительной техники, с помощью которых решаются задачи с передачей информации различной сложности и объемов, из-за требований, связанных с необходимостью быстрого реагирования на поступающие сигналы. Существуют системы для работы с событиями с минимальной задержкой, но объем современного оборота данных требует распределительных вычислений. Такие системы, называются распределенными вычислительными системами (РВС).

Распределенные вычисления – способ решения вычислительных задач с использованием параллельной вычислительной системы, т.е. одновременное решение нескольких задач. Подобный вид вычислений используется для решения сложных задач за ограниченное время; решения нескольких независимых задач.

РВС, в свою очередь, представляет собой несколько компьютеров или вычислительных средств, соединенных каналами связи, при этом узлы автономны, что позволяет рассматривать систему как единую структуру.

Характеристики РВС:

- 1) Работа с устройствами, имеющих различные ОС и гетерогенными системами;
- 2) Масштабирование;
- 3) Удобное использование пользователям из-за скрытых особенностей узлов.

Также существует два подхода проектирования РВС:

- 1) Применение специализированных или универсальных вычислительных узлов;
- 2) Организация обмена данных по сети или шинам данных.

Данные-наблюдения процессов являются потоком событий, которые характеризуют изменения. Отсюда встают задача потоковой обработки.

Для правильного функционирования РВС необходимо построить алгоритм для обработки последовательности данных – поточный алгоритм.

Библиографический список

1. Лачугин Д. В. Алгоритмы обработки потоковой информации в распределенных вторичных преобразователях на основе адаптивного сжатия: диссертация. – С.: СГТУ им. Гагарина Ю.А., 2015
2. Абакумов К. В. Обработка потоковых слабоструктурированных данных в реальном времени: дипломная работа. – М. МГУ им. М.В. Ломоносова, 2013

Секция 7. ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

**КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ СЛЕЖЕНИЯ
ЗА ОБЪЕКТОМ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ
С РЕАЛИЗАЦИЕЙ В ОБЛАСТИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЧАСТОТ**

Ю.Р. Алланазарова

Научный руководитель – Фельдман А.Б.

канд. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

При создании бортовых систем видеослежения часто применяют корреляционно-экстремальные алгоритмы, которые также иногда называют алгоритмами сопоставления с эталоном [1]. Последняя фраза, по существу, характеризует принцип работы подобных алгоритмов. Автоматически или при помощи человека-оператора выделяется изображение объекта-интереса, которое обычно называют эталоном. В дальнейшем слежение за объектом осуществляется путем измерения его координат в каждом кадре. Для этого фрагменты текущего изображения внутри зоны поиска объекта сопоставляются с эталоном по заданному критерию. Точка наилучшего совмещения принимается за местоположения объекта, после чего могут применяться различные межкадровые процедуры для обновления эталонного изображения и уточнения координат объекта [1, 2].

Известны достоинства и недостатки корреляционно-экстремальных алгоритмов. Среди достоинств обычно выделяют хорошую помехоустойчивость. К недостаткам обычно относят требования к наличию априорной информации (необходимо задание эталона объекта), а также достаточно высокую вычислительную сложность.

Существуют два основных способа борьбы с вычислительной сложностью корреляционно-экстремальных алгоритмов. Первый способ предполагает использование стратегии последовательных испытаний [1], второй – применение при сопоставлении изображений различных интегральных преобразований [2].

В настоящей работе рассматривается корреляционно-экстремальный алгоритм измерения координат объектов для бортовой системы видеослежения. Особенностью алгоритма является его реализация в области пространственных частот, что обеспечивает сокращение уровня требуемых вычислительных затрат.

Эксперименты, проведенные в данной работе, показали, что переход в частотную область не ухудшает общего качества работы с точки зрения надежности слежения. Точность измерения координат при этом уменьшается лишь незначительно. С другой стороны, наблюдается значительный прирост скорости работы, что особенно важно для бортовых систем видеослежения.

Таким образом, полученные в данной работе результаты можно считать положительными. Подход к реализации корреляционно-экстремального алгоритма в частотной области после соответствующих доработок можно рекомендовать к реальному внедрению.

Библиографический список

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.: ил.
2. Алпатов Б.А., Бабаян П.В. Методы обработки и анализа изображений в бортовых системах обнаружения и сопровождения объектов. // Цифровая обработка сигналов. – 2006. – №2. – С. 45-51.

**НЕЙРОСЕТЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ СЛЕПОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ
СМАЗАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

П.В. Бабаян, А.В. Яковлев

Научный руководитель – Бабаян П.В.

канд. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В процессе видеосъемки формируемые видеок cadры зачастую подвержены влиянию искажений приводящих к смазу изображений. Смаз возникает из-за движения камеры и объекта относительно друг друга во время формирования изображения. При этом часто требуется выполнять высокоуровневую обработку и анализ данных. Смаз изображений часто приводит к невозможности качественно решения проблемы обнаружения и распознавания объектов, так как информация о положении и параметрах наблюдаемых объектах реального мира значительно искажается. Таким образом, выбранная тематика исследований является достаточно актуальной.

Для решения задачи восстановления изображений используются следующие основные подходы: Винеровская фильтрация, регуляризация по Тихонову, алгоритм Ричардсона-Люси и другие.

Недостатком фильтра Винера является то, что он даёт хорошие результаты восстановления изображений только в тех случаях, когда заранее известна искажающая функция. Однако на практике такая информация может быть не известна [1]. Так же, использование данного метода связано с дополнительной сложностью, которая заключается в том, что спектральные плотности мощности неискаженного изображения и шума также должны быть априорно известны. Для реализации алгоритма фильтрации по Тихонову требуется знать среднее значение шума, его дисперсию и искажающую функцию (ядро смаза). Основная проблема состоит в необходимости иметь некоторую информацию относительно искажающей функции, является общей для большинства методов восстановления смазанных изображений. Этому недостатку подвержены и многие итеративные методы, например алгоритм Люси-Ричардсона. К числу важных недостатков итеративных алгоритмов следует отнести большое число итераций и сложно предсказываемое время обработки изображения, зависящее от числа итераций, величины смаза и точности оценки ядра смаза.

В последнее время, в связи с достаточно высоким уровнем развития вычислительной техники и совершенствованию методов машинного обучения, всё большую популярность для решения задач компьютерного зрения стали набирать нейросетевые подходы. Известны архитектуры

нейронных сетей, которые могут применяться для решения задачи восстановления изображений. В данной работе были исследованы и протестированы нейронные сети DeepBlind [2] и SRN-DeblurNet [3]. Нейросеть DeepBlind имеет архитектуру сети типа U-Net, а SRN-DeblurNet объединяет в себе две архитектуры ResNet и U-Net. Обе эти сети являются полностью свёрточными и поэтому могут работать с изображениями различных размеров, имея ограничение только на его минимальный размер. Данные сети работают по принципу End-to-End, что подразумевает, что в качестве входных и выходных данных, как правило, используется низкоуровневое пиксельное описание изображения, однако в качестве дополнительной информации может рассматриваться данные от гироскопических датчиков. Нейросетевые подходы имеют преимущество над классическими методами, заключающиеся в том, что они не требуют априорного знания ядра смаза и имеют фиксированную сложность вычислений.

Были проведены экспериментальные исследования указанных выше нейронных сетей. Для компьютерного моделирования и тестирования работы нейросетевых алгоритмов использовался набор изображений Deep Video Deblurring Dataset (DVDD) [4] и весовые коэффициенты [5,6] соответственно. Следует отметить, что данные сети были предварительно обучены на других наборах данных. Для оценки качества работы нейронных сетей использовались две метрики: пиковое отношение сигнал/шум (ПОСШ, PSNR) и индекс структурного сходства (ИСС, SSIM). При тестировании сети SRN-DeblurNet на полном наборе данных DVDD получены следующие значения метрик: PSNR = 31,0, SSIM = 0,939. Для сети DeepBlind значения количественных метрик были равны: PSNR = 27,886, SSIM = 0,92.

В дальнейшем предполагается исследование методов устранения смаза с использованием данных о движении камеры во время формирования снимка, полученных от различных датчиков, например, от датчика гироскопа. Ожидается, что использование изображения совместно с дополнительной информацией приведет к улучшению качества восстановленных изображений.

Библиографический список

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений — М.: Техносфера, 2005. — 1072 с.
2. J. Mustaniemi, J. Kannala, S. Särkkä, J. Matas, J. Heikkila. Gyroscope-Aided Motion Deblurring with Deep Networks // IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV), 2019, pp. 1914 – 1922.
3. X. Tao, H. Gao, X. Shen, J. Wang, J. Jia. Scale-Recurrent Network for Deep Image Deblurring // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 8174-8182.
4. База изображений [Электронный ресурс] URL: <http://www.cs.ubc.ca/labs/imager/tr/2017/DeepVideoDeblurring> - Дата просмотра: 12.10.2019.
5. Исходный код [Электронный ресурс] URL: <https://github.com/jannemus/DeepGyro> - Дата просмотра: 12.10.2019
6. Исходный код [Электронный ресурс] URL: <https://github.com/jiangsutx/SRN-Deblur> - Дата просмотра: 12.10.2019.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ЛОКАЛИЗАЦИИ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНОЙ ВИДЕОАНАЛИТИКИ

Ю.И. Баранова, С.А. Смирнов

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Одним из перспективных направлений применения систем видеоаналитики является информирование водителя о дорожной обстановке. Расширение городов, строительство новых дорог и увеличение числа владельцев транспортных средств (ТС) приводит к необходимости жесткого регулирования дорожного движения во избежание ДТП. Повышение интенсивности движения и, как следствие, возрастающая нагрузка на водителя усложняет управление ТС. Современные автомобили могут быть оснащены различными датчиками, в том числе и видеокамерами. Внедрение в бортовые комплексы автомобиля системы обнаружения и распознавания дорожных знаков будет эффективным дополнением для уверенного управления ТС.

В разработанном алгоритме для локализации дорожного знака на цветном изображении предлагается применение метода цветовой сегментации в пространстве HSV [1]. Дорожные знаки имеют три отличительных цвета – красный, синий и желтый. Задание соответствующих пороговых значений при цветовой сегментации позволяет выделить знак на изображении на фоне схожих по цвету объектов. Алгоритм локализации дорожных знаков имеет следующие этапы:

- сегментация цветного изображения в пространстве HSV;
- разметка и параметризация полученного бинарного изображения;
- применение операции морфологии;
- анализ и фильтрация выделенных объектов на изображении.

Результатом работы данного алгоритма будет выделение дорожного знака рамкой на исходном цветном изображении. Система локализации дорожных знаков предполагает наличие видеокамеры для регистрации изображения, и информация о знаке будет отображаться водителю на дисплее.

Для проведения экспериментальных исследований разработанного алгоритма была создана база данных, состоящая из 110 изображений с дорожными знаками приоритета с красной окантовкой и знаками ограничения максимальной скорости, а также эталонная информация о местоположении дорожного знака на этих изображениях. Целью экспериментальных исследований являлась проверка качества локализации дорожного знака на изображении. Частота правильной локализации составила 90%.

Исследования выполнены при использовании Гранта Президента РФ МК-2737.2019.9.

Библиографический список

1. Якимов. П. Ю. Предварительная обработка цифровых изображений в системах локализации и распознавания дорожных знаков //Компьютерная оптика. – 2013. – Т. 37 - №. 3 – С. 401-405.

ПРИМЕНЕНИЕ СИММЕТРИЧНОГО ПЛОТНОГО ВЕЙВЛЕТ-ФРЕЙМА К МЕТОДАМ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЗАМЕЩАЮЩЕЙ ВЕЙВЛЕТ-ДЕКОМПОЗИЦИИ

А. И. Богданович, Ю. С. Бехтин
Научный руководитель: Бехтин Ю. С.
д.т.н., профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Идея комплексирования панхроматического (панорамного) изображения, которое имеет высоко-пространственное и низко-спектральное разрешения с мультиспектральными (МС) изображениями, имеющими, наоборот, низкие пространственные и высокие спектральные разрешения, очень полезна в дистанционном зондировании, особенно, для приложений на основе ГИС. Изображение, которое было улучшено эффективным комплексированием, не только увеличивает человеческие возможности интерпретации изображения, но также улучшает точность классификации объектов [1]. Кроме того, хорошо комплексированное изображение дает визуально улучшенное, хорошо эстетически воспринимаемое человеком, цветное изображение [2].

Многие методы комплексирования изображений и программные средства были разработаны для узких конкретных приложений. Из сотен методов комплексирования изображений наиболее известными и широко применяемыми являются метод *intensity-hue-saturation* (IHS), анализ главных компонент, различные арифметические и морфологические комбинации и методы комплексирования на основе вейвлет-преобразования [2].

Методы комплексирования, использующие вейвлеты, основаны на кратномасштабном анализе. Известно, что такие методы сохраняют спектральные характеристики мультиспектральных изображений лучше, чем метод IHS. В целом, однако, изображения, комплексированные с помощью методов на основе вейвлет-анализа, содержат гораздо меньше пространственной информации, чем изображения, комплексированные по методу IHS. Тем не менее, недавние исследования показали, что если используется недецимированное (или сингулярное) дискретное вейвлет-преобразование (Un-DWT) вместо «классического» дискретного вейвлет-преобразования (DWT), то пространственное разрешение комплексированных изображений может быть таким же, как разрешение изображений, комплексированных методом IHS. Un-DWT, который является инвариантным к сдвигу формой DWT, может быть реализовано с помощью устранения операций децимации (отбрасывании нечетных отсчетов) в обычном DWT. В результате применение Un-DWT позволяет избежать появления артефактов, которые возникают, когда обычное DWT используется для комплексирования изображений [3].

В относительно недавних работах был проведен анализ теории кадров и передискретизированных банков фильтров [4, 5]. Как хорошо известно, обычное DWT не приносит симметрию, за исключением вейвлета Хаара. Кроме того, из-за критического сэмплирования (дискретизации) ортогональные фильтры не обладают свойством инвариантности к сдвигу. Желаемые свойства могут быть получены через конструирование т.н. плотных фреймов банков фильтров, из которых ортогональные фильтры являются частным случаем. В отличие от ортогональных фильтров, плотные

фреймы имеют избыточность, что позволяет получить приближенную инвариантность сдвига из-за плотных плоскостей во временной шкале. Плотные фреймы банков фильтров также короче, что приводит к гладкому масштабированию и гладким вейвлет-функциям, дополнительно создавая симметрию [6, 7].

Методы комплексирования на основе вейвлетов недостаточно эффективны, чтобы относительно быстро объединить огромные объемы данных с новых спутниковых снимков из-за их высокой вычислительной сложности. Следовательно, необходима усовершенствованная схема комплексирования, в частности схема с быстрой вычислительной способностью, благодаря которой можно получить высокое пространственное разрешение и сохранить спектральную информацию. Таким образом, в данной работе предлагается быстрый алгоритм для замещающего вейвлета по методу интенсивности (SWI), который был относительно недавно предложен в работе [8] Гонсалес-Аудикана и др. В методе SWI кратномасштабный вейвлет-анализ используется, чтобы извлечь фазу как можно тщательнее, а затем следует IHS преобразование с целью вставки деталей панхроматического изображения в MC изображения. Такой подход работает значительно лучше, чем другие методы комплексирования, основанные на вейвлетах.

Одним из недостатков методов комплексирования, которые основаны на преобразовании IHS, заключается в том, что они могут применяться только к трехслойным (RGB) изображениям. Таким образом, в данной работе также рассматривается быстрый метод IHS (FIHS) [9]. Помимо его повышенной вычислительной скорости для комплексирования изображений, этот метод может расширить традиционные «трехпорядковые» преобразования до произвольного порядка. Кроме того, в методе SWI вейвлет-преобразование применяется как к интенсивности MC изображений, так и к панхроматическому изображению, а затем выполняется обратное вейвлет-преобразование для множества, состоящего из низкочастотных аппроксимаций и суммы высокочастотных компонент (или суммы вейвлет-плоскостей) вейвлет-преобразованного панорамного (панхроматического) изображения. Это необходимо, чтобы добавить высокочастотную информацию (детали) из панхроматического изображения в изображение его интенсивности. Чтобы упростить данную процедуру, вейвлет-преобразование было использовано для прямого извлечения подробных данных из разностного изображения, полученного путем вычитания панхроматического изображения из изображения интенсивности. В результате удалось относительно легко получить комплексированное изображение на основе быстрой схемы метода SWI; просто была добавлена высокочастотная информация (детали), извлеченная из разностного изображения к каждому MC изображению. Конечно, быстрая схема SWI (FSWI) работает намного проще и быстрее, чем метод SWI. Однако теоретически схема FSWI является по сути тем же самым, что и метод SWI.

Библиографический список:

1. C. K. Munechika, J. S. Warnick, C. Salvaggio, and J. R. Schott, "Resolution Enhancement of Multispectral Image Data to Improve Classification Accuracy," *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 59, no. 1, 1993, pp. 67-72.

2. Y. Zhang, "Understanding Image Fusion," *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 70, no. 6, 2004, pp. 653-760.
3. M. Gonz´alez-Aud´icana, J. L. Saleta, R. G. Catal´an, and R. Garc´ia, "Fusion of Multispectral and Panchromatic Images Using Improved IHS and PCA Mergers Based on Wavelet Decomposition," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 42, no. 6, 2004, pp. 1291-1299.
4. Z. Cvetkovi´c and M. Vetterli, "Oversampled filter banks," *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 46, no. 5, 1998, pp. 1245-1255.
5. H. B¨olcskei, F. Hlawatsch, and H. G. Feichtinger, "Frame-theoretical analysis of oversampled filter banks," *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 46, no. 12, 1998, pp. 3256-3268.
6. C. K. Chui and W. He, "Compactly supported tight frames associated with refinable functions," *Applied and Computational Harmonic Analysis*, vol. 8, 2000, pp. 293-319.
7. A. F. Abdelnour and I. W. Selesnick, "Symmetric Nearly Shift-Invariant Tight Frame Wavelets," *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 53, no. 1, 2005, pp. 231-239.
8. M. Gonz´alez-Aud´icana, X. Otazu, O. Fors, and A. Seco, "Comparison between Mallat's and the 'a trous' discrete wavelet transform based algorithms for the fusion of multispectral and panchromatic images," *International Journal of Remote Sensing*, vol. 26, no. 3, 2005, pp. 595-614.
9. T.-M. Tu, P. S. Huang, C.-L. Hung, and C.-P. Chang, "A Fast Intensity-Hue-Saturation Fusion Technique With Spectral Adjustment for IKONOS Imagery," *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, vol. 1, no. 4, 2004, pp. 309-312.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ ПРИ ПОМОЩИ ЖЕСТОВ

М. Д. Богоманшин

Научный руководитель – Машанов А. А.,

к.т.н., доцент

Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова

В докладе рассматривается основная проблема робототехники – это упрощение системы управления роботом. Эта проблема заключается в масштабе управляемого элемента.

Для начала рассмотрим принцип управления при помощи жестов: робот будет совершать перемещения за счёт изменения положения руки в пространстве. То есть, если наклонить руку вперёд, робот начнёт движение прямо, пока не изменится положение руки. Отклонение руки назад позволит роботу двигаться назад. Наклоны руки вправо или влево характеризует поворот робота в соответствующие стороны. Горизонтальное положение руки означает прекращение движения.

Для реализации проекта потребуется:

- Плата Arduino
- Четыре двигателя постоянного тока
- Два акселерометра ADXL335
- Кодер HT12D
- Декодер HT12E
- Два радиопередатчика и два радиоприёмника

- Драйвер двигателей L293D
- Батарейка 9 В
- Разъем для батарейки
- USB-кабель
- Шасси робота

Проект состоит из двух частей: передающая и принимающая.

Передающая часть в свою очередь делится на две части: управление (отвечает за поворот робота влево или право) и движение (отвечает за движение робота вперед либо назад). За управление возьмём изменение положение левой руки, а за движение правой руки. Основными элементами в передающей части являются акселерометр и радиопередатчик. Схемы передающей части для управления и движения одинаковы, основное различие: формат радиопередатчика и радиоприемника [4].

Рассмотрим схему передающего элемента формата "Управление"

Акселерометр считывает изменение положение руки в пространстве и преобразует данные в аналоговый сигнал (рис. 1). Для движения робота нам нужно преобразовать этот сигнал в цифровой формат, воспользуемся 4-х канальным компаратором. Далее сигнал поступает на декодер HT12E для получения последовательных данных. Эти данными при помощи радиопередатчика отправляются на радиоприемник для дальнейшей обработки. В данном случае изменение будет: влево или вправо. Аналогично для элемента формата "Движение". Разные радиопередатчики берутся для того чтобы не возникало смешивание сигнала.

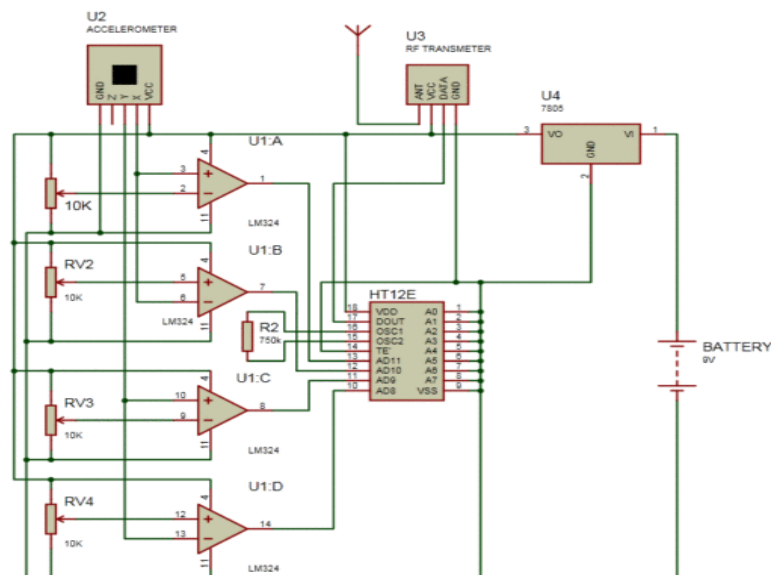


Рис. 1. Схема передающего элемента.

Поступающие сигналы с радиоприемника снимаются дешифратором для дальнейшего преобразования (рис. 2). На основе данных сигналов происходит программирование платформы Arduino [1-2]. После этого робот может осуществлять движение. Следует учитывать, что для питания двигателей используется дополнительный источник в виде батарейки 9В.

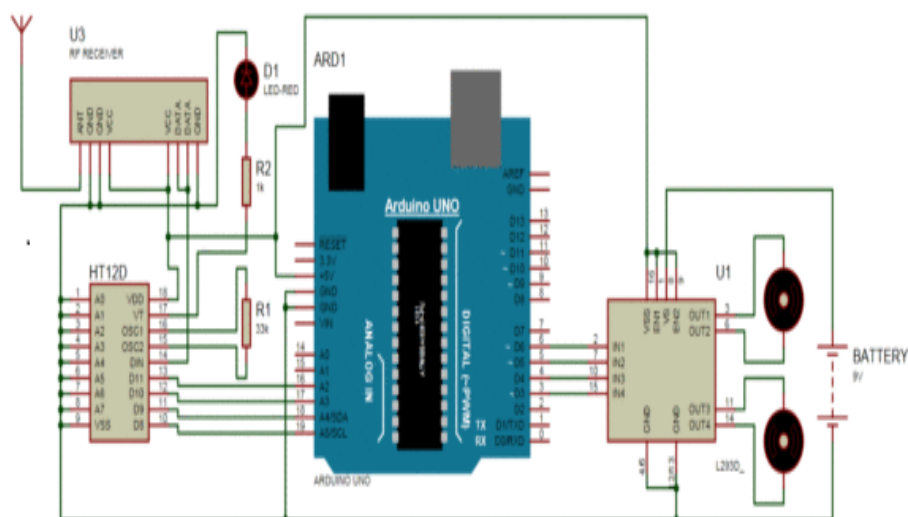


Рис. 2. Схема принимающего элемента.

Библиографический список

1. Уилли Соммер. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. // Санкт – Петербург, 2012. – 256 с.
2. Официальный сайт Arduino [Электронный ресурс]. URL: <http://arduino.cc> Режим доступа: свободный (дата обращения: 25.09.2019)
3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, — 2009.
4. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: Учебное пособие для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1988. — 640 с.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АНАЛИЗА ЗАНЯТОСТИ ПАРКОВОЧНЫХ МЕСТ ДЛЯ СИСТЕМЫ ВИДЕОАНАЛИТИКИ

В.С. Воробьев, С.А. Смирнов

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Проблема поиска свободного парковочного места для временного хранения автомобилей является актуальной в связи с возрастающими темпами роста числа транспортных средств в России и мире. Значительное увеличение количества легковых автомобилей привело к обострению проблем организации и поиска парковочных мест для владельцев транспортных средств.

Предлагаемый подход для решения задачи анализа занятости парковочных мест основан на обработке видеоинформации, получаемой с территории стоянки. На автостоянке установлена система видеоаналитики, состоящая из одной камеры и компьютера, выступающего в качестве средства для обработки и отображения информации о занятости парковочных мест [1].

Алгоритм для решения поставленной задачи включает в себя следующие шаги:

1. получение изображения с камеры;
2. нанесение разметки парковочных мест на изображении (выполняется один раз при инициализации алгоритма);
3. анализ занятости мест по трем признакам:
 - контурная обработка изображения методом пространственной фильтрации (оператор Собеля);
 - анализ восьми разрядной гистограммы изображения по каждому парковочному месту;
 - сегментация цветного изображения;
4. определение движущихся объектов на изображении для повышения быстродействия системы при обработке видеопотока [2];
5. отображение сведений на информационном дисплее.

В результате работы данного алгоритма каждому отслеживаемому парковочному месту присваивается значение «свободно» или «занято», соответствующее логическому нулю или единице. Данная информация отображается на дисплее для оповещения водителей о точном расположении свободных мест.

Проведены исследования методов выделения объектов по признаку движения и трех признаков определения занятости парковочных мест. Для исследований были выбраны две видеопоследовательности с различными погодными условиями, расположением камер и количеством парковочных мест в зоне наблюдения.

В результате исследования разработанного алгоритма с использованием трех признаков для анализа занятости парковочных мест доля ошибочных решений составила 0,09% при анализе видео с благоприятными условиями съемки и малым количеством транспортных средств на автостоянке. Анализ парковочных мест на втором видео со сложными погодными условиями и увеличенным количеством парковочных мест доля ошибочно принятых решений в процентном соотношении составила 0,54%.

Исследования выполнены при использовании Гранта Президента РФ МК-2737.2019.9.

Библиографический список

1. Волков В. О. Оптимизация и автоматизация парковочного пространства с помощью методов информационных технологий //Проблемы современной науки и образования. – 2016. – №. 6 (48). – С.91-93
2. Выделение контуров изображения движущегося объекта [Электронный ресурс]. URL: <http://masters.donntu.org/2015/fknt/sheplyakov/library/article6.html> (Дата обращения: 15.04.2019).

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОБНАРУЖЕНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ ШТРИХ-КОДОВ В СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

А.Е. Григорьев

Научный руководитель – Сеницын И.Е.

к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Работа посвящена разработке алгоритма обнаружения и распознавания штрих-кодов в системах технического зрения. Результатом работы являются статистические данные о работе алгоритма, подтверждающие его работоспособность, и точность обнаружения и распознавания штрих-кодов.

Чтобы декодировать штрих-коды, обычно используются специальные устройства — сканеры штрих-кода [1]. Однако они имеют достаточно большую стоимость. Таким образом задача снижения стоимости существующего оборудования является актуальной. Для решения этой задачи в данной работе предлагается сократить стоимость оборудования за счет разработки специального алгоритмического и программного обеспечения для системы технического зрения, датчиком видеонаблюдения которой является камера мобильного телефона.

В данной работе стоит задача разработки в среде MatlabR2014b алгоритма обнаружения и распознавания штрих-кодов на натуральных изображениях, полученных в видимом диапазоне наблюдения. Среда содержит в себе пакет Image Processing Toolbox, комплексно позволяющий подходить к обработке изображений. Он содержит методы, которые позволяют как работать с существующими алгоритмами обработки изображений, так и создавать и исследовать совершенно новые алгоритмы обработки.

Для разработки алгоритма был выбран стандарт кодирования штрих-кодов EAN-13, поскольку он используется при продаже всех товаров в России и Европе.

При написании программы использовался объектно-ориентированный подход [2], предполагающий разбиение программы на модули. Программное обеспечение включает четыре модуля: модуль предварительной обработки, модуль обнаружения штрих-кода, модуль расшифровки штрих-кода и модуль проверки корректности расшифровки штрих-кода.

Библиографический список

1. Краснобаев А.А. Алгоритмы распознавания штриховых кодов // ИПМ им. М.В.Келдыша РАН - Москва, 2004
2. Ушаков И.Н. Распознавание линейных штрих-кодов ЮРГПУ, 2017, с. 133-136

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ СО СТРУКТУРИРОВАННЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

И.Е. Евтеев

Научный руководитель – Бабаян П.В.

заведующий кафедрой АИТУ, канд. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В настоящее время в различных областях деятельности в производстве, медицине, компьютерной графике, робототехнике, техническом зрении активно используется трехмерное сканирование, информация о форме объектов реального мира. В связи с этим все более актуальной становится разработка программного обеспечения для моделирования этого процесса.

Системы оценки параметров трехмерных объектов могут быть построены на различных принципах, одним из которых является стереоскопический принцип. Стереоскопическая система включает две камеры, регистрирующие объект с разных ракурсов. Это позволяет, зная параметры камер стереоскопической системы, а также их взаимное расположение, определять трехмерные координаты различных точек объекта по изображениям, выделяя на них соответствующие точки (стереоотождествление) [1]. Однако, нерешенным остается ряд вопросов, связанных с принципиальными ограничениями данного метода, такими как стереоотождествление точек объектов. Помимо стереоскопических методов регистрации трехмерных объектов существуют методы с использованием структурированной подсветки, обеспечивающие возможность восстановления трехмерных координат точек объектов без ярко выраженной текстуры и с большими однородными областями.

Проблема компьютерного моделирования структурированного освещения заключается в необходимости получения информации о глубине сцены, необходимой для расчета места наложения лучей подсветки. Существуют методы с использованием трассировки лучей (Ray tracing), но для их быстрой работы нужно специальное оборудование. В настоящей работе для получения карты дальности использовались промежуточные данные из конвейера рендеринга сцены (Z-буфер). Помимо этого, в реальной системе присутствует большое количество искажений и ошибок разного рода, которые должны присутствовать и в модели системы.

Если положение подсветчика относительно камеры не меняется, то и траектория всех лучей подсветки на поверхности лежит на одной прямой. Благодаря этому можно предварительно рассчитать набор пикселей, в которых луч может пересечься с поверхностью. Для повышения эффективности алгоритма наложения луча структурированной подсветки на поверхность предлагается использовать алгоритм Брезенхема.

По итогам работы был разработан набор программных инструментов для моделирования работы системы технического зрения со структурированным освещением любой сложности в реальном времени.

Библиографический список

1. Hartley R. I., Zisserman A. "Multiple View Geometry" // Cambridge University Press. Cambridge, 2000.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА И МЕТОДОВ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ОБЪЕКТАМИ

М.Д. Ершов, Д.В. Комков

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Объектно-ориентированное программирование (ООП) в настоящее время является наиболее популярной методологией программирования. Эта методология основана на представлении программы в виде набора объектов, каждый из которых является экземпляром определённого класса. Разбиение программы на классы, каждый из которых имеет свое функциональное назначение и взаимодействует с другими классами и подпрограммами, позволило программистам упростить работу над решением сложных задач. Все объектно-ориентированные языки программирования должны поддерживать три основных принципа ООП: инкапсуляцию, полиморфизм и наследование [1]. Одним из языков, поддерживающих методологию ООП, является C++. В данной работе на основе принципов ООП и с использованием языка C++ будет решаться такая задача обработки изображений, как слежение за объектами в видеопоследовательности. Также для решения данной задачи планируется использовать библиотеку алгоритмов компьютерного зрения с открытым исходным кодом OpenCV версии 3.0.0.

Указанная версия OpenCV имеет реализацию нескольких алгоритмов слежения (трекеров): Boosting [2], MIL [3], MedianFlow [4], TLD [5]. Нельзя выбрать один из них, работающий во всех условиях, каждый обладает своими преимуществами и недостатками. Так, Boosting и MIL реализуют схожие идеи, но MIL обладает лучшей производительностью и надёжнее работает при частичном заслонении объектов. Оба трекера не восстанавливают свою работу после полного заслонения. TLD лучше справляется при заслонениях в течение нескольких кадров и в условиях изменения масштаба, но подвержен ложным срабатываниям. MedianFlow более устойчив, но плохо справляется с заслонениями и теряет объект при больших перемещениях.

Студенты при выполнении лабораторной работы познакомятся с классами библиотеки OpenCV и названными трекерами. Для собственной реализации студентам будет предложен корреляционный алгоритм. Его суть состоит в поиске на изображении такого участка, который наиболее соответствует эталону, создаваемому при захвате объекта. Студенты должны будут реализовать иерархию классов с разными корреляторами. Планируется рассмотреть классический и разностный корреляционные алгоритмы.

В дальнейшем планируется разработать методические указания к лабораторным работам по дисциплине ООП, включающие теоретическую часть, порядок выполнения, варианты заданий и примеры кода. В них будет включено десять работ, посвящённых следующим темам:

1. Создание простейшего приложения. Типы данных. Использование циклических и условных конструкций языка C++.
2. Изучение правил разработки собственных функций. Изучение правил построения многомодульных проектов.

3. Изучение правил работы с указателями и массивами.
4. Знакомство с классами и объектами.
5. Разработка собственного класса с соблюдением принципа инкапсуляции.
6. Изучение принципа наследования. Разработка иерархии классов. Использование виртуальных и перегруженных функций.
7. Знакомство с шаблонами. Разработка шаблонов функций и классов.
8. Знакомство с контейнерами, алгоритмами и функциональными объектами стандартной библиотеки шаблонов (STL). Использование их на практике.
9. Получение практических навыков по генерации и обработке исключительных ситуаций.
10. Знакомство с возможностями библиотеки OpenCV на примере задачи слежения за объектами. Реализация корреляционных алгоритмов в виде иерархии классов.

Библиографический список

1. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений. – М.: Вильямс, 2010. – 720 с.
2. Grabner H., Grabner M., Bischof H. Real-time tracking via on-line boosting // BMVC, 2006. – Vol. 1. – 10 p.
3. Babenko B., Yang M.-H., Belongie S. Visual tracking with online multiple instance learning // Computer vision and pattern recognition, 2009. – P. 983-990.
4. Kalal Z., Mikolajczyk K., Matas J. Forward-backward error: automatic detection of tracking failures // Pattern recognition, 2010. – P. 2756-2759.
5. Kalal Z., Mikolajczyk K., Matas J. Tracking-learning-detection // Pattern analysis and machine intelligence, 2012. – Vol. 34(7). – P. 1409-1422.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СОЗДАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ВИДЕОСЮЖЕТОВ

М.Д. Ершов, Р.Г. Резванов

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматриваются способы решения задачи автоматизированного создания баз данных для исследования работы алгоритмов в системах транспортной аналитики. Эта задача включает в себя следующие этапы: разметку зон интереса на изображении, обнаружение и подсчет автомобилей, слежение и определение траекторных параметров, сбор статистики о передвижении транспорта по каждой полосе движения. Эти проблемы актуальны и сегодня в связи с крупным развитием дорожно-транспортной инфраструктуры и увеличением плотности транспортного потока. Основными решаемыми задачами являются автоматическое обнаружение транспортного средства по каждой полосе и слежение за ним.

Решение названных задач осуществляется при обработке предварительно записанной видеопоследовательности. На первом этапе выполняется задание областей обработки – разметка полос движения, установка четырёхугольников на каждую полосу. На втором этапе выполняется

автоматическое обнаружение движения в каждой области на основе оценки фона и вычисления разности фона и текущего кадра. Оценку фона можно выполнить путём усреднения яркости каждой точки кадра для всех кадров видеоряда. Обнаружение осуществляется с использованием пороговой обработки [1]. По её результатам принимается решение об обнаружении (критерий обнаружения – число точек больше одной третьей площади обрабатываемой зоны). Слежение за объектом на третьем этапе производится с помощью корреляционного алгоритма с подстройкой масштаба эталона. Слежение может производиться относительно текущего положения как в прошлое, так и в будущее (в рамках видеоряда).

Планируется разработать программное обеспечение с графическим интерфейсом, которое упрощает работу оператора и автоматизирует процесс сбора статистики. Данное программное обеспечение планируется реализовать с использованием библиотеки цифровой обработки изображений OpenCV и языка C#. Приложение будет обеспечивать запись статистики в заданный файл, значения счётчиков транспортных средств по полосам и типам, а также траектории движения для каждого автомобиля.

Библиографический список

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.

СУБПОЛОСНОЕ КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ ПОРОГОВЫХ ПРАВИЛ И КВАНТОВАТЕЛЕЙ ПРИ ВЕЙВЛЕТ-КОМПРЕССИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ РАДАРОВ С СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРОЙ

Л. А. Зевалова, Ю. С. Бехтин

Научный руководитель - Бехтин Ю. С.

д.т.н., профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В работе [1], посвященной адаптивной пороговой вейвлет-обработке и распределению битов при компрессии зашумленных изображений, было доказано как математически, так и экспериментально предположение о том, что биты фиксированной квоты битов могут быть эффективно распределены путем минимизации суммарных искажений в субполосах вейвлет-преобразования при заданном базисе. После применения несмещенных оценок риска Штайна (SURE) для расчета пороговых значений при применении правила «мягкой» пороговой обработки вейвлет-коэффициентов (soft thresholding) были рассчитаны квантователи для равномерного квантования при кодировании вейвлет-коэффициентов с индивидуальными функциями квантования для каждой субполосы быстрого вейвлет-преобразования. В настоящей работе полученный в [1] метод расширяется путем комплексирования правил мягкой, жесткой и Видаковича пороговой обработки вейвлет-коэффициентов и адаптивных квантователей [2] для сжатия изображений, полученных с помощью радаров с синтезированной

апертурой (РСА). Действительно, мягкая пороговая обработка может быть эффективно применена для сглаживания в субполосах с т.н. сильно развитым спекл-шумом; в противном случае, жесткая пороговая обработка может сохранить целостность низкочастотных субполос, на которые спекл не оказывает сильного влияния. Получены аналитические выражения для расчета искажений в субполосах для каждого правила пороговой обработки. Кроме того, выбор равномерного или квазиравномерного квантования позволяет уменьшить погрешность квантования за счет учета нелинейных аппроксимаций после пороговой обработки. Уровни квантования квазиравномерного квантователя рассчитываются с использованием кривых сортированных вейвлет-коэффициентов в пределах каждой субполосы. Поэтому после комплексирования с заданным базисом и квотой битов каждая субполоса вейвлет-преобразованного РСА-изображения получает свое собственное пороговое правило с вычисленным пороговым значением и адаптированный квантователь с вычисленным количеством выделенных битов.

Чтобы реализовать идею комплексирования, используется следующий алгоритм. Вначале, вычисляются распределения битов для правила мягкой пороговой обработки и равномерного квантователя. Затем вычисляются искажения для каждой субполосы, применяя различные комбинации правил пороговой обработки и типа квантователей при полученном распределении битов. Наконец, сравнивая значения вычисленных искажений, выбираются и применяются соответствующие правила пороговой обработки и квантователи для каждой субполосы вейвлет-преобразованного РСА-изображения.

Предложенный метод был проверен многократными вычислительными экспериментами. Первоначально использовалась библиотека оптических тестовых изображений, искаженных мультипликативным шумом с различными функциями плотности вероятности для имитации спекла. Затем предложенный метод был применен к библиотеке РСА-изображений с сильно развитым спеклом. Было обнаружено, что предложенный метод дает многообещающие результаты при низких скоростях сжатия (менее 1 бита на пиксель) в смысле как объективных (например, пиковое отношение сигнал-шум), так и субъективных (например, индекс структурного сходства - SSIM) критериев. Сравнение было сделано с различными комбинациями предварительной фильтрации и некоторых вейвлет-кодеров, таких как SPIHT. Предложенный метод выигрывает у известных методов до 12 % по каждому критерию.

Библиографический список

1. Bekhtin Yu. "Joint adaptive wavelet thresholding and bit allocation for data compression of noisy images" // The 7th International TICSP Workshop on Spectral Methods and Multirate Signal Processing, SMMSP2007. Moscow, Russia, 2007. 8 с.
2. Малла, С. Вейвлеты в обработке сигналов. М.: Мир, 2005. 671 с.

СОЗДАНИЕ НАБОРА ДАННЫХ И ОБУЧЕНИЕ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДОРОЖНОЙ ОБСТАНОВКИ

А.А. Ильин

Научный руководитель – Бабаян П.В.

заведующий кафедрой АИТУ, канд. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Нейронные сети обладают особенностью, связанной со специализацией на обучающих данных. Из-за этого нейронные сети, обученные для обработки конкретной ситуации, могут показывать низкую эффективность при обработке схожих ситуаций. Поэтому основной задачей при создании программного обеспечения, использующего в своей работе нейронную сеть, является создание подходящего набора данных и обучение нейронной сети на этом наборе.

Для тренировки нейронной сети обучающая выборка должна быть достаточно объемной, чтобы описывать искомое множество объектов как можно полнее. Обучающая выборка должна удовлетворять трем критериям: достаточность, разнообразие, равномерность представления данных [1].

Под достаточностью понимается, что число примеров в обучающей выборке должно быть в несколько раз больше, чем число связей между нейронами. В противном случае нейронная сеть не сможет обобщить полученные данные и просто подстроится под них.

Выборка для обучения должна содержать разнообразные примеры, так как при достаточной выборке, в которой большинство примеров одинаковы, сеть не сможет получить требуемой способности к обобщению.

Примеры различных классов должны быть представлены в обучающей выборке в примерно одинаковых пропорциях. В противном случае класс, примеры которого преобладают, будет определяться как наиболее вероятный, что может понизить эффективность работы нейронной сети.

В связи с тем, что получить необходимое количество изображений для обучающей выборки не всегда представляется возможным, часто используют различные приемы, позволяющие разнообразить исходные данные. Для изображений объектов это могут быть:

- представление изображения под различными углами;
- изменения яркости и контрастности изображения;
- изменение положения объекта на изображении [2].

Для выяснения влияния обучающей выборки на эффективность работы нейросети была использована модель сети RetinaNet. Для первого теста была использована предобученная сеть, тренировка которой происходила с использованием обучающей выборки, включающей разные объекты. Но для оценки дорожной обстановки и обнаружения машин нейронной сети нужна выборка, содержащая только автомобили, поэтому сформируем новую обучающую выборку, состоящую только из изображений автомобилей с видом сверху. Сравнительный результат работы нейронной сети представлен на рисунке 1.

Разрабатываемый DK -регулятор[1] должен обеспечить структурированное сингулярное значение замкнутой системы:

$$\gamma = \|DF_l(G, K)D^{-1}\|_{\infty} \leq 1. \quad (1)$$

В связи с тем, что математические модели по каждому каналу ориентации квадротора являются по форме одинаковыми, остановимся лишь на деталях проектировании робастного регулятора по каналу управления координатой x .

Динамическая модель квадротора с управляющим воздействием u_1 по каналу управления координатой x описывается уравнением

$$\ddot{x} = \dot{u} = (\cos\varphi \sin\theta \cos\psi + \sin\varphi \sin\psi) \frac{u_1}{m}, \quad (2)$$

где m – масса квадротора, φ – угол крена, θ – угол тангажа, ψ – угол рыскания. За счет использования эквивалентного управляющего воздействия

$$u_{\text{экв}} = u_1 (\cos\varphi \sin\theta \cos\psi + \sin\varphi \sin\psi), \quad (3)$$

находим линеаризованную ОС модель канала x в виде уравнения: $\ddot{x} = u_{\text{экв}} / m$, которому соответствует передаточная функция $P_{\text{НОМ}}(s) = \frac{1}{ms^2}$. Возмущенная (неопределенная) передаточная функция (ПФ) управляющего канала по координате x принимает вид:

$$\tilde{P}(s) = P_{\text{НОМ}}(s)f(s), \quad (4)$$

где $f(s) = \frac{-\frac{\tau}{2}s+1}{(\frac{\tau}{2}s+1)m_{\text{unc}}}$. Здесь неопределенность массы $m_{\text{unc}} = m \pm 20\%$ и неопределенность временной задержки сигнала управления $0 < \tau < 0.02$. Последняя имеет место в каждом канале и связана со спецификой исполнительного устройства.

В результате использования μ -синтеза получена ПФ регулятора

$$K(s) = \frac{8721s-7051}{s^2+76.73s+1793}, \quad (5)$$

обеспечивающего робастное качество замкнутой системе по каналу x с учетом всех каналов управления ориентацией с выбранными весами модельной неопределенности $W_M(s) = \frac{0.021s+0.2}{0.01s+1}$ и качества $W_p(s) = \frac{0.125s+10}{s+0.1}$.

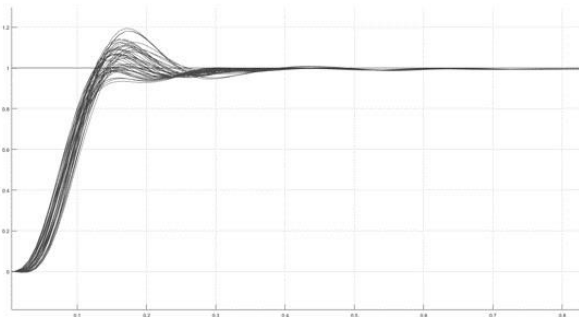


Рисунок 1.

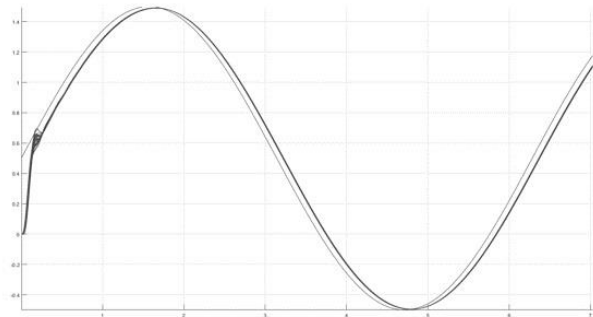


Рисунок 2.

Реакция по каналу x при задающем воздействии $w=1(t)$ показывает (рис. 1), что система управления безошибочно воспроизводит это воздействие в установившемся режиме и что перерегулирование при фигурирующей в исходных данных модельной неопределенности не превышает 20%. При этом длительность переходного меньше 0,7 с. О достаточно хорошем робастном качестве и точности спроектированной системы свидетельствует реакция по каналу x на воздействие $w=\sin(t) + 1/2$. (рис. 2) Как видим, спроектированная система управления безошибочно воспроизводит это воздействие в установившемся режиме.

Построенные для всей замкнутой системы управления графики сингулярных значений с учетом всех каналов проходят ниже заданных пределов, обусловленных графиками, порожденными указанными неопределенностями, что говорит о выполнении требований робастной устойчивости и робастного качества.

Библиографический список

1. Бобиков А. И. Робастные системы управления. Рязань: РГРТУ, 2016.
2. Бобиков А. И. Анализ и проектирование нелинейных систем управления. Рязань: РГРТУ, 2013.
3. Lopes, R. V., Santana, P., Borges, G. & Ishihara, J. Model predictive control applied to tracking and attitude stabilization of a vtol quadrotor aircraft, 2011.
4. Gahinet P., Apkarian P. «Structured H_∞ synthesis in Matlab» in Proceedings of the 18th IFAC World Congress. Milan. Italy: IFAC. Aug. 2011.

СЛЕЖЕНИЕ ЗА ОБЪЕКТОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ОЦЕНКИ ОПТИЧЕСКОГО ПОТОКА

Д.В. Ловкин, С.Е. Корепанов

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В. Ф. Уткина**

Задача слежения за объектом на видеопоследовательности представляет значительный интерес в области компьютерного зрения. Суть задачи заключается в определении местоположения объекта на каждом кадре при неподвижном видеодатчике. Один из существующих методов решения задачи слежения за объектом основан на оценке оптического потока. Методы вычисления оптического потока делят на глобальные (оценка оптического потока производится по всему изображению) и локальные (оценка оптического потока производится в локальной области изображения). Поскольку глобальные методы требуют значительно больше вычислительных затрат по сравнению с локальными, то для слежения за объектом, ориентированном на решение задачи в реальном масштабе времени, предлагается использовать последние. В настоящее время среди алгоритмов оценки оптического потока локальным методом выделяют алгоритм Лукаса–Канаде, Horn–Schunck, Farneback и другие [1].

В докладе рассматривается алгоритм слежения за объектом с использованием алгоритма оценки потока Лукаса–Канаде [2]. На первом кадре объект выделяется целеуказанием оператора. На всех последующих слежение за объектом производится по следующему алгоритму.

На первом шаге формируется область поиска объекта на основе известного положения объекта на предыдущем кадре.

На втором шаге алгоритма происходит вычисление оптического потока в области поиска объекта. Основное уравнение оптического потока для всех пикселей окрестности выглядит следующим образом:

$$I(x, y, t) \approx I(x + \delta x, y + \delta y, t + \delta t),$$

(1)

где x, y – вещественные координаты точки в плоскости кадра, t – номер кадра, I – это функция яркости пикселей от положения на кадре и времени.

Предполагая, что смещение пикселей в локальной области между двумя кадрами невелико будем считать, что оптический поток одинаков для всех пикселей, находящихся в окне с центром в точке (x_p, y_p) . Тогда вектор оптического потока (V_x, V_y) в точке p должен быть решением системы уравнений:

$$\begin{cases} I'_x(q_1)V_x + I'_y(q_1)V_y = -I'_t(q_1), \\ I'_x(q_2)V_x + I'_y(q_2)V_y = -I'_t(q_2), \\ \dots \\ I'_x(q_n)V_x + I'_y(q_n)V_y = -I'_t(q_n). \end{cases}, \quad (2)$$

где q_1, q_2, \dots, q_n – пиксели внутри окна, $I'_x(q_i), I'_y(q_i), I'_t(q_i)$ – частные производные изображения I по координатам x, y и времени t , вычисленные в точке q_i . После записи уравнения (2) в матричной форме и его решения по методу наименьших квадратов, получаем решение оптического потока. Решив аналогичные уравнения для соседних пикселей в области поиска объекта, формируется карта скоростей.

На втором шаге выполняется сегментация изображения с использованием пороговой обработки. Порог равен половине среднего значения скорости на карте скоростей.

На третьем шаге производится морфологическая обработка бинарного изображения для объединения распавшихся близкорасположенных сегментов и заполнения дыр внутри сегментов.

На четвертом шаге производится разметка и параметризация сегментов в рассматриваемой области. В качестве объекта выбирается сегмент с наибольшей площадью.

На пятом шаге вычисляются координаты центра объекта (под центром понимается центр прямоугольной рамки, ограничивающей объект).

Алгоритм разработан в среде моделирования MATLAB. Экспериментальная проверка алгоритма производилась на трех видеосюжетах. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что алгоритм позволяет следить за объектом при отсутствии заслонений объекта, а также при незначительных изменениях яркости фона и объекта.

Библиографический список

1. Barron J. L., Fleet D. J., and Beauchemin S. S. Performance of optical flow techniques. *International Journal of Computer Vision*, 12, pp. 15–77, 1994
2. B. D. Lucas and T. Kanade. An iterative image registration technique with an application to stereo vision. *International Joint Conference on Artificial Intelligence*, pp. 1-679, 1981.

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ СДВИГА И ПОВОРОТА ИЗОБРАЖЕНИЙ В СПЕКТРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ

Г.Н. Ломакин

Научный руководитель – Муравьев С.И.

канд.техн.наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе будет уделено внимание оценке параметров сдвига и поворота изображения в спектральной области. Алгоритм базируется на свойствах преобразования Фурье, отражающих поведение двумерного спектра Фурье при смещении и повороте изображений. Пусть $f_1(x, y)$ и $f_2(x, y)$ – непрерывные функции, определенные на плоскости R^2 , которые можно рассматривать как изображения с безграничной областью определения, а $F_1(\omega_x, \omega_y)$ и $F_2(\omega_x, \omega_y)$ – преобразования Фурье от этих функций. Если $f_1(x, y)$ и $f_2(x, y)$ связаны преобразованием сдвига $f_2(x, y) = f_1(x - \alpha, y - \beta)$ где (α, β) – вектор сдвига, то их спектры связаны соотношением $F_2(\omega_x, \omega_y) = \exp(-2\pi j(\omega_x \alpha + \omega_y \beta)) \cdot F_1(\omega_x, \omega_y)$, где $j = \sqrt{-1}$. Таким образом, смещение функции на вектор (α, β) соответствует умножению ее спектра на $\exp(-2\pi j(\omega_x \alpha + \omega_y \beta))$.

При сдвиге и повороте функции происходит такой же поворот ее амплитудного спектра, а сдвиг не оказывает влияния на амплитудный спектр функции. Переходя к амплитудным спектрам, можно освободиться от влияния сдвигов и отслеживать поворот отдельно от других видов преобразований. Для этого удобно перейти в полярную систему координат. Угол φ легко находится методом фазовой корреляции. Зная φ , можно развернуть функцию $f_1(x, y)$ на угол φ . Тогда получается две функции, связанные преобразованием сдвига. Применяя вновь алгоритм фазовой корреляции, можно получить оценки параметров сдвига (α, β) [1].

Для дискретных изображений вместо непрерывного преобразования Фурье необходимо использовать дискретное преобразование Фурье. В результате ДПФ получается массив комплексных чисел, представляющий собой частотное описание изображения. Поскольку этот массив конечен, он фактически описывает изображение, получающееся путем бесконечного повторения исходного изображения. При этом возникает ряд проблем.

Первая проблема связана с тем, что амплитудный спектр дискретного изображения оказывается сильно искаженным вследствие явления Гиббса, которое связано с конечностью массива, используемого для хранения изображения. В результате явления Гиббса в спектр вносятся дополнительные частотные составляющие, отсутствовавшие в исходном изображении. Для компенсации явления Гиббса изображение умножается на весовую функцию, уменьшающуюся до нуля от центра к краям изображения. К таким функциям относятся функции Хэмминга, Кайзера, Ханна, Чебышева [1].

Вторая проблема связана с недостаточным уровнем высокочастотных составляющих изображения, из-за чего точность определения угла поворота

φ оказывается низкой. Чтобы решить эту проблему, целесообразно использовать логарифмирование амплитудного спектра. Поскольку амплитуда высокочастотных составляющих обычно ниже, чем у низкочастотных, путем логарифмирования фактически производится высокочастотная фильтрация изображения.

Третья проблема связана с использованием метода фазовой корреляции для определения параметров (α, β, φ) . Метод фазовой корреляции хорошо работает лишь при малом уровне искажений и шумов. В присутствии шума и движущихся объектов лучше ведут себя корреляционный и разностный алгоритмы [2].

Существует аналогичный подход, позволяющий находить, наряду со сдвигом и поворотом, еще и параметр изменения масштаба. Для этого выполняется переход не в полярную, а в полярно-логарифмическую систему координат. При этом значительно увеличиваются вычислительные затраты.

Геометрические преобразования появляются вследствие перемещения объекта наблюдения, перемещения видеодатчика и изменения ориентации видеодатчика. Еще одной причиной возникновения геометрических преобразований является непрямолинейность распространения света, которая возникает из-за присутствия в атмосфере различных видов неоднородностей, например, перепадов температуры.

Рассматриваемый в докладе алгоритм предназначен для поиска параметров сдвига и поворота изображения, за основу которого был взят спектральный метод оценки и дальнейшей компенсации геометрических преобразований, предполагающий вычисление амплитудных спектров с помощью дискретного преобразования Фурье, а также вычисление параметров сдвига с помощью алгоритма фазовой корреляции.

Библиографический список

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005.

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОТОКА РАСПЛАВА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Я.В. Морозов

Научный руководитель — Стротов В.В.

канд. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В настоящее время на производстве часто возникает необходимость измерения каких-либо параметров технологического процесса с применением неконтактных методов. Это обусловлено сложными условиями измерения или физической природой самого процесса. Например, при производстве стекловолоконных изделий на этапе получения волокна требуется управлять положением потока расплава во время его натекания на валы. Для управления в свою очередь требуется получение координат точки натекания

потока. Одним из выходов в данной ситуации является применение методов измерения параметров на основе обработки результатов видеонаблюдений.

Цель работы — устойчивое определение координат точки натекания потока и его ширины в условиях повышенной зашумлённости. Исходными данными для алгоритма являются полутоновые изображения процесса, получаемые с цифровой камеры в цехе. На них при низкой освещённости виден лишь поток расплава, а также присутствует большое число помех из-за летающих в поле зрения камеры частиц. Существуют кадры, где помехи полностью перекрывают поток.

Для решения задачи был разработан следующий алгоритм. На получаемом с камеры кадре предварительно выделяется область поиска, которая подвергается бинаризации с помощью алгоритма Отсу [1, 2]. Затем осуществляется выделение потока как объекта с наибольшей площадью. Далее выполняется поиск границ потока и аппроксимация их прямыми линиями по направлению движения потока. Достижение уровня перегиба определяется по превышению отклонения реального положения точки границы от аппроксимированного положения заданного порога. На этом уровне находятся координаты точки перегиба, вычисляется ширина потока расплава. В случае успешного определения параметров, их измерения поступают последовательно на входы медианного и экспоненциального фильтров. Использование фильтрации позволяет исключить неверные оценки параметров в случае заслонения потока.

Работоспособность алгоритма была проверена на серии модельных и натуральных видеосюжетов. В результате подбора размеров области поиска и параметров фильтров удалось выполнить поставленную задачу. Глубина медианного фильтра составила 30 значений, а коэффициент экспоненциального фильтра — 0,6. В ходе работы была достигнута точность определения координат точки натекания расплава 2,5 мм.

Библиографический список

1. Р. Гонсалес, Р. Вудс. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. - М.: Техносфера, 2005. - 1072 с.
2. Otsu N. A threshold selection method from gray-level histograms // IEEE Trans. Sys., Man., Cyber. - 1979. - pp. 62-66.

СЛЕЖЕНИЕ ЗА ОБЪЕКТОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА АДАПТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ЭТАЛОНА MOSSE

А.Ю. Овчинников, С.Е. Корепанов

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Решение задачи слежения за объектом состоит в определении координат объекта слежения на каждом кадре наблюдаемой видеопоследовательности, при этом не ставится задача управления перемещением датчика изображений. В докладе представлен алгоритм слежения на основе адаптивной фильтрации эталона MOSSE (Minimizing the Output Sum of Squared Error), который учитывает следующие особенности наблюдаемой сцены: геометрические преобразования изображения объекта (изменение масштаба,

ракурса, сдвига и поворота), частичное заслонение объекта другими объектами или фоном.

Адаптивным фильтром называют фильтр с изменяемыми в процессе работы параметрами, набор которых зависит от критерия работы адаптивного фильтра. Зачастую таким критерием выступает достижение минимума целевой функции, обычно, квадратичной функции ошибки между требуемым и выходным сигналами адаптивного фильтра [2]. Достижение минимума целевой функции означает, что выходной сигнал адаптивного фильтра приближается к требуемому сигналу. Данное приближение происходит за счет изменения весовых коэффициентов, рассчитываемых на основе обработки требуемого и входного сигналов. Примером адаптивного фильтра является фильтр MOSSE [3].

Фильтр MOSSE – это искусственно создаваемый шаблон, корреляция которого с исходным кадром позволяет получить заранее заданную желаемую реакцию (отклик) при обнаружении объекта слежения. Так как фильтр MOSSE применяется для обработки сигналов в частотной области, то корреляцию можно записать в виде:

$$G = H \odot F^*, \quad (1)$$

где F – фурье-образ входного изображения, G – фурье-образ выходного изображения (отклика), H – фурье-образ фильтра, \odot – обозначает поэлементное умножение, $*$ – обозначает комплексное сопряжение.

В качестве отклика в работе был использован низкочастотный фильтр Гаусса. Фильтры, основанные на гауссовой функции, важны, поскольку прямое и обратное фурье-преобразование этой функции также является гауссовой функцией.

Общий вид фильтра MOSSE представляется следующим выражением:

$$H = \frac{\sum_i G \odot F_i^*}{(\sum_i F_i \odot F_i^*)}, \quad (2)$$

где i – номер кадра.

Таким образом, в соответствии с выражением (2) можно задать фильтр в частотной области G , вычислить его прообраз g в пространственной области, а затем использовать полученный пространственный фильтр как ориентир для построения частотного фильтра H , и его прообраза h в пространственной области. Тогда именно к нахождению такого фильтра H и сведется задача слежения за объектом, при этом необходимо будет минимизировать ошибку воспроизведения этого ориентировочного (желаемого) фильтра.

Разработанное алгоритмическое обеспечение было реализовано в научно-исследовательской среде MATLAB. Были проведены экспериментальные исследования следующих алгоритмов слежения: классический корреляционный алгоритм, разностный корреляционный алгоритм, алгоритм, основанный на ASEF фильтре и алгоритм, основанный на MOSSE фильтре. В ходе исследований были получены следующие результаты:

- разработанный алгоритм слежения на основе MOSSE фильтра показал наилучшие результаты с точки зрения точности на сюжетах со сложной фоноцелевой обстановкой, характеризующейся изменениями сдвига, поворота, а также изменения его ракурса, наличия шума на изображении, частичным заслонением объекта слежения участками фона и другими объектами;

- вычислительная сложность разработанного алгоритма оказалась наименьшей. Так скорость обработки одного кадра сюжета данным

алгоритмом составила 0.007 секунды, что в десятки раз выше, чем у корреляционных алгоритмов, и в 2 раза быстрее, чем алгоритм слежения, основанный на ASEF фильтре;

– в условиях, когда изображение объекта претерпевает незначительные изменения в процессе слежения, разработанный алгоритм слежения незначительно уступает корреляционным алгоритмам. Срыва слежения также не происходит.

Библиографический список

1. Алпатов Б. А. и др. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление //М.: Радиотехника. – 2008. – С. 176.

2. Джиган В. И. Адаптивная фильтрация сигналов. – 2013.

3. Bolme D. S. et al. Visual object tracking using adaptive correlation filters //2010 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – IEEE, 2010. – С. 2544-2550.

АЛГОРИТМ МНОГОУРОВНЕВОГО ВАИМОДЕЙСТВИЕЯ В КОЛЛЕКТИВАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РОБОТОВ

Е. Ю. Овчинников, Ю. С. Бехтин
Научный руководитель - Бехтин Ю. С.
д.т.н., профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Одиночный робот, будучи интеллектуальным, годится для решения только некоторых частных задач, либо выполнения довольно простых операций. Поэтому целесообразно применять несколько однотипных или разнотипных интеллектуальных роботов (ИР), образующих группу, для выполнения поставленной крупномасштабной задачи. К преимуществам группового применения роботов относят радиус действия, достигаемый за счет рассредоточения роботов по всей рабочей зоне, и расширенный набор выполняемых функций, достигаемый за счет установки на каждый робот индивидуальных исполнительных устройств, и, наконец, более высокая вероятность выполнения задания, достигаемая за счет возможности перераспределения целевых задач между роботами группы в случае выхода из строя некоторых из них. [3]

Поэтому такие сложные задачи как масштабное исследование и зондирование поверхности других планет, сборка сложных конструкций в космосе и на планете могут быть эффективно решены роботами только при их групповом взаимодействии.

Системы управления ИР, как и многие интеллектуальные системы, имеют многоуровневую структуру, как показано на рис. 1.[1] На верхнем уровне осуществляется анализ целевой задачи и оперативное планирование поведения с учетом текущего состояния ИР и окружающей среды в виде последовательности целевых подзадач (подцелей), которые необходимо решить, чтобы достичь основной цели. На втором уровне осуществляется реализация плана, сформированного на предыдущем уровне. Здесь на

основе информации об очередной подцели и о текущем состоянии ИР и среды планируется последовательность действий для достижения этой подцели, которые передаются на нижний, исполнительный, уровень для последующей их отработки. На нижнем уровне осуществляется управление отработкой действий исполнительными устройствами робота. На этом уровне на основе информации о выбранном на предыдущем уровне действии, о текущем состоянии робота и среды с учетом динамических свойств робота и среды формируются команды на приводы исполнительных устройств.[2]

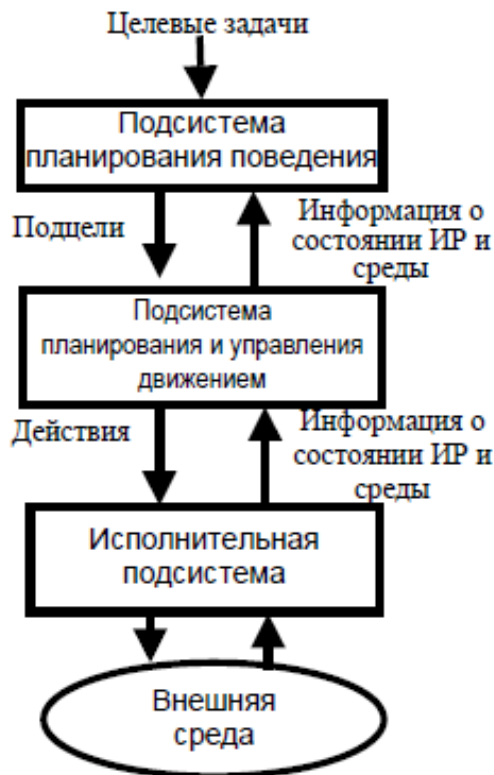


Рис.1. Многоуровневая структура системы управления ИР

Библиографический список

- 1.Капустян С. Г./Многоуровневая организация коллективного взаимодействия в группах интеллектуальных роботов
- 2.Капустян С. Г., Усачев Л. Ж./ Модель коллективного взаимодействия в задаче группового управления роботами в условиях противодействия
- 3.Васильев И. А., Половко С. А., Смирнова Е. Ю./Организация группового управления мобильными роботами для задач специальной робототехники

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СМАЗА

А.М. Орехова

Научный руководитель – Бабаян П.В.

канд. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Совершенствование методов восстановления искаженных изображений является одним из наиболее значимых аспектов важной научной задачи, связанной с обработкой изображений. В данной работе рассматриваются искажения, полученные в условиях смаза, возникающего при движении объекта относительно регистрирующей системы. В настоящее время большое значение уделяется направлению по созданию алгоритма, позволяющего обеспечить высокие показатели качества восстановления при невысоких вычислительных затратах. Устранение смаза необходимо для решения задач автоматизированного обнаружения, идентификации и распознавания объектов.

Было проведено исследование нескольких существующих алгоритмов восстановления изображений в условиях смаза [1]. Для оценки качества восстановления были определены показатели: пиковое отношение сигнала к шуму и индекс структурного сходства изображений.

В разработке алгоритма проводились исследования метода винеровской фильтрации. Однако было обнаружено, что неточная оценка ядра смаза существенно влияет на появление структурных искажений в восстановленных изображениях. Данные искажения существенно ухудшают качество обнаружения и распознавания объектов.

На следующем этапе исследований было проведено моделирование метода Люси-Ричардсона [2]. Особенность метода заключается в том, что он является итерационным, а значит, позволяет постепенно улучшать качество восстановления на каждом шаге. При этом для достижения приемлемого качества требуется более 20-30 итераций, что заметно увеличивает вычислительную сложность. Таким образом, данный алгоритм зачастую не может использоваться при восстановлении изображений в реальном масштабе времени. Известны методы восстановления на основе минимизации полной вариации функции [3], однако они требуют решения дифференциальных уравнений, что также требует больших вычислительных затрат.

С целью подавления структурной помехи была предложена модификация алгоритма винеровской фильтрации с использованием коррекции амплитудного спектра восстановленного изображения. В ходе проведения исследования выработаны несколько возможных вариантов этого алгоритма. Проведены исследования эффективности решения задачи для этих вариантов алгоритма восстановления изображений. Основные отличия заключались в подходах к оценке ширины пиков в периодической структуре, оценивалось влияние увеличения оценки мощности шума на изменение характера волновой структуры.

Исследование алгоритма восстановления изображений с коррекцией спектра показало количественный прирост показателей качества восстановления по сравнению с алгоритмами, используемыми ранее. Так применение данного подхода на тестовой выборке демонстрирует увеличение

пикового отношения сигнала к шуму на 21% и индекса структурного сходства на 20%. Важным достоинством является его меньшая вычислительная сложность по сравнению с итеративными подходами.

Библиографический список

1. Кольцов П.П. Оценка размытия изображения // Компьютерная оптика. - 2011. - Т. 35, № 1.
2. White R. L. Image restoration using the damped Richardson-Lucy method // Instrumentation in Astronomy VIII. - International Society for Optics and Photonics, 1994. - Т. 2198. - С. 1342-1348.
3. S.H. Chan, R. Khoshabeh, K.B. Gibson, P.E. Gill, and T.Q. Nguyen, "An augmented Lagrangian method for total variation video restoration", IEEE Trans. Image Process., vol. 20, no. 11, p. 3097-3111, 2011.

СЛЕЖЕНИЕ ЗА МНОЖЕСТВОМ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА МИНИМИЗАЦИИ ФУНКЦИИ ЭНЕРГИИ

Д.В. Слюсарь

Научный руководитель - Бабаян П.В.

канд.техн.наук, заведующий кафедрой АИТУ, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Технологии слежения за объектами на видеопоследовательностях в настоящее время внедряются все более интенсивно. Связанно это со следующими факторами. Развитие аппаратных средств, а именно рост вычислительной мощности носимой электроники и распространенность систем облачных вычислений, дает возможность для повсеместного использования программных продуктов, основанных на алгоритмах компьютерного зрения, причем не только в сфере научной и инженерной деятельности, но и в бытовой потребительской сфере. Создаются и активно поддерживаются разработчиками различные библиотеки и наборы инструментальных средств, которые облегчают применение этих методов при решении различных актуальных задач [1].

Возникающее вследствие этих факторов разнообразие практических задач требует не только широкого алгоритмического инструментария, но и комплексных программных продуктов, облегчающих решение этих задач на пользовательском уровне [2].

Исследования в области многоцелевого отслеживания показали значительный прогресс в последние годы. Тем не менее, современные алгоритмы достигают разумной производительности только в сравнительно простых условиях с небольшим количеством целей. Как только область интересов, в которой происходит слежение за объектами, становится переполненной, способность человека правильно определять цели и следовать за ними - при наличии достаточного времени - все еще значительно превосходит автоматические подходы.

Многие из наиболее успешных способов отслеживания в настоящее время выполняют отслеживание путем обнаружения, то есть цель представлена

объектной моделью, которая может быть обнаружена в каждом кадре независимо. В некоторых случаях в сочетании с онлайн-моделью, чтобы справиться с изменением освещения и внешнего вида [3].

В данной статье будем использовать для отслеживания минимизацию функции энергии, которая рассчитывается для каждой точки контура. Энергия зависит от градиента, яркости и формы контура. Контур деформируется при помощи перемещения текущей точки контура в точку с минимальной энергией. Объекты отделяются от фона на этапе предварительной обработки и формируют наборы данных (гипотез), которые затем используются для определения траекторий этого объекта. Таким образом, мы запускаем детектор со скользящим окном, который дает набор целевых гипотез - D . Имея набор целевых гипотез D , можно идентифицировать набор целевых траекторий $T = \{T_1, \dots, T_n\}$. А значит обнаружение либо идентифицируется как принадлежащее одной из траекторий, либо, используя дополнительную метку выброса \emptyset , идентифицируется как ложная тревога [4].

Алгоритм поиска и сопровождения объектов:

1. Преобразуем изображение в градации серого.
2. Применяем на изображении размытие по Гауссу, чтобы снизить уровень шума на изображении.
3. Ищем скалярную разницу между текущим и последующим изображением.
4. Применяем пороговое преобразование, дающее черный фон и белые элементы на нём - контуры.
5. Проводим выпуклый контур по контурам найденным в прошлом пункте. Получаем «сгустки» белого цвета, которые являются объектами на черном фоне.
6. Проверяем попадает ли «сгусток» под классификацию машины - по определённым параметрам: расстояние от камеры до дороги, примерное соотношение размера машины к дороге. Выводим изображение с выделенными объектами. (Рис. 1)

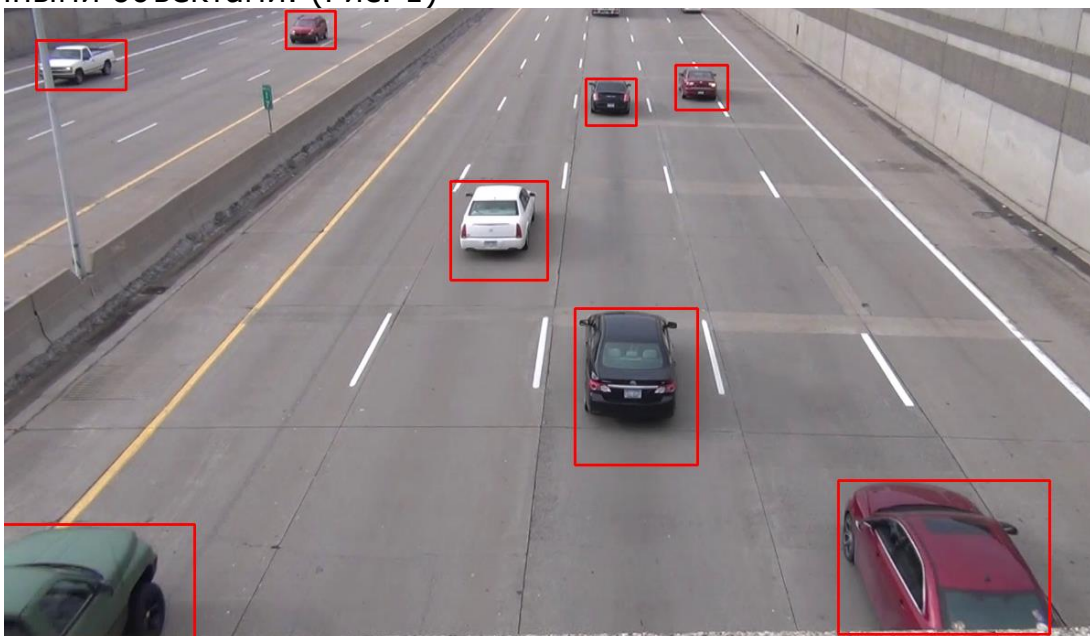


Рисунок 1. Выделенные объекты на видеопоследовательности

В дальнейшем планируется реализовать функционал подсчета объектов на подобных видеосюжетах.

Библиографический список

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.: ил.
2. Слюсарь Д.В. Алгоритм помехоустойчивого слежения за объектом на основе сопоставления с эталоном // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XIII Всеросс. науч.-техн. конф. – Рязань: РГРТУ, 2018. – Том 2. – С. 36-38
3. Волосатова Т.М., Яблоков В.Е. Слежение за выделенными объектами на протяжении видеоряда. Россия, МГТУ, 2015.2.
4. Anton Andriyenko, Konrad Schindler, Stefan Roth. Discrete-Continuous Optimization for Multi-Target Tracking. CVPR, 2012.

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ЦИФРОВОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ
ДЛЯ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ**

М.А. Смирнов, С.А. Смирнов

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В последние десятилетия особое распространение получили различные системы видеонаблюдения. Данные системы могут быть установлены стационарно или на подвижном носителе. Съемка видео с подвижного носителя без использования специальной аппаратуры приводит к возникновению непредвиденных эффектов, таких как искажение или дрожание видеокadres. Для последующей обработки сформированных видеокadres требуется выполнить стабилизацию.

Программная стабилизация цифрового видео - это процесс удаления нежелательного движения из уже отснятой видеопоследовательности кадров, в процессе ее последующей обработки [1]. Процесс стабилизации проходит через две основные фазы:

- оценка геометрических преобразований изображений, вызванных движением носителя видеосистемы;
- межкадровое преобразование изображений.

Для оценки геометрических преобразований изображений в разработанном алгоритме стабилизации используются детекторы особых точек. На первом и последующих кадрах осуществляется выделение особых точек. Далее производится оценка геометрических преобразований между кадрами на основе найденных совпадающих пар особых точек на двух изображениях. С помощью найденных оценок производится межкадровое преобразование изображений для компенсации искажений кадра, вызванных движением носителя системы видеонаблюдения.

Исследования разработанного алгоритма осуществлялись как на синтезированном видео, так и на натуральных видеопоследовательностях. Результаты экспериментальных исследований влияния гауссовского шума на работоспособность алгоритма стабилизации при различных методах

выделения особых точек, таких как SIFT, FAST, SURF, BRISK показали, что наилучший результат, с точки зрения ошибки оценивания геометрических преобразований и устойчивости к воздействию гауссовского шума, показали методы SURF и SIFT. Такие методы, как FAST и BRISK, показали неудовлетворительные результаты в условиях воздействия шума. Разработанный алгоритм стабилизации способен эффективно выполнять свои задачи в условиях воздействия гауссовского шума и позволяет улучшить восприятие видеопоследовательности.

Исследования выполнены при использовании Гранта Президента РФ МК-2737.2019.9.

Библиографический список

1. Tola E., Lepetit V., Fua P. A Fast Local Descriptor for Dense Matching // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'08). – 2008. – pp. 1-8.

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ
АЛГОРИТМОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТА В
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

А.А. Федичкин

Научный руководитель – Селяев А. А.

канд. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Корреляционно-экстремальные алгоритмы обработки изображений часто являются основой устройств определения координат, работающих в составе различных автоматических систем обнаружения и сопровождения движущихся объектов [1]. Сущность корреляционно-экстремальных алгоритмов заключается в вычислении выбранной функции соответствия эталонного и текущего изображений объекта. На результаты работы этих алгоритмов оказывает влияние ряд факторов: тип выбранной функции соответствия эталонного и текущего изображений объекта, наличие на изображении сложного, неоднородного фона, скорость и параметры изменений текущего изображения объекта, выбранный алгоритм обновления эталонного изображения объекта, контраст изображения объекта относительно фона, наличие мешающих объектов и помех на изображении [2].

Малый объем или полное отсутствие априорных сведений об объекте (в том числе из-за огромного разнообразия всевозможных объектов) сильно затрудняет разработку или выбор наилучшего алгоритма определения координат объекта. Наличие ограничений на время обработки одного кадра изображения, неизбежное при реализации алгоритма в системах реального времени, еще более усложняет решение этой задачи.

В докладе приводятся результаты проведенного исследования различных типов корреляционно-экстремальных алгоритмов определения местоположения движущихся объектов в последовательности видеоизображений, снятых в реальных условиях. В качестве искомым объектов в основном выбирались движущиеся автомобили. Также

проводились исследования для искусственных изображений движущихся объектов, «врезанных» в изображения реальных уличных сцен. Исследовалось влияние случайных шумов, искажающих изображения. Проведена оценка работоспособности модифицированного корреляционно-экстремального алгоритма при работе в условиях кратковременного заслонения или искажения искомого объекта. По итогам исследования сделаны выводы о применимости различных типов корреляционно-экстремальных алгоритмов в системах обработки изображений, работающих в режиме реального времени.

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.
2. Алпатов Б.А., Селяев А.А. Методы адаптации эталонного изображения объекта в корреляционных следящих устройствах// Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2004. №14. С. 37-40.

ЭЛЕКТРОННЫЙ МОДУЛЬ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО ПРИБОРА

К.Ю. Цветков

Научный руководитель – Куличенко Т.А.

к-т. техн. наук., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

При обработке изображений, поступающих с приемника в микроэлектронный модуль, на данный момент принимают участие несколько печатных плат, объединенных в один конструктивный элемент. Такое решение позволяет выполнять поставленные задачи с требуемым качеством и быстродействием.

С развитием техники и технологий постоянно возникают потребности в расширении функционала разработанных устройств, а также в корректировке их размеров. Данные задачи достаточно сложны в исполнении. Это связано с тем, что приходится применять новые или разрабатывать собственные технологии, которые позволят добиться поставленных задач.

Для решения данной задачи необходимо пройти два этапа преобразования существующего оборудования: конструктивные изменения и изменения информационной составляющей.

На первом этапе необходимо разработать новый конструктив изделия, который позволит уменьшить общие габаритные размеры разработки в целом. Для этого потребуется переработать разработанные печатные платы. В нашем случае будем использовать проводники меньшего сечения, по сравнению с используемыми на данный момент, а также обновим компонентную базу устройства, внедрив в него новые элементы, характеристики которых станут лучше, но и размеры уменьшаться. Конечной целью всех работ первого этапа станет переход от использования трех печатных плат к использованию всего двух, с уменьшением их размеров. Как

ранее отмечалось, это позволит уменьшить размеры изделия в целом, что играет немаловажную роль при эксплуатации.

Второй этап работ предполагает модернизацию информационной составляющей разработки. В настоящий момент элементом выполняется следующий объем операций: сбор данных с приемника, обработка информации и выдача команд управляющим устройствам. Предполагается, что в результате модернизации будут добавлены функциональные возможности, которые позволят выполнять данный перечень операций с большим быстродействием, а также расширят количество операций над данными. Для всего этого необходимо внести значительные коррективы в программный код, лежащий в основе функционирования информационной составляющей блока.

Подведем итоги. На данный момент для обработки информации и выдачи команд управления применяется устройство, представляющее собой три печатных платы, объединенные соединительными шинами в один конструктив. Предполагается, что в результате усовершенствования программной части устройства и обновления элементов печатной платы на более современные удастся выполнить конструктив изделия всего на двух платах, которые будут соединены прежним образом. Такая модернизация позволит уменьшить общие габаритные размеры изделия, а также позволит в дальнейшем добавить функциональных возможностей элементу без дополнительного изменения конструктивных элементов.

АЛГОРИТМ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНЗИСТОРНОГО ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ГЕНЕРАТОРА

Д.А. Шестопалов

Научный руководитель – Богданов А.С.

канд. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В статье приведен анализ нелинейных транзисторных РУМ, выполненных по схеме с общим эмиттером, с различными конфигурациями входной и выходной цепей согласования. Рассмотрено влияние различных цепей согласования и их видов на значение коэффициента устойчивости. Выявлены условия получения наилучшего коэффициента устойчивости.

С развитием телекоммуникационных систем предъявляются более жесткие требования к их компонентам. Появление современных элементов для усиления мощности в ВЧ и СВЧ диапазонах требует разработки и применения алгоритмов исследования их частотных свойств. В практике их использования обычно регламентируются показатели усилителей на резонансной частоте. Однако уже на границе полосы пропускания усилительного каскада транзистор нагружен и по входу, и по выходу на комплексную нагрузку, что может существенно изменить такой важный показатель усилителя мощности, как коэффициент устойчивости. Заблаговременное увеличение последнего показателя однозначно снижает усиление активного прибора, которое на высоких частотах и так мало.

В статье на примере биполярного генераторного транзистора рассматривается вычислительный алгоритм исследования частотных свойств нелинейного резонансного каскада усиления мощности.

Полоса пропускания резонансного усилителя мощности (РУМ) задается его колебательной системой, так как параметры транзистора в диапазоне рабочей полосы считаются неизменными [1].

В качестве модели транзистора используется гибридная П-образная схема замещения.

Изменение частоты входного сигнала при фиксированных настройках входной и выходной цепей согласования влечет за собой изменения приведенных к электродам транзистора иммитансов генератора $W^*_{г}$ и нагрузки $W^*_{н}$. Изменяются значения элементов матрицы Y-параметров (H-параметров) транзистора, а также вследствие рассогласования уменьшается мощность на входе активного прибора $P_{вх}$. В свою очередь изменение приведенных иммитансов генератора и нагрузки, Y- или H-параметров транзистора приводят к уменьшению номинального коэффициента передачи по мощности $K_{р.н}$. Изменившиеся значения $P_{вх}$ и $K_{р.н}$ снижают выходную мощность $P_{вых}$ РУМ. Дополнительно, при работе в нелинейном режиме, изменение $P_{вх}$ приводит к изменению амплитуды первой гармоники коллекторного тока $I_{к1}$, от значения которой напрямую зависят значения элементов матрицы Y- или H-параметров транзистора.

В статье проводится энергетический и электрический расчет РУМ, работающего в нелинейном режиме на центральной частоте, используя усредненные по первой гармонике коллекторного тока Y-параметры транзистора. Определяются энергетические характеристики по коллекторной цепи, коэффициенты усиления и устойчивости. Находят составляющие входного иммитанса и комплексной проводимости нагрузки. Последние данные необходимы для проектирования цепей согласования [2].

С помощью данной методики проводится расчет нелинейных усилителей мощности с низкодобротными цепями согласования, выполненными по схемам Y-усилителя и H-усилителя с общим эмиттером на транзисторе 2Т913В. Резонансная частота усиливаемых колебаний - 300 МГц, выходная мощность $P_{вых}=10$ Вт, нагруженный коэффициент устойчивости $K_u=5$.

Анализ нелинейных транзисторных РУМ, выполненных по схеме с общим эмиттером, с различными конфигурациями входной и выходной цепей согласования показал, что при определении рабочей полосы частот таких усилителей необходимо контролировать не только значение выходной мощности, но и значение коэффициента устойчивости, которое на краях рабочей полосы частот, определяемой по уровню половинной выходной мощности, может опуститься ниже минимально допустимого значения.

Таким образом, проектировать нелинейные резонансные усилители с низкодобротными цепями согласования целесообразно, используя комбинацию входной цепи согласования в виде фильтра верхних частот и выходной цепи согласования в виде фильтра нижних частот. Тогда изменения нагруженного коэффициента устойчивости K_u не ограничивают рабочую полосу частот, определяемую по уровню половинной выходной мощности, выходная мощность $P_{вых}$ и фильтрация высших гармоник остается на уровне традиционно выполняемых нелинейных РУМ (с входной и выходной цепями согласования в виде фильтров нижних частот), и кроме

того, значительно улучшается равномерность нагруженного коэффициента устойчивости в пределах полосы пропускания РУМ.

Библиографический список

1. Радиопередающие устройства [Текст]: учебник для вузов /В.В.Шахгильдян, В.Б.Козырев, А.А.Ляховкин и др.; под. ред. В.В. Шахгильдяна. – 3-е изд., перераб. И доп. - М.: Радио и связь, 2003. -560 с.: ил. ISBN: 5-256-01237-1.

2. Богачев, В.М., Никифоров, В.В. Транзисторные усилители мощности [Текст] /В.М.Богачев, В.В.Никифоров. – М.: Энергия, 1978. -344 с. – ISBN отсутствует.

ЦИФРОВОЙ СТАБИЛИЗАТОР ЗАШУМЛЁННЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

М.Ю. Яблоков

Научный руководитель – Бехтин Ю.С.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Многие подходы в радиоавтоматике [1] и информационно-измерительных технологиях [2] требуют работы с последовательностями импульсов, имеющими стабильную величину и форму. Примерами являются системы автоматического управления с импульсными обратными связями, импульсные последовательности для задач измерений и метрологии, импульсное управление электрической мощностью и т.п. Генерация и прием стабилизированных импульсных последовательностей является сутью современной импульсной энергетики [3], которая используется в радиолокации, ускорителях частиц, магнитных полях, термоядерных исследованиях, электромагнитных импульсах и мощных импульсных лазерах. К сожалению, наблюдаемые на практике импульсы в последовательностях искажаются различными шумами и помехами как в низкочастотной, так и в высокочастотной полосах. Существует два набора решений, направленных на восстановление импульсных последовательностей:

1) на основе физических и схемотехнических методов;

2) путем применения автоматической регулировки усиления (АРУ) наряду с предварительной и последующей фильтрацией, включая методы цифровой обработки сигналов и управления [1, 4, 5].

Первый набор решений включает также методы модуляции несущей, такие как сигналы с линейной (LFM) и нелинейной частотной модуляцией (NLFM) [1], или коды Баркера [6], выбор частоты на основе доплеровского сдвига частоты. Второй набор решений содержит в основном классические методы АРУ наряду с корреляционной и спектральной обработкой информации [5]. Однако на сегодняшний день широко известны методы спектральной обработки, характеризующиеся сверхразрешением, такие как методы Прони, прогнозирования, авторегрессии, скользящего среднего, Писаренко, "MUSIC" [1, 4, 5]. Большое развитие получила теория оптимального приема, известная также как статистическая теория радиосистем [7]. Тем не менее,

многие из упомянутых выше способов не могут эффективно работать, когда аддитивный шум и мультипликативные и низкочастотные помехи действуют одновременно.

В данной работе к решению задачи применяются некоторые идеи, которые использовались в работах кафедры АИТУ с импульсными радиолокационными системами. Для получения высокого разрешения формируемых радиоизображений используются кратковременные зондирующие импульсы [8]. Изменение величин и форм отраженных импульсов снижает эффективность и разрешающую способность радиолокационных систем, что указывает на сходство проблем при применении упомянутых выше подходов в автоматике и энергетике. Предыдущие работы кафедры АИТУ [9, 10] были посвящены оценке амплитуды импульса только при мультипликативных помехах и высокочастотном аддитивном шуме. Предлагаемый в данной работе цифровой стабилизатор импульсных последовательностей эффективно восстанавливает амплитуду и форму импульсов при наличии дополнительно низкочастотной помехи. Алгоритм работы цифрового стабилизатора основан на запатентованном методе оценки параметров импульсного сигнала с помощью так называемого «вероятностного реле» [11], работа которого базировалась на использовании оценки состояния входного сигнала.

Библиографический список

1. Бесекерский В.А. и др. Радиоавтоматика, М.: ВШ, 1985. 271 с.
2. Alan S. Morris, Reza Langari, *Measurement and Instrumentation: Theory and Application*, Second Edition, Academic Press, 2016.
3. Haddad, A., Warne, D.F. *Advances in High Voltage Engineering. IET*, pp. 600–603. ISBN 0852961588. 2004.
4. Hayes M. H., *Statistical digital signal processing and modeling*. John Wiley & Sons, 2009.
5. Haykin, Simon, and KJ Ray Liu. *Handbook on array processing and sensor networks*. Vol. 63. John Wiley & Sons, 2010. pp. 102-107.
6. Borwein, Peter, Mossinghoff, Michael J., "Barker sequences and flat polynomials". In James McKee, Chris Smyth (eds.). *Number Theory and Polynomials. LMS Lecture Notes. Cambridge*
7. M. A. Richards, *Fundamentals of Radar Signal Processing*. McGraw-Hill, 2005.
8. N. Levanon and E. Mozeson, *Radar Signals*. New York: Wiley, 2004.
9. Патент (АС (СССР)) № 801230/ Оpubл. в Б.И., №4, 1981. Устройство для автоматической регулировки усиления. Коршунов Ю.М., Симкин А.В., Филатов Ю.А., Клейменов Е.А., Свиридов Б.Н.
10. Патент (АС (СССР)) № 1481904/ Оpubл. в Б.И., №19, 1989. Устройство восстановления информационных импульсов в условиях помех. Коршунов Ю.М., Филатов Ю.А., Лашин И.А., Бехтин Ю.С.
11. Патент (АС (СССР)) № 605317/ Оpubл. в Б.И., № 16, 1978. Активное вероятностное реле. Коршунов Ю.М., Симкин А.В., Филатов Ю.А.

Секция 8. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

СЕТЬ ОБРАБОТКИ СОБЫТИЙ ДЛЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В ЗАДАЧЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБРАБОТКИ НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЙ

О.К. Головнин

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева

В различных сферах управления современным городом наблюдается постоянный рост объема различных информационных сообщений, требующих быстрого реагирования, в том числе для поддержки принятия решений [1]. Для обработки ситуаций, которые могут быть инкапсулированы в событие, резонно применить паттерн «Сеть обработки событий» [2], обеспечивающий прием информации о возникновении определенной ситуации, передачу информации для обработки и уведомление заинтересованных организаций.

Разработана сеть обработки нештатных событий, возникающих в привязке к пространственному расположению. Сеть представлена концептуальной схемой, описывающей ее многослойную структуру (рисунок 1).

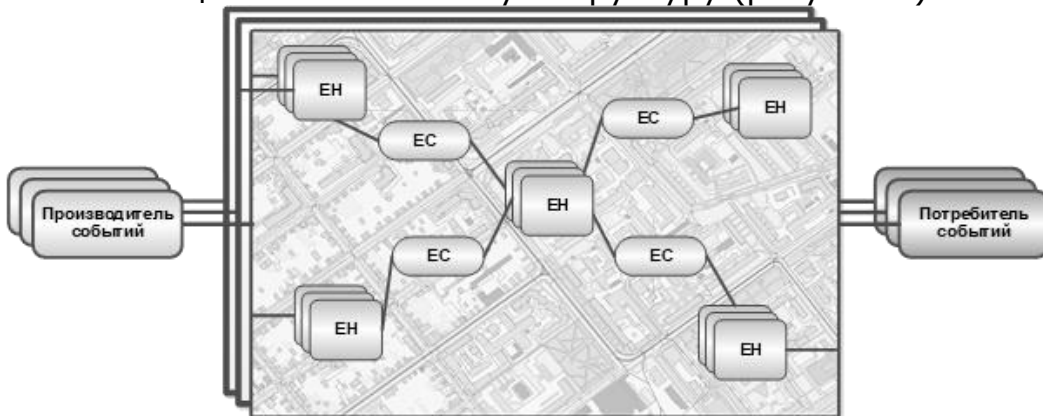


Рисунок 1. Сеть обработки событий с геолокацией

Информация о возникновении нештатной ситуации инкапсулируется в событие E , которое описывает информацию о нештатной ситуации. Событие генерируется производителем события (источником), в качестве которого могут выступать различные средства информирования о возникновении нештатной ситуации. Событие необходимо доставить потребителю события, в качестве которого может выступать система управления или организация, ответственная за принятие мер по ликвидации нештатной ситуации.

В сеть обработки событий включаются различные объекты транспортной инфраструктуры, причем по своей роли в сети они получают атрибут, описывающих их функциональное назначение:

- производитель событий EP ;
- потребитель событий ER ;
- обработчик событий EH ;
- канал событий EC .

Концептуальная схема описывает, каким образом события E , принимаемые от производителей, направляются потребителям через каналы EC и обработчики EH .

Производитель событий генерирует события и передает их в канал событий для потребления обработчиками или потребителями.

Каналы обеспечивают прохождение событий от производителей к потребителям. На данном уровне абстракции не накладываются ограничения на свойства канала событий и на механизм передачи событий.

Обработчик события может выполнять над событиями преобразования (например, если нештатная ситуация описана не одним событием, а несколькими, выполняется операция объединения), осуществлять проверку корректности (если событие поступило из ненадежного источника или в нем отсутствует требуемая информация), снабжать событие дополнительной информацией (например, временем возникновения).

Потребитель требует получения событий, необходимых ему для выполнения своих функциональных обязанностей. После получения события потребитель выполняет его обработку.

Для решения задачи обработки событий, описывающих нештатные ситуации на улично-дорожной сети, применяются следующие виды событий:

- *Incident Event* – ДТП, авария;
- *Closure Event* – перекрытие (частичное или полное) участка улично-дорожной сети;
- *Info Event* – информационное сообщение;
- *Roadwork Event* – проведение работ на участке улично-дорожной сети;
- *Congestion Event* – образование транспортного затора;
- *Restriction Event* – появление ограничений на движение транспортного потока по участку улично-дорожной сети;
- *Environment Event* – образование неблагоприятных условий окружающей среды (погодные явления);
- *Hazard Event* – возникновение угрозы.

Многослойная сеть обработки событий, не имеющая централизованного обрабатывающего устройства, может быть использована для реализации сетевых систем [3, 4], использующих геолокацию источников данных и управляющих устройств.

Библиографический список

1. Ноздрин Н.А. К вопросу о сущности и роли информации в современном обществе // Закономерности и тенденции инновационного развития общества. – 2019. – С. 125-132.

2. A Conceptual Model for Event Processing Systems / Catherine Moxey, Mike Edwards, Opher Etzion, Mamdouh Ibrahim, Sreekanth Iyer, Hubert Lalanne, Mweene Monze, Marc Peters, Yuri Rabinovich, Guy Sharon, Kristian Stewart // IBM Redguide publication, 2010. – 40 p.

3. Михеева Т.И., Головин О.К. Структурно-параметрический синтез распределенной геоинформационной системы решения задач сетецентрического управления транспортными процессами на основе паттернов // Системная инженерия и информационные технологии. – 2019. – № 1. – С. 22-31.

4. Ерёмин А.И., Должик Д.С. Обзор сетецентрической АСУ с использованием геопространственных данных // Шаг в будущее: теоретические и прикладные исследования современной науки. – 2018. – С. 5-9.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИНИЙ СТЫКОВКИ ФРАГМЕНТОВ МОЗАИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

М.М. Егин

Научный руководитель – Кузнецов А.Е.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В современных системах дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) для получения изображений высокого пространственного разрешения используется площадная съемка — способ съемки целевой поверхности, при которой целевая площадь снимается несколько раз под разными углами в разные моменты времени. При получении результатов съемки в наземных центрах обработки данных ДЗЗ возникает задача получения мозаичных изображений из наборов снимков. Мозаичное изображение (мозаика) — изображение, полученное путем совмещения разновременных снимков. Создание мозаик широко используется в настоящее время при построении космокарт на обширные регионы, которые не могут быть сформированы по одному снимку из-за недостаточной ширины полосы захвата [1]. Полученные космокарты могут быть применены при построении топографических карт, мониторинге состояния природных объектов, решении задач метеорологии и т.д.

Целью работы является создание программных средств получения бесшовных изображений из набора разновременных снимков, полученных при площадной съемке ДЗЗ.

Перекрывающиеся снимки в мозаике ограничиваются линиями совмещения (линиями стыковки). Правильный выбор линии совмещения позволяет формировать непрерывные мозаичные изображения, объекты в области пересечений которых не искажены в результате наложения. Потребность в автоматизации процесса поиска линий совмещения возникает в связи с ростом объема получаемых с космических аппаратов данных, а также необходимостью оперативного формирования мозаичных изображений при решении прикладных задач систем обработки данных ДЗЗ.

Задача автоматического поиска линии совмещения изображений исследована в зарубежной литературе. Наибольшее применение нашли два метода: морфологическая композиция изображений [2]; мозаика разрезом графа [3]. Оба метода предполагают выполнение следующих действий: определение функции целесообразности проведения линии совмещения в элементе изображения — стоимостной функции; поиск линии совмещения на основе стоимостной функции. Стоимостная функция рассчитывается в области пересечения фрагментов мозаики и принимает малые значения в пикселях, через которые линия может быть проведена, и большие — через которые прохождение линии совмещения нежелательно. Поиск линии совмещения может быть сведен к задаче сегментации стоимостной функции

— разбиению области определения стоимостной функции на сегменты, вдоль границ которых определена линия совмещения.

При обработке данных ДЗЗ высокого пространственного разрешения в решаемую задачу вводится дополнительное требование — масштабируемость вычислительных процессов. В результате анализа методов решения задачи было определено, что для обработки данных сверхбольшого объема наиболее приспособлена морфологическая композиция изображений.

На основе морфологической композиции изображений с использованием метода порядко-независимого формирования мозаичных изображений [4] был разработан алгоритм определения линий стыковки мозаичных изображений для решения поставленной задачи. Суть порядко-независимого формирования мозаичных изображений заключается в пофрагментном формировании линии совмещения, при котором необходимо хранить в памяти текущий фрагмент мозаики — опорный, и пересекающиеся с ним фрагменты, но не мозаичное изображение целиком. Предлагаемая модификация исходного алгоритма порядко-независимого формирования линии стыковки фрагментов мозаичного изображения позволяет использовать произвольные стоимостные функции и алгоритмы сегментации.

С использованием унифицированного языка моделирования (UML) был спроектирован программный компонент определения линий стыковки фрагментов мозаичных изображений. Разработка осуществлялась на языке программирования C++. Компонент позволяет формировать линии стыковки ортотрансформированных фрагментов и совмещать согласно линиям фрагменты в единую мозаику. На качество выходной мозаики, оцениваемой экспертом, напрямую влияют: яркостное выравнивание фрагментов мозаики между собой, и точность ортотрансформирования фрагментов в систему координат мозаики.

Программный компонент, представленный в виде динамической библиотеки для программного ядра Er-Set, реализующий алгоритм порядко-независимого формирования линий стыковки из набора фрагментов мозаичного изображения, функционирует в составе программного комплекса создания стандартной продукции высокого разрешения.

Библиографический список

1. Антонушкина С. [и др.]. Современные технологии обработки данных дистанционного зондирования Земли / под ред. В. В. Еремеева — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015.
2. Bielski C., Grazzini J., Soille P. Automated morphological image composition for mosaicing large image data sets // 2007 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. — 07.2007. — С. 4068—4071.
3. Li L. [и др.]. Optimal seamline detection for multiple image mosaicking via graph cuts // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. — 2016. — Т.113. — С. 1—16.
4. Bielski C., Soille P. Order Independent Image Compositing // Image Analysis and Processing — 2005. — С. 1076—1083.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНДЕКСНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО МАТЕРИАЛАМ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ СЪЕМКИ ЗЕМЛИ

В.А. Еремеев

Научный руководитель – Князьков П.А.

к.т.н., в.н.с. НИИ «Фотон»

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Данные дистанционного зондирования Земли находят всё более широкое применение в различных отраслях экономики благодаря развитию методов обработки информации и появлению оптико-электронной аппаратуры нового поколения. Гиперспектральная аппаратура позволяет с высокой точностью получать спектральную характеристику исследуемых объектов. Гиперспектральные данные позволяют производить углублённый анализ свойств поверхностей, например, оценивать влажность и солёность почвы, биохимический состав растительности. В связи с этим является актуальной задача исследования существующих и разработка новых методов использования гиперспектральной информации.

Гиперспектральное изображение состоит из большого числа спектральных каналов (обычно около 100) из-за которых затруднительно использовать визуальный анализ для извлечения сведений из снимка. Поэтому возникает необходимость автоматизированной обработки, которая может быть проведена с помощью построения индексных изображений. Для этого было разработано программное обеспечение (ПО), осуществляющее распаковку гиперспектральных данных и формирующее индексные изображения на основе этих данных.

Входными данными для разработанного ПО являются маршруты от гиперспектральной аппаратуры космической системы Ресурс-П. Маршрут состоит из растрового многоканального файла формата (.tiff) и файл-паспорта, содержащего сопровождающую информацию о снимке.

Для получения индексного изображения значение яркости каждого пиксела вычисляется путем применения арифметических операций над значениями яркости этого пиксела из разных каналов снимка. В разработанном ПО индексные изображения формируются с помощью вычисления вегетационных индексов (ВИ). ВИ – это показатель, рассчитываемый в результате арифметических операций с данными из нескольких спектральных диапазонов (каналов) данных дистанционного зондирования, и характеризующий свойства растительности в данном пикселе снимка. Большинство ВИ вычисляются как соотношение яркостей пикселей в красном и ближнем инфракрасном спектральном диапазоне. Это связано с тем, что в красной области спектра лежит максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом, а в инфракрасной области находится область максимального отражения клеточных структур листа поэтому соотношения яркости излучения в этих диапазонах характеризует объем биомассы растительности [1]. В разработанном ПО реализованы следующие вегетационные индексы: Normalized Difference Vegetation Index (нормализованный разностный вегетационный индекс) [2], Simple Ratio Index (индекс простого соотношения) [2], Soil Adjusted Vegetation Index (почвенный скорректированный индекс растительности) [3], Modified Soil

Adjusted Vegetation Index (модифицированный почвенный скорректированный индекс растительности) [3]. В разработанном ПО реализована возможность задания каналов или их диапазонов, которые следует использовать при вычислении индекса.

В докладе представлены результаты обработки натурной гиперспектральной информации.

Библиографический список

1. Crippen, R. E. (1990) "Calculating the Vegetation Index Faster," Remote Sensing of Environment, vol 34., pp. 71-73.
2. EO-1 Hyperion Vegetation Analysis Tutorial [Электронный ресурс]. URL: <https://www.harrisgeospatial.com/docs/hyperionvegetationanalysistutorial.html> (дата обращения: 27.09.2019).
3. Gamon, J.A.; Penuelas, J.; Field, C.B. A narrow-waveband spectral index that tracks diurnal changes in photosynthetic efficiency. Remote Sens. Environ. 1992, 41, 35–44.

РАДИОМЕТРИЧЕСКАЯ КАЛИБРОВКА ВИДЕОДАТЧИКОВ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ ДЗЗ

В.А. Зенин

Научный руководитель — Кузнецов А.Е.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Съемочное устройство высокого пространственного разрешения на основе матриц приборов с зарядовой связью (ПЗС) имеет технологический разброс характеристик по полю зрения. В результате сформированное изображение содержит яркостные неоднородности в виде «полосатости». Определение параметров таких искажений составляет задачу относительной радиометрической калибровки съемочной аппаратуры. Для выполнения различных видов тематической обработки необходимо установить связь получаемых съемочным оборудованием кодов яркости и физических величин (энергетическая яркость, СПЭЯ и т.п.). Вычисление параметров такого пересчета составляет задачу абсолютной радиометрической калибровки.

Для высокоточной относительной радиометрической калибровки съемочной аппаратуры необходимо обеспечить формирование эталонного однородного по яркости и по всему полю зрения прибора изображения. В докладе рассматриваются несколько способов формирования такого эталона:

- использование калибровочных бортовых источников излучения;
- источники естественного излучения;
- гибридные оптические системы.

Наиболее простым в реализации является технология калибровки по однородным участкам земной поверхности. Такой подход не требует никакого дополнительного оборудования, но становится необходимым получение большого количества изображений. Значительно повысить скорость калибровки позволяет съемка в режиме «скольжения», путем разворота съемочного устройства вдоль направления полета космического аппарата. Предварительно применяются статистические алгоритмы идентификации непригодных для калибровки участков изображений. Таким

образом, обеспечивается условие, что все фотоприемные элементы получают одинаковый входной сигнал. Рассогласование выходных сигналов позволяет оценить неоднородность чувствительностей ПЗС-элементов видеодатчика.

До запуска космического аппарата выполняется наземная калибровка видеодатчика. В результате формируется градуировочная характеристика, связывающая коды яркости, поступающие от прибора, с энергетическими характеристиками света поступающего на вход съемочного устройства. В процессе вывода на орбиту и последующей эксплуатации параметры калибровки изменяются и их необходимо контролировать и уточнять. Для этого используются несколько методов:

- кросс-калибровка;
- калибровка по стабильным источникам;
- калибровка по наземным полигонам с одновременными подспутниковыми измерениями.

Для выполнения кросс-калибровки необходимо иметь возможность выполнять одновременную съемку одноименных объектов калибруемым датчиком и откалиброванной аппаратурой имеющей такой же или очень близкий спектральный диапазон. В результате уточняется градуировочная характеристика прибора. В мировой практике часто в качестве опорной аппаратуры для кросс-калибровки используется спектрометр MERIS.

Стабильными естественными источниками излучения являются звезды, Солнце и Луна. Предпочтительным является последний вариант. Существует модель ROLO (Robotic Lunar Observation), позволяющая рассчитать энергетическую яркость Луны в заданный момент времени. Калибровка осуществляется путем съемки Луны и сопоставления измеренного значения энергетической яркости с эталонным значением, полученным с использованием математической модели. Аналогичным образом может использоваться излучение Солнца, но в этом случае необходима высокоточная система ослабления светового потока.

В мировой практике используются также технологии абсолютной радиометрической калибровки по одновременным подспутниковым измерениям на специализированных полигонах.

Рассмотренные подходы и технологии радиометрической калибровки применяются в мировой практике ДЗЗ и могут использоваться как в существующих отечественных системах наблюдения Земли, так и учитываться при проектировании новых.

Библиографический список

1. Еремеев В.В., Зенин В.А. Радиометрическая нормализация изображений от многоматричных сканирующих устройств // Цифровая обработка сигналов. 2009. №3. С. 31-35.
2. Cosnefroy H., Leroy M. and Briottet X., "Selection and characterization of Saharian and Arabian desert sites for the calibration of optical satellite sensors", Remote Sens. Environ., vol. 58, no. 1, pp.101 -114 (1996).
3. Martin V., Blanchet G., Kubik P., Lacherade S., Porez-Nadal F.. PLEIADES-HR 1A&1B image quality commissioning: innovative radiometric calibration methods and results. Pro-ceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 8866:10- · September 2013.A.M.
4. Зенин В.А. Алгоритмы полетной относительной радиометрической калибровки сканерных систем ДЗЗ // Радиотехника. 2019. №5(6). С. 192-197.

ФИЛЬТРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ В СПЕКТРАЛЬНОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ

А.А. Камордин

Научный руководитель – Бубнов С.А.

к. физ.-мат. н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе представлена общая информация о способах фильтрации изображения, представленного в спектральном представлении, который направлен на борьбу с различными видами помех, а также улучшения качества изображения.

Так как в математическом смысле изображение является функцией, то его можно представить в виде совокупности спектральных коэффициентов. В качестве примера получения спектра изображения можно применить преобразование Фурье, прямое преобразование определяется по формуле:

$$F(u, v) = \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=1}^{M-1} f(m, n) \cdot e^{-i \cdot 2 \cdot \pi \cdot \left[\frac{mu}{M} + \frac{nv}{N} \right]}, \text{ а обратное: } f(m, n) = \frac{1}{N \cdot M} \cdot \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=1}^{M-1} F(u, v) \cdot e^{i \cdot 2 \cdot \pi \cdot \left[\frac{mu}{M} + \frac{nv}{N} \right]},$$

где $f(m, n)$ - исходные данные изображения, а $F(u, v)$ - дискретный двумерный спектр. Стоит отметить, что данный алгоритм обычно заменяют "быстрым" преобразованием Фурье, поскольку тот превосходит прямое вычисление спектра Фурье примерно в 2200 раз [1].

Фильтрация спектрального представления будет иметь следующий вид: $G(u, v) = F(u, v) \cdot H(u, v)$, где $G(u, v)$ - преобразованный фурье-образ, а $H(u, v)$ - фильтр.

При помощи частотной фильтрации можно повысить резкость зашумлённого изображения, или же сгладить его. В качестве примера будет приведён фильтр Гаусса, так как их применение исключает появление артефактов, что делает их наиболее предпочтительными в применении.

Высокочастотный фильтр Гаусса имеет вид: $H(u, v) = 1 - e^{-\frac{D^2(u, v)}{2 \cdot D_0^2}}$, где $D(u, v) = \sqrt{\left(u - \frac{M}{2}\right)^2 + \left(v - \frac{N}{2}\right)^2}$ - расстояние от центра частотной плоскости.

Для сглаживания изображения так же применяется низкочастотный фильтр Гаусса, имеющий вид: $H(u, v) = e^{-\frac{D^2(u, v)}{2 \cdot D_0^2}}$.

Но существуют случаи, в которых возникает необходимость обработки отдельной полосы частот. В таком случае применяется избирательная фильтрация.

Узкополосные фильтры являются наиболее используемыми из избирательных фильтров. Такие фильтры задерживают (или пропускают) частоты в предварительно определённой окрестности центра частотного прямоугольника. Имеют следующую форму: $H_{NR}(u, v) = \prod_{k=1}^Q H_k(u, v) \cdot H_{-k}(u, v)$, где $H_k(u, v)$ и $H_{-k}(u, v)$ - режекторные фильтры с центрами в точках (u_k, v_k) и $(-u_k, -v_k)$ соответственно. Режекторный фильтр гаусса имеет следующий вид:

$H(u,v) = 1 - e^{-\frac{D^2 - D_0^2}{D \cdot W}}$, где w является шириной полосы. Одной из наиболее распространённой предметной областью применения узкополосной фильтрации является аэрокосмическая съёмка, где часто необходима постобработка полученных изображений [2].

Таким образом, данный доклад даёт представление об основе фильтрации изображения в спектральной форме, способах получения спектра изображения, а также, частично, отрасли и перспективы использования вышеизложенных способов обработки изображения.

Библиографический список

1. Р. Гонсалес, Р. Вудс Цифровая обработка изображений. – Техносфера, 2012. – 1103 с.
2. Кашкин, В. Б. Цифровая обработка аэрокосмических изображений. - ИПК СФУ, 2008, - 278 с.

ОТОБРАЖЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ В КАРТОГРАФИЧЕСКОМ WEB-СЕРВИСЕ

А.М. Кочергин, С.А. Ларюков

Научный руководитель — Кузнецов А.Е.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В настоящее время в НИИ «Фотон» РГРТУ ведётся разработка программных средств удалённого доступа потребителей к данным дистанционного зондирования Земли — геопортала с использованием свободно распространяемых картографических инструментов.

Одной из основных функций разрабатываемого геопортала является визуализация картографической основы и отображение на её фоне спутниковых данных. Для этих целей используются решения с открытым исходным кодом — серверная геоинформационная система GeoServer [1] и клиентская картографическая библиотека OpenLayers [2].

Одной из задач геопортала является отображение на картографической основе высокодетальных спутниковых снимков. Эти данные поступают в серверную часть геопортала в формате GeoTIFF и имеют объём, как правило, более 10 ГБ. Далее по этому файлу строится пирамида, представляющая из себя несколько копий данного изображения с разными уровнями детализации — слоёв пирамиды. Каждый слой разбивается на фрагменты фиксированного размера — тайлы. Для того чтобы GeoServer смог получить доступ к пирамиде, тайлы необходимо записать в базу данных (БД) в формате PostGIS Raster [3].

В клиентской части геопортала OpenLayers визуализирует данные в формате PNG и картографической проекции Web Mercator. Для данной проекции задана тайловая сетка, которая определяет порядок и размер изображений, запрашиваемых у сервера.

При отображении высокодетальных данных спутниковой съёмки OpenLayers формирует запрос на получение изображений размером 256 на 256 пикселей с указанием номеров строк, столбцов и уровней приближения

тайловой сетки. При получении такого запроса GeoServer преобразует параметры тайловой сетки в координаты картографической проекции высокодетального изображения и осуществляет поиск в БД тайлов пирамиды, удовлетворяющих заданным критериям [4]. Результатами поиска являются тайлы пирамиды в формате GeoTIFF. Далее GeoServer выполняет трансформирование тайлов пирамиды из проекции детального снимка в проекцию Web Mercator, изменяет формат изображения с GeoTIFF на PNG, нарезает его в соответствии с параметрами тайловой сетки и отправляет в клиентскую часть.

В результате применения такого подхода выполняется многократное преобразование формата изображения и трансформирование тайлов из проекции исходного снимка в проекцию Web Mercator, что приводит к серьёзному ухудшению производительности системы.

В связи с этим было принято решение не использовать для визуализации в геопортале средства GeoServer, а разработать собственный тайловый сервер, лишённый указанных недостатков.

Исходя из того, что картографическая проекция и тайловая сетка клиентской части фиксированы, был предложен следующий подход отображения высокодетальных данных спутниковой съёмки. Исходный снимок трансформируется в проекцию Web Mercator с дальнейшим построением пирамиды, максимальный уровень которой соответствует исходному разрешению снимка, а минимальный соответствует разрешению, при котором площадь всего изображения меньше или равна площади тайла. Каждый слой пирамиды разделяется на тайлы формата PNG размером 256 на 256 пикселей и заносится в БД согласно тайловой сетке. При получении запроса от клиентской части возможны три варианта действий.

1. Если запрошенный уровень детализации находится в диапазоне между минимальным и максимальным уровнями детализации снимка, то в БД выбирается тайл, соответствующий запрошенным критериям, который возвращается в клиентскую часть без дополнительных преобразований.

2. Если запрошенный уровень детализации меньше минимального, то выбираются тайлы, соответствующие минимальному уровню детализации, из которых с использованием интерполяции строится запрошенный тайл.

3. Если запрошенный уровень детализации больше максимального, то выбирается тайл максимального уровня детализации, из которого вырезается часть, соответствующая запрошенному тайлу, увеличивается до размеров тайла и возвращается в клиентскую часть.

Предложенный подход лишён недостатков GeoServer и позволяет существенно повысить скорость визуализации высокодетальных спутниковых снимков в разрабатываемом геопортале.

В докладе более подробно представлена информация об интеграции предложенного тайлового сервера в геопортал и описаны особенности его использования.

Библиографический список

1. А.М. Кочергин, С.А. Ларюков Использование картографического сервера GeoServer при разработке геопортала по доступу к данным с космического аппарата «Аист-2Д». Новые информационные технологии в научных исследованиях НИТ-2018. Материалы конференции. Том 2. Рязань, 2018. С. 78 — 79.

2. С.А. Ларюков. Использование картографической библиотеки OpenLayers при разработке геопортала по доступу к данным с космического аппарата «Аист-2Д». Материалы V научно-технической конференции магистрантов Рязанского государственного радиотехнического университета. Рязань 2019.

3. Storing a coverage in a JDBC database [Электронный ресурс]. — URL: https://docs.geoserver.org/stable/en/user/tutorials/imagemosaic-jdbc/imagemosaic-jdbc_tutorial.html. Дата обращения: 08.10.2019.

4. Building and using an image pyramid [Электронный ресурс]. — URL: <https://docs.geoserver.org/latest/en/user/tutorials/imagepyramid/imagepyramid.html>. Дата обращения: 08.10.2019.

АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПО ДАННЫМ С КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.В. Ломаков

Научный руководитель - Соколова Ю.С.

кандидат технических наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматриваются аспекты применения алгоритмов классификации для мониторинга состояния окружающей среды, включающего в себя такие действия антропогенного и природного характера, как вырубка лесов, расположение свалок, затопляемость территорий, степень охватов лесных пожаров и др. по данным с космических изображений.

Данные дистанционного зондирования Земли стали чрезвычайно важными для картирования особенностей земных ландшафтов и инфраструктур, управления природными ресурсами и изучения изменения окружающей среды. Ввиду создания наиболее совершенных технологий получения изображений, например, с космических аппаратов, материалы космических съемок высокого разрешения стали одним из наиболее оперативных, надежных и результативных источников информации для мониторинга состояния окружающей среды [1]. При этом, наличие космических изображений высокого разрешения порождает задачу автоматизированного анализа объектов, расположенных на них. В качестве решения задачи анализа данных широкое распространение получило машинное обучение, которое представляет собой обширный подраздел искусственного интеллекта, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться [2].

Среди алгоритмов машинного обучения в последние годы успешно применяются деревья принятия решений, метод опорных векторов (SVM), нейронные сети и другие. На основе данных алгоритмов могут быть построены классификаторы, позволяющие автоматизировать процесс мониторинга окружающей среды по данным с космических изображений.

Классификаторы, построенные на перечисленных алгоритмах, могут быть реализованы, например, с помощью пакетов STATISTICA компании StatSoft Russia, SPSS Modeler компании IBM и др.

В ходе экспериментальных исследований рассматривались классификаторы, построенные на перечисленных выше алгоритмах и реализованные в программе SPSS Modeler. При построении классификационной модели использовалась база данных, содержащая информацию об объектах природного и искусственного происхождения, с целью дальнейшего выявления объектов водного происхождения в тех местах, где ранее отмечалось наличие антропогенного объекта или иного природного (не относящегося к водному). Такая потребность наиболее актуальна в период весенних паводков, особенно для территорий Дальнего Востока ввиду значительных ущербов, наносящихся экономике региона в этот период.

В ходе исследований были выявлены недостатки построенных классификационных моделей, характеризующиеся ошибками в определении класса принадлежности объекта целевому классу. В целях повышения качества классификации объектов планируется произвести настройки значений параметров классификаторов, а также определиться с составом обучающей выборки. При использовании различных операций, которые могут повысить качество классификации, необходимо учесть время построения классификатора, т.к. оно не должно быть критичным.

Библиографический список

1. Дистанционное зондирование Земли: [Электронный ресурс]. Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос». URL: <https://www.roscosmos.ru/24707/>. (Дата обращения: 14.10.2019).
2. Вьюгин В.В. Математические основы теории машинного обучения и прогнозирования - М.: МЦНМО, 2013. -387 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫСОКОНАДЕЖНОГО ПОИСКА ОДНОИМЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА РАЗНОВРЕМЕННЫХ СНИМКАХ ДЗЗ

А.С. Рыжиков

Научный руководитель — Кузнецов А.Е., д-р техн. наук, профессор
**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В настоящее время на центрах приема и обработки спутниковой информации операция контроля точности геопривязки является обязательной. Это объясняется тем, что по навигационным измерениям положения и ориентации КА не всегда обеспечивается требуемая точность геодезической привязки. В работе [1] предложена технология автоматического контроля и уточнения геопривязки спутниковых изображений. В основе технологии лежит алгоритм поиска одноименных объектов на опорном и анализируемом изображениях земной поверхности.

Внедрение программной реализации предложенного решения в Научном центре оперативного мониторинга Земли (г. Москва) позволило обеспечить контроль и уточнение геодезической привязки более чем 50% снимков в полностью автоматическом режиме, 30% снимков не попадает на территорию опорного покрытия (Россия и страны СНГ), еще 10% снимков практически полностью облачные. Анализ оставшихся 10% снимков позволил выявить следующие проблемы:

- детектирование одноименных объектов с использованием алгоритма SURF не всегда позволяет достигнуть точности в 1-1.5 пикселя. Ошибки идентификации одноименных объектов могут достигать 5 пикселей и более;
- статистическая отбраковка ложно идентифицированных объектов надежно работает при размерах выборки 3000-4000 элементов и более;
- наличие большого количества облачных объектов вносит шум в выборку сопоставленных объектов и затрудняет задачу определения верных идентификаций.

В докладе предложены решения, внедрение которых позволило снизить долю не обработанных в автоматическом режиме снимков из-за неточных или ложных идентификаций одноименных объектов с 10% до 1.4%.

Алгоритм SURF ранее был выбран для идентификации одноименных объектов из-за высокой скорости работы и избыточности, что позволяет обеспечить высокую надежность[2]. Дополнительное уточнение результатов идентификации корреляционным поиском в окрестности размером несколько пикселей практически не повлияло на общее время выполнения программы, но позволило достичь точности идентификации порядка 0.5 пикселя. Кроме того, использование коэффициент корреляции для предварительной отбраковки позволило в 3.5 раза повысить вероятность успешной работы процедуры статистической отбраковки.

Библиографический список

1. А.Е. Кузнецов, В.И. Пошехонов, А.С. Рыжиков. Технология автоматического контроля точности геопривязки изображений по опорным снимкам от КА «Landsat-8». Цифровая обработка сигналов, №3, Рязань, 2015. С. 37-43.

2. А.Е. Кузнецов, А.С. Рыжиков. Исследование быстродействия алгоритмов поиска на изображениях одноименных точек с использованием современной вычислительной техники. Цифровая обработка сигналов, №3, Рязань, 2017. С. 40-45.

Секция 9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

АНАЛИЗ УСКОРЕННЫХ РЕЖИМОВ ИСПЫТАНИЙ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

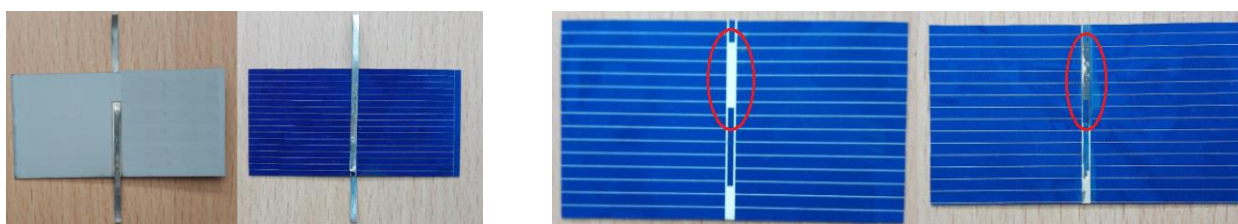
О.Д. Аксёнов, В.К. Ли
Научный руководитель – Хорошко В.В.
канд.тех.наун, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Фотоэлектрическое преобразование солнечного излучения является одним из наиболее перспективных способов в альтернативной энергетике, так как позволяет напрямую преобразовывать энергию солнечного излучения в электроэнергию [1].

Для последующих испытаний были изготовлены фотоэлектрические (солнечные) модули. Для изготовления солнечных модулей (СМ) использовались следующие типы солнечных элементов (СЭ): класса Б на основе поликристаллического кремния размерами 52x26 мм²; класса А на основе монокристаллического кремния размерами 156x156 мм². Для монокристаллического кремния образцы были получены скрайбированием без шунтирования до размеров 52x52 мм². Для обоих типов СЭ были изготовлены модули по 24 элемента, соединенных последовательно: таким образом, напряжение в точке максимальной мощности $U_{mpp} \sim 12$ В. Пайка осуществлялась с помощью шин (медь чистоты 99,99 %, луженая оловянно-свинцовым припоем). Для СЭ на основе поликристаллического кремния все электрические характеристики были стабильными в пределах погрешности измерений за исключением тока короткого замыкания (I_{sc}), который для условий эквивалентных АМ 1.5 изменялся в пределах 390-410 мА.

Установка для проведения испытаний представляла собой печь с вмонтированными галогеновыми лампами. Для установления предельных режимов испытаний уровень освещенность изменялся от 1000 до 3000 Вт/м², а температура варьировалась от 120 до 180 °С. При превышении температуры 180 °С происходила частичная отпайка шин от контактных площадок СЭ (рисунок 1 а, б). При температурах до 150 °С и плавным охлаждением в течении 30 минут до комнатной температуры отслоения шин от контактных площадок не наблюдалось [2].



а

б

а – внешний вид СЭ до испытаний; б – вид контактных площадок до испытаний и после воздействия температуры испытаний 180 °С
Рисунок 1 – Солнечные элементы 52x26 мм² до и после испытаний

Вторым фактором, ускоряющим старение СЭ, является уровень инсоляции. В процессе исследований происходило измерение ВАХ при различных эквивалентных уровнях освещенности: 500, 750, 1000, 1250, 1500, 2000 Вт/м². Уровень освещенности устанавливался по I_{sc} эталонного СЭ. Как известно, напряжение холостого хода (U_{oc}) СЭ сильно зависит от температуры, поэтому для исключения влияния повышенной температуры применялось охлаждение образцов в процессе измерений. Температура во всех измерениях контролировалась с помощью ИК пирометра и составляла 20-22 °С. Для проведения испытаний были отобраны образцы с относительно близкими характеристиками (значение I_{sc} 395-401 мА). Среднеарифметические результаты измерений электрических характеристик образцов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты измерений

$P_{пад}$ Вт/м ²	U_{oc} , мВ	I_{sc} , мА	ff	η , %
500	594	398	71,6	12,5
750	594	602	71,8	12,6
1000	596	810	72,2	12,5
1250	600	1020	71,5	12,3
1500	600	1240	65,5	11,4
2000	602	1605	58,2	10,4
3000	606	2410	52,6	9,4

Как видно из таблицы увеличение напряжения холостого хода и тока короткого замыкания соответствуют теории. Основной причиной падения КПД является уменьшение коэффициента заполнения ВАХ, что объясняется большим уменьшением шунтирующего сопротивления R_{sh} по сравнению со сравнительно медленным падением последовательного сопротивления R_s . Итоговое падение КПД при увеличении освещения составило 17 %. Дальнейшее увеличение мощности ещё более снижает КПД СЭ. Для СЭ на основе монокристаллического увеличение мощности до 3000 Вт/м² не влияет на КПД. На основании вышесказанного можно сделать вывод о нецелесообразности проведения испытаний при уровнях освещенности выше 2000 Вт/м².

Предварительные ускоренные испытания показали, что в течении 150 ч при уровне освещенности эквивалентном 2000 Вт/м² и температуре 150 °С деградация СЭ составляет 4-5 %.

Библиографический список

1. D. Jordan, S. Kurtz, "Photovoltaic Degradation Rates — An Analytical Review," Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 21(1), January 2013. DOI: 10.1002/pip.1182
2. Käsewiter, J., Haase, F., Larrodé, M. H., & Köntges, M. (2014). Cracks in Solar Cell Metallization Leading to Module Power Loss under Mechanical Loads. Energy Procedia, 55, 469–477. doi:10.1016/j.egypro.2014.08.011
3. Connell, E., & Semichaevsky, A. (2016). Degradation of polycrystalline Si solar cell efficiency with increased incident optical power — Experiments and theory. 2016 IEEE 43rd Photovoltaic Specialists Conference (PVSC). doi:10.1109/pvsc.2016.7750064

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СТЕНДА ПРОВЕРКИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БЛОКА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

А.В. Богатов

Научный руководитель – Куличенко Т.А.

канд. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В настоящее время при разработке и производстве боевых изделий к ним предъявляются строгие требования по соблюдению массогабаритных показателей, внедрению новых производственных решений, альтернативности разрабатываемого оборудования.

Необходимость разработки автоматизированного стенда заключается в следующем: для отладки алгоритмов и программного обеспечения устройства возникает необходимость принимать, регистрировать и обрабатывать информацию от блока. Такая же задача стоит при проведении контроля функционирования блока в рамках приемосдаточных, предварительных и других видов испытаний.

С целью выполнения указанной задачи необходимо создание автоматизированного стенда проверки блока летательного аппарата, реализующего функции сбора, проверки и анализа сигналов. Разработанная система является универсальной и допускает возможность проверки смежных блоков летательного аппарата.

При разработке автоматизированного стенда, особое значение имеет наличие модулей передачи данных на персональный компьютер. В целях обеспечения возможности отладки алгоритмов и программного обеспечения стенда, реализованы схемотехнические решения, позволяющие проверять ключевые параметры блока.

Применение программного обеспечения в качестве управляющего элемента автоматизированной системы проверки позволит реализовать простой и удобный графический интерфейс, что существенно сократит время при отладке самого блока летательного аппарата, а также снизит затраты на дополнительное технологическое оборудование, необходимое для проведения отладочных работ.

Таким образом, разработка автоматизированного стенда проверки функционирования блока летательного аппарата является обоснованной, как с экономической, так и с технической точки зрения.

АЛГОРИТМ РОТАЦИИ РАБОТЫ ТРЕХ НАСОСОВ ПО ВРЕМЕНИ НАРАБОТКИ

Н.В. Бодров

Научный руководитель – Лашин В.А.

канд. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается один из возможных алгоритмов управления группой насосов в зависимости от их времени наработки для программируемых логических контроллеров.

Современная АСУ ТП часто входит в состав интегрированной системы управления производством. Интегрированные системы управления производством строятся по иерархическому принципу и включают в себя (рисунок 1):

- ERP-системы (Enterprise Resource Planning) – планирование ресурсов предприятия (MRP-системы (Manufacturing ResourcePlanning) – планирование ресурсов производства);
- MES-системы (Manufacturing Execution Systems) – исполнительная система производства;
- SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) – система сбора данных и оперативного диспетчерского управления;
- PLC (Programmable Logic Controllers) – программируемые логические контроллеры (ПЛК) с датчиками и рабочими органами.[1]

Если в поставленной задаче явно не стоит проблема учета времени наработки, или учет времени происходит с помощью системы SCADA, то ПЛК способен исполнять алгоритм без синхронизации времени с внешним миром и сторонними системами. Это значительно увеличивает надежность и автономность системы.

Технологический процесс выглядит следующим образом: в буферной ёмкости собирается

среда, уровень накопления которой отслеживается уровнемером. Начиная с некоторого уровня эту среду надо откачивать по общей для трёх насосов магистрали до тех пор, пока уровень не опустится до заранее установленной минимальной отметки. В работе любого из насосов может возникнуть неисправность, которая должна быть зафиксирована по сигналу "Авария насоса 1,2 или 3". Это должно привести к тому, чтобы программа запретила включение этого агрегата до устранения неисправности. Чтобы не допустить застоя моторов и насосов требуется обеспечить такое управление, при котором включаться в работу должен тот насос, который меньше других работал (по времени включенного состояния). Программа должна обнаруживать состояние, когда один насос не справляется с откачиванием.

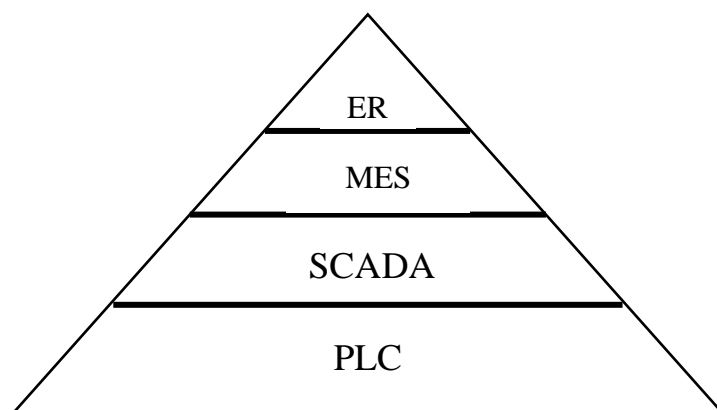


Рисунок 1 – структура интегрированных систем управления производством

Тогда ему в помощь необходимо подключать еще один насос, у которого время наработки из числа не включенных агрегатов - меньше.

Принцип работы программы заключается в следующем: оцифрованный сигнал от датчика уровня поступает на компараторы, которые отвечают за пороги срабатывания и отключения насосов. При достижении верхнего уровня, логический сигнал фиксируется и отключается только по достижении в буферной емкости минимальной установленной отметки. Время работы насосов контролируется с помощью соответствующих каждому насосу реверсивных счетчиков импульсов и двух генераторов прямоугольных импульсов. Разрешение на работу получает насос, у которого состояние значения счетчика равно нулю. Это порождает коллизию – в начале работы программы у всех счетчиков нулевое значение. Проблема решается естественным путем: действия в программе выполняются по порядку после получения значения с входов. Таким образом, для решения задачи необходимо запретить включение второго насоса, если работает первый и запретить включение третьего насоса, если работает первый или второй.

При включении одного из насосов, подается разрешающий сигнал на генератор, отвечающий за увеличение значения счетчика. Значение увеличивается только у соответствующего работающему насосу счетчика. После завершения работы насосов происходит анализ – есть ли счетчики с нулевым значением. Если таковые нет, то включается генератор, отвечающий за уменьшение, и значения всех счетчиков уменьшаются до достижения хотя бы одним из них нулевого. То есть, для формирования управляющего сигнала сравнивается относительное время наработки насосов.

При аварии насоса на счетчик подается постоянный сигнал, присваивающий ему максимальное значение. Таким образом, удастся избежать включения неисправного насоса до его починки. После устранения аварии показания счетчика сбрасывается в ноль.

При включении одного из насосов, программа фиксирует текущее значение переменной, отвечающей за уровень в буферной емкости. Через 30 секунд она сравнивает текущее значение с сохраненным. Если текущее значение больше, чем сохраненное, то подается сигнал о том, что один насос не справляется с откачкой. Это состояние фиксируется и выбирается дополнительный насос с наименьшим временем работы (значением счетчика). В любом случае по истечении 30 секунд программа перезаписывает сохраненное значение уровня. Таким образом, всегда происходит сравнение текущего уровня с уровнем, который был 30 секунд назад. Возможна ситуация, когда пополнение буферной емкости происходит так быстро, что подобный метод оказывается не эффективным. Для этого предусмотрено, что при достижении в буфере аварийного значения уровня, в обход предыдущей функции включается дополнительный насос.

Библиографический список

1. Интегрированные системы проектирования и управления: SCADA-системы : учебное пособие И. А. Елизаров, А. А. Третьяков, А. Н. Пчелинцев и др. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 160 с.

ИЗ ОПЫТА РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММЫ ПО УПРАВЛЕНИЮ УСТАНОВКОЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ВСПЕНИВАНИЯ ПОЛИСТИРОЛА

В.В. Васюков

Научный руководитель – Сеницын И.Е.

канд.техн.наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В технологии литья по газифицированным моделям применяется установка предварительного вспенивания полистирола.

Практическая значимость проведенного исследования заключается в возможности использования написанной программы для работы автоматизированной системы управления.

Рассматривался вопрос расширения системы управления установкой предварительного вспенивания полистирола, а именно описание работы программы, выполненной на языке LD – языке релейно-контактной логики.

В процессе исследования была проанализирована документация по работе установки (руководство по эксплуатации, схема электрическая принципиальная), выполнен анализ исходных данных для разработки программы, выполнен подбор оборудования и разработаны алгоритмы работы и управления установкой.

Сама программа представляет собой набор логических операций в виде цепи с контактами, которые находятся в одном из двух положений – разомкнуто/замкнуто. Наличие или отсутствие тока в цепи соответствует результату логической операции (истина – если ток течет, ложь – если ток не течет). Переменными (тегами), используемыми в программе, являются входные, выходные сигналы и меркеры. Под меркером понимают место в памяти для промежуточных результатов, рассчитанных программой. Каждая переменная имеет свой адрес и тип данных.

В ходе исследования была разработана блок-схема алгоритма программы.

Дано описание двадцати четырех операциям.

Так, например, «цикл пуск» содержит следующее описание. При нажатии кнопки пуск контакт Х6 замыкается. Если управление включено (контакт Х0 замкнут), если выбран режим автомат (контакт М0 замкнут), если цикл не запущен (контакт Х4 замкнут), если давление воздуха в норме (контакт Х5 замкнут), если пневмоклапан загрузки закрыт (контакт Х7 замкнут), если котел прогрет (контакт М4 замкнут), то на выходе меркер М5 переходит в значение единица. При невыполнении хотя бы одного из условий на выходе меркер сбрасывается в ноль.

Таким образом, при отработке всех двадцати четырех операций выполняется один полный автоматизированный цикл вспенивания, на выходе которого можно получить полистирол высокого качества.

МЕТОДИКА АНАЛИЗА МИКРОРЕЛЬЕФА И СТРУКТУРЫ ПЛЕНОК СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ РЭМ

С.В. Гурский, В.К. Ли

Научный руководитель – Петлицкая Т.В.

кандидат техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Использование растрового электронного микроскопа (РЭМ) для анализа тонкопленочных структур солнечных элементов (СЭ) позволяет получать ценную информацию о микрорельефе поверхностей различных слоёв солнечных батарей, измерять их толщину и размеры элементов топологии. Эти размеры, как правило, имеют микронный масштаб, поэтому исследовать их с помощью обычного оптического микроскопа не представляется возможным [1]. Однако существующая методика анализа структур солнечных элементов на базе РЭМ не всегда приносит желаемый результат и нуждаются в доработке.

Для усовершенствования методики были изучены механизмы и условия возникновения эффекта «зарядки» поверхности анализируемого образца под воздействием первичного луча электронов и его влияние на РЭМ-изображения.

Предложен метод, существенно уменьшающий (исключающий) искажения РЭМ-изображений при анализе материалов с низкой проводимостью на основе использования низкоэнергетических первичных электронов [2]: энергия 0.5 – 1.0 кэВ, угол падения – нормально к поверхности образца, рабочее расстояние датчика вторичных электронов до образца $WD \sim 1.5$ мм, увеличение до $80000\times$. Процедура измерения размеров деталей микрорельефа тонких пленок по РЭМ-изображению осуществляется, начиная с минимального размера 5 нм.

В качестве примера на рисунке 1 приведены РЭМ-изображения фрагментов поверхности различных пленок СЭ на основе соединения $Cu(ZnSn)(S,Se)_4$.

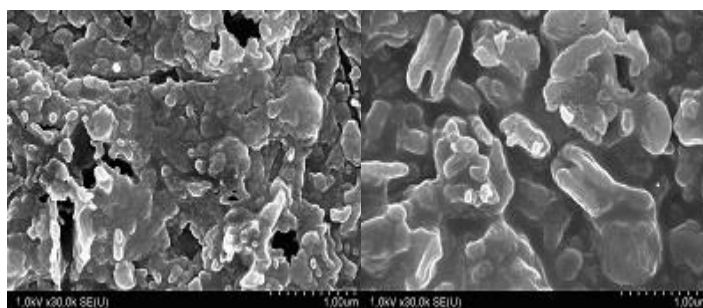


Рисунок 1 – РЭМ-изображения фрагментов поверхности различных пленок СЭ на основе соединения $Cu(ZnSn)(S,Se)_4$

Из РЭМ-изображений видно, что разработанная методика обеспечивает возможность произвести анализ и измерение деталей микрорельефа.

Для проверки данной методики был произведен скол структуры СЭ на основе соединения $Cu(ZnSn)(S,Se)_4$ с последующим анализом его на РЭМ для

измерения толщины пленок в диапазоне от 0.05 до 10.00 мкм и анализа однородности структуры пленок по толщине.

На рисунке 2 приведены РЭМ-изображения фрагмента скола пленки СЭ.

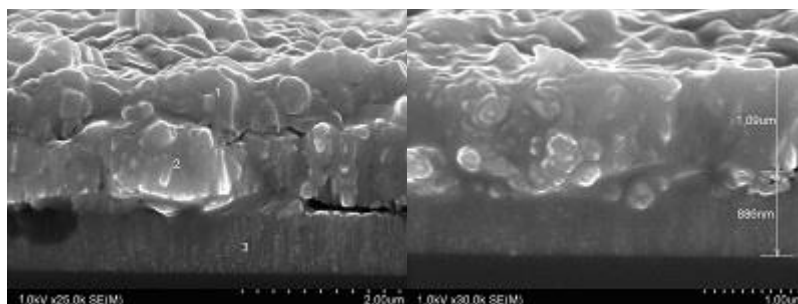


Рисунок 2 – РЭМ-изображения фрагментов сколов пленок СЭ на основе соединения $\text{Cu}(\text{ZnSn})(\text{S},\text{Se})_4$

Анализ однородности (однородность зерна, наличие пустот, наличие слоев и т.д.) структуры пленок по толщине на сколе производится визуально по РЭМ-изображению на увеличениях не менее $20000\times$. Предварительный анализ образцов пленок СЭ показывает, что данные пленки на сколе имеют достаточно развитый рельеф из-за зернистой структуры композиционной пленки и не требует дополнительного декорирования (рисунок 2). На данном этапе травители для декорирования сколов не подбирались.

Приведенная методика РЭМ-анализа микрорельефа и структуры пленок солнечных элементов позволяет обеспечить более эффективное исследование структур СЭ на этапе разработки технологии синтеза композиционных соединений для их дальнейшего использования в системе солнечной энергетики.

Библиографический список

1. Гоулдстейн Дж., Джой Д. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. – М.: МИР, 1984. – 303 с.
2. Бронштейн И.М., Фрайман Б.С. Вторичная электронная эмиссия. – М.: Наука, 1969. – 408 с.

КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЩУПОВ ДЛЯ ФРЕЗЕРНОГО ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕНТРА

Н.Ю. Дронов

Научный руководитель – Грибов Н.В.
кандидат технических наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Для облегчения работы оператора при изготовлении детали, на фрезерном обрабатывающем центре применяется специализированное оборудование, которое помогает обеспечить получение точных размеров при обработке, благодаря позиционированию системы координат детали до обработки и измерению ее размеров после обработки. Для этого используют измерительные щупы.

Измерительные щупы делятся по нескольким признакам:

- 1) По принципу действия
- 2) По способу передачи сигнала

По принципу действия измерительные щупы делятся на сенсорные и механические.

В сенсорных щупах основным элементом является оптический сенсор. Луч света, образующийся с помощью светодиода, направляется в точку на фотоэлементе за счет системы линз. При отклонении стержня, фотоэлемент вырабатывает сигнал. Благодаря тому, что стержень не создает внутренних механических воздействий на механизмы, сенсор не подвергается изнашиванию, что обеспечивает стабильность даже после большого количества измерений.

Основным элементов механических щупов являются сверхчувствительные датчики давления. Импульс сигнала образуется за счет измерения давления стержня на датчик, после чего обрабатывается электроникой. При измерении, стержень отклоняется, тем самым изменяя значение величины давления на датчики. В связи с этим вырабатываются сигналы, которые после обработки создают коммутационный сигнал.

Ввиду небольших сил воздействия на датчики, сохраняется высокая стабильность измерений.

По способу передачи сигналов щупы делятся на измерительные щупы с передачей сигналов по кабелю и измерительные щупы с инфракрасной передачей сигналов.

Измерительные щупы с передачей сигнала по кабелю используются в основном на станках с ручной сменой инструмента. Для подключения его к станку необходимо остановить работу станка, вставить щуп в шпиндель и подключить кабель к стойке ЧПУ. При приеме и передаче сигнал преобразуется в совместимый для стойки ЧПУ, так же кабель служит для питания измерительного щупа.

В инфракрасных измерительных щупах по каналу передается последовательность сигналов. В отличие от щупов с передачей сигнала по кабелю, они могут располагаться в инструментальном магазине, так как при автоматической установке в шпиндель, он включается и связывается со стойкой ЧПУ с помощью интерфейса. При активации щупа передается сигнал. Сигнал готовности, который передается от щупа системе, говорит о том, что оборудование готово к работе. При отклонении стержня вырабатывается коммутационный сигнал. Питание щупа производится за счет батареи 3.6 Вольт. Когда заряд батареи становится менее 10% , генерируется сигнал о том, что батарея пуста.

С помощью вышеописанного оборудования можно добиться высокоточных размеров, как при изготовлении деталей, так и при привязке инструмента, а также при внесении коррекции в его геометрию.

Биографический список

1. Renishaw. Контактные измерительные системы для станков с ЧПУ. Режим доступа: <https://resources.renishaw.com/download/90959>
2. Heidenhain. Измерительные щупы для станков// май 2012г. Режим доступа: <https://zadelrf.ru/catalog/HEIDENHAIN>

АЛГОРИТМ ВВОДА ДАННЫХ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Е.С. Еранцева, А.А. Денисюк
Научный руководитель – Пиганов М.Н.
д-р техн. наук, профессор

**Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королева**

Для решения задач прогнозирования параметрическими методами необходимо знать плотность распределения прогнозируемого процесса, а в случае, если плотность распределения неизвестна – определить ее. Однако, следует иметь в виду, что нахождение неизвестной многомерной плотности случайного процесса требует статистической обработки очень большого объема опытных данных. Кроме того, применение параметрических методов сопряжено со сложностями, не всегда выполнимыми аналитическими выкладками. Поэтому в инженерной практике достаточно широко внедряются непараметрические методы [1].

При использовании непараметрических методов выясняется характер изменения прогнозируемого параметра РЭС во времени, подбирается квазидетерминированная модель для аналитического описания изменения параметра и на этапе экзамена определяется ошибка прогнозирования.

Ранее был разработан ряд алгоритмов и программ обучения и индивидуального прогнозирования на базе квазидетерминированных моделей. Их недостатком является несовершенство алгоритма ввода данных.

В данной работе предложен новый алгоритм ввода данных. Алгоритм ввода построен таким образом, что пользователю в оперативном режиме предоставлена возможность просмотра введенных данных на экране дисплея и исправления неправильно введенных значений. Порядок ввода данных следующий. Пользователю последовательно выдается запрос на ввод моментов времени измерения параметров изделий $t_1, t_2, \dots, t_n, t_{np}$, а затем на ввод значений параметров каждого j -го экземпляра выборки $y_1^{(j)}, y_2^{(j)}, \dots, y_n^{(j)}$.

При работе с программами обучения вводится и значение параметра на момент времени $t_{np} - y_{np}^{(j)}$ для проведения экзамена.

Во всех программах обучения и прогнозирования предусмотрена возможность как ввода данных с клавиатуры, так и ввода из файлов. Это дает возможность пользователю использовать одни и те же данные в разных программах и значительно экономит время на поиск наиболее точной модели описания изменения параметров изделий во времени.

Файлы данных формируются с использованием программ «Прогнозирование-3».

Программа предназначена для записи обучающей выборки в файл. Алгоритм работы программы представлен на рис. 1.

Ввод данных производится по общему алгоритму для всех программ. Так как экземпляры выборки используются для проведения обучения и экзамена, то вводятся значения параметров экземпляров на момент времени $t_{np} - y_{np}^{(j)}$.

Пользователь может определить границы класса "годных", и экземпляры выборки классифицируются по значению параметра $y_{np}^{(j)}$ каждого j -го

экземпляра. В конце программы введенные данные формируются в файл данных.

Данные выводятся в файл в следующей последовательности: $n, k, t_1, t_2 \dots t_n$
 $y_1^{(j)}, y_2^{(j)} \dots y_n^{(j)}, t_{np}, y_{np}^{(1)}, y_{np}^{(2)} \dots y_{np}^{(j)}, y_{cp1}, y_{cp2}, k_s^{(1)}, k_s^{(2)} \dots k_s^{(n)},$

где n – число выборок;

k – число экземпляров в выборке;

$y_i^{(j)}$ – значение параметра j -го экземпляра выборки на момент времени t_i ;

$k_s^{(i)}$ – класс j -го экземпляра.

Параметру $k_s^{(i)}$ присваивается значение 1, если экземпляр отнесен к классу "годных", в противном случае $k_s^{(i)}$ равен 0.

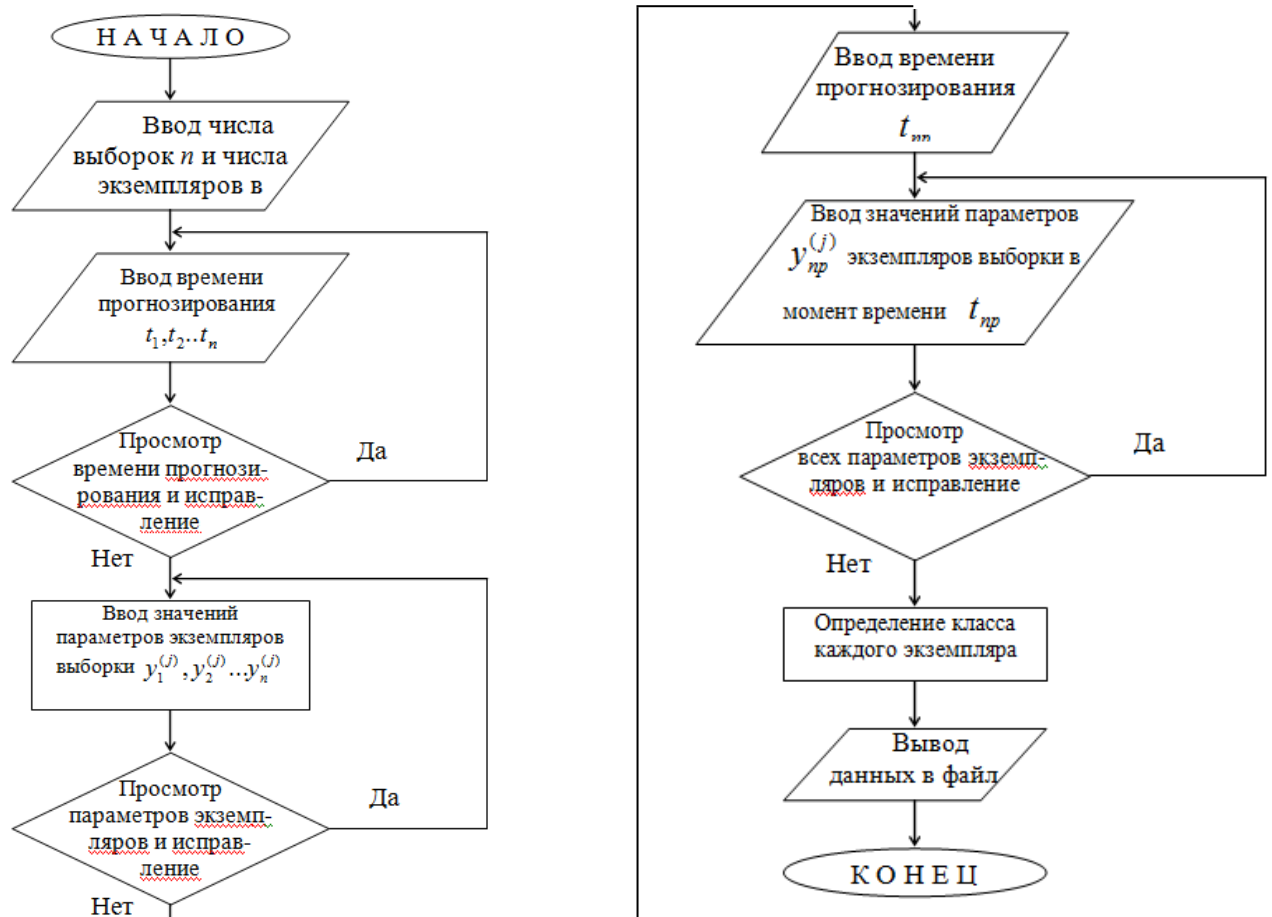


Рисунок 1 – Алгоритм ввода данных

Библиографический список

1. Пиганов М.Н. Индивидуальное прогнозирование показателей качества элементов и компонентов микросборок. – М.: Новые технологии, 2002. – 267 с.

О ФОРМИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

А.П. Житко

Научный руководитель – В.Ф. Алексеев

канд.техн.наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Инновационные технологические прорывы насыщены переменами и изменениями, связанными с обновлением всех сфер жизни, в том числе и образования. Для педагогического процесса характерны закономерные изменения под влиянием современных условий общественного развития и смены образовательной парадигмы [1-4].

В современных условиях сложившаяся традиционная технология обучения, ориентированная в основном на преподнесение и усвоение готовых знаний, не может быть признана достаточной. Это обусловлено быстро изменяющимися процессами в обществе и, прежде всего, информатизацией и интеллектуализацией производственных технологий, в том числе и академических учебных, а также быстрым ростом объема информации. Важным в таких условиях становится необходимость совершенствования технологий образования в направлении улучшения формирования интеллектуальной культуры, развития творческих способностей специалиста, а также педагогических технологий, основанных на концепции творческой деятельности [1-7].

В настоящее время вузы реализуют компетентностную модель обучения студентов, что предполагает формирование общекультурных, профессиональных, специальных компетенций. Задачей формирования ключевых компетенций является умение учиться в течение всей жизни, умение учиться самостоятельно. Образование в течение всей жизни – фундаментальный принцип, который лежит в основе целостного стратегического подхода, который реализуется в Европейском образовательном пространстве, что объясняется сменой парадигмы высшего профессионального образования в контексте европейских образовательных реформ. Целевая установка вузов – помочь студентам сформировать компетенции, которые необходимы в условиях изменяющегося рынка труда, научить студентов учиться в течение всей жизни в соответствии с требованиями и изменениями жизни, быть мобильными и гибкими в сложной социокультурной ситуации [1].

В современных условиях инноватика образовательного процесса, особенно в техническом университете, предполагает дихотомию между «субъектом» (наблюдателем) и «объектом» (наблюдаемым) поскольку часто приходится сталкиваться с дуализмом «гипотезы» («предположения») и «опровержением» (например, экспериментальное опровержение) [2].

По мнению авторов, основополагающими принципами организации учебного процесса на принципах инноватики должны стать развитие активности и самостоятельности студентов, возможно полная индивидуализация обучения [2]. При этом можно сформулировать основные положения контроля степени достижения поставленных целей в учебном процессе [2, 4-7]:

– основное внимание, как преподавателей, так и студентов должно быть уделено не контролю, а самоконтролю – сознательной, активной, самостоятельной верификации результатов обучения и поставленных перед обучением целей;

– организация контроля и учета знаний должна создавать условия, при которых каждый студент смог бы сам сравнивать и оценивать получаемые им результаты обучения;

– организация контроля и учета знаний должна вырабатывать у каждого студента привычку к планированию и рациональному распределению времени в учебном процессе.

Необходимо установить тесную взаимосвязь между совершенствованием деятельности и формированием личности студента.

Ключевой проблемой в решении задачи повышения эффективности и качества учебного процесса является проблема активизации и управления познавательной деятельностью студента с опорой на развитие элементов самостоятельности, самоуправления и самоконтроля.

Именно поэтому на первый план выдвигается задача переориентации дидактической системы высшей школы с преимущественно информационного типа обучения на обучение, позволяющее выявлять и развивать познавательные и творческие способности студентов, управлять формированием их самостоятельной активности, а также воспитывать в этом процессе волевые и профессиональные свойства личности, обеспечивающие самостоятельную, активную, целеустремленную и результативную учебную и профессиональную деятельность студентов.

Библиографический список

1. Алексеев, В.Ф. Формирование навыков и компетенций при подготовке магистров в новых условиях / В.Ф. Алексеев, Д.В. Лихачевский, В.В. Шаталова // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня : сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Минск, 13–14 марта 2019 г. В 2 ч. Ч. 2 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск, 2019. – С. 360 – 365.

2. Алексеев, В.Ф. Дуализм инновационных подходов при организации учебного процесса в вузе / В.Ф. Алексеев, Д.В. Лихачевский // Высшая школа. – 2019. – № 1 (129). – С. 46–48.

3. Алексеев, В.Ф. Подходы к формированию университетской концепции развития научно-исследовательской работы аспирантов, магистрантов и студентов в современных условиях / В.Ф. Алексеев, Л.С. Алексеева // Перспективы развития системы научно-исследовательской работы : сб. материалов научно-практ. конф. – Минск : Изд-во Белорус. гос. ун-та, 2011. – С. 29–36.

4. Алексеев, В.Ф. Сущность инновационной направленности педагогической деятельности образования по дистанционному обучению / В.Ф. Алексеев, Алексеева Л.С. // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы VII Междунар. науч.-метод. конференции (Минск, 1-2 декабря 2011 г.) — Минск : БГУИР, 2011. – С. 221–222.

5. Алексеев, В.Ф. Подготовка магистров в условиях перехода к концепции образования университет 3.0 / В.Ф. Алексеев, Д.В. Лихачевский, В.В. Шаталова // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня : сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Минск, 13–14 марта 2019 г. В 2 ч. Ч. 2 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: В.А. Богуш [и др.]. – Минск, 2019. – С. 193 – 196.

6. Алексеев, В.Ф. Проблемы и возможные пути их реализации в работе с перспективными выпускниками по привлечению к научным исследованиям / В.Ф. Алексеев, Д.В. Лихачевский, Г.А. Пискун // Высшее техническое образование : проблемы и пути развития = Engineering education: challenges and developments : материалы IX Международной научно-методической конференции, Минск, 1-2 ноября 2018 года / редкол. : В.А. Богуш [и др.]. – Минск : БГУИР, 2018. – С. 9 – 14.

7. Алексеева, Л.С. Дидактическая специфика деятельности преподавателей и студентов в процессе дистанционного обучения / Л.С. Алексеева, В.Ф. Алексеев, Г. А. Пискун // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века: материалы VIII международной научно-методической конференции. (Минск, 5–6 декабря 2013 года). – Минск: БГУИР, 2013. – С. 59 - 60.

ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

А.П. Житко

Научный руководитель – В.Ф. Алексеев
канд.техн.наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Анализ материалов, посвященных данной проблеме [1-9], позволяет сделать вывод о заинтересованности педагогов в обсуждении видов деятельности (проведение фундаментальных исследований, развитие творческого мышления, реализация проектной деятельности, построение индивидуальных образовательных маршрутов обучающихся и др.), средств (инструментария) формирования (решение изобретательских, прикладных текстовых, практико-ориентированных, оптимизационных, ключевых задач и др.), а также видов работ, направленных на формирование инженерного мышления (создание и постановка демонстрационных и лабораторных экспериментов, решение экспериментально-исследовательских задач и т. д.).

Необходимо установить тесную взаимосвязь между совершенствованием деятельности и формированием личности студента.

Ключевой проблемой в решении задачи повышения эффективности и качества учебного процесса является проблема активизации и управления познавательной деятельностью студента с опорой на развитие элементов самостоятельности, самоуправления и самоконтроля.

Именно поэтому на первый план выдвигается задача переориентации дидактической системы высшей школы с преимущественно информационного типа обучения на обучение, позволяющее выявлять и развивать

познавательные и творческие способности студентов, управлять формированием их самостоятельной активности, а также воспитывать в этом процессе волевые и профессиональные свойства личности, обеспечивающие самостоятельную, активную, целеустремленную и результативную учебную и профессиональную деятельность студентов.

Поскольку учебная деятельность предметна, то можно утверждать, что любое содержание становится предметом изучения лишь тогда, когда оно принимает для студента вид определенной задачи, направляющей и стимулирующей его учебную деятельность.

Вместо того, чтобы думать об инновациях как об идеях, разворачивающихся отдельно от основного вида деятельности – подготовки высококвалифицированных специалистов, следует рассматривать инновации как часть повседневной учебно-методической и научно-исследовательской работы. Организация учебного процесса носит нелинейный характер и им не всегда необходимо управлять традиционными способами. Это как и изобретение по своей природе является беспорядочным процессом. Вы не можете сказать: «Ну, я отстаю в изобретении, поэтому я собираюсь запланировать для себя три хороших идеи в среду и две в пятницу» [9]. Аналогично нельзя сказать, что «...я отстаю с инновационными технологиями в образовании, но добьюсь хороших результатов на следующей неделе...»

В современных условиях сложившаяся традиционная технология обучения, ориентированная в основном на преподнесение и усвоение готовых знаний, не может быть признана достаточной. Это обусловлено быстро изменяющимися процессами в обществе и, прежде всего, информатизацией и интеллектуализацией производственных технологий, в том числе и академических учебных, а также быстрым ростом объема информации. Важным в таких условиях становится необходимость совершенствования технологий образования в направлении улучшения формирования интеллектуальной культуры, развития творческих способностей специалиста, а также педагогических технологий, основанных на концепции творческой деятельности [1–9].

Библиографический список

1. Семенова, И.Н. Методологические аспекты построения системы методов формирования инженерного мышления в условиях использования информационной образовательной среды / И.Н. Семенова, А.В. Слепухин // Педагогическое образование в России. – 2016. – № 6. – С.97–101.

2. Алексеев, В.Ф. Формирование навыков и компетенций при подготовке магистров в новых условиях / В.Ф. Алексеев, Д.В. Лихачевский, В.В. Шаталова // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня : сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Минск, 13–14 марта 2019 г. В 2 ч. Ч. 2 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск, 2019. – С. 360 – 365.

3. Алексеев, В.Ф. Дуализм инновационных подходов при организации учебного процесса в вузе / В.Ф. Алексеев, Д.В. Лихачевский // Вышэйшая школа. – 2019. – № 1 (129). – С. 46–48.

4. Алексеев, В.Ф. Подходы к формированию университетской концепции развития научно-исследовательской работы аспирантов, магистрантов и студентов в современных условиях / В.Ф. Алексеев, Л.С. Алексеева // Перспективы развития системы научно-исследовательской работы : сб. материалов научно-практ. конф. – Минск : Изд-во Белорус. гос. ун-та, 2011. – С. 29–36.
5. Алексеев, В.Ф. Сущность инновационной направленности педагогической деятельности образования по дистанционному обучению / В.Ф.Алексеев, Алексеева Л.С. // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы VII Междунар. науч.-метод. конференции (Минск, 1-2 декабря 2011 г.) — Минск : БГУИР, 2011. – С. 221–222.
6. Алексеев, В.Ф. Подготовка магистров в условиях перехода к концепции образования университет 3.0 / В.Ф. Алексеев, Д.В. Лихачевский, В.В. Шаталова // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня : сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Минск, 13–14 марта 2019 г. В 2 ч. Ч. 2 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: В.А. Богуш [и др.]. – Минск, 2019. – С. 193 – 196.
7. Алексеев, В.Ф. Проблемы и возможные пути их реализации в работе с перспективными выпускниками по привлечению к научным исследованиям / В.Ф. Алексеев, Д.В. Лихачевский, Г.А. Пискун // Высшее техническое образование : проблемы и пути развития = Engineering education: challenges and developments : материалы IX Международной научно-методической конференции, Минск, 1-2 ноября 2018 года / редкол. : В.А. Богуш [и др.]. – Минск : БГУИР, 2018. – С. 9 – 14.
8. Алексеева, Л.С. Дидактическая специфика деятельности преподавателей и студентов в процессе дистанционного обучения / Л.С. Алексеева, В.Ф. Алексеев, Г. А. Пискун // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века: материалы VIII международной научно-методической конференции. (Минск, 5–6 декабря 2013 года). – Минск: БГУИР, 2013. – С. 59 - 60.
9. Алексеев, В.Ф. Подходы к формированию университетской концепции развития научно-исследовательской работы аспирантов, магистрантов и студентов в современных условиях / В.Ф. Алексеев, Л.С. Алексеева // Перспективы развития системы научно-исследовательской работы : сб. материалов научно-практ. конф. – Минск : Изд-во Белорус. гос. ун-та, 2011. – С. 29–36.

МАКЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО МОЛОТА НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНОГО СОЛЕНОИДА

О.А. Жуков

Научный руководитель - Мусолин А.К.

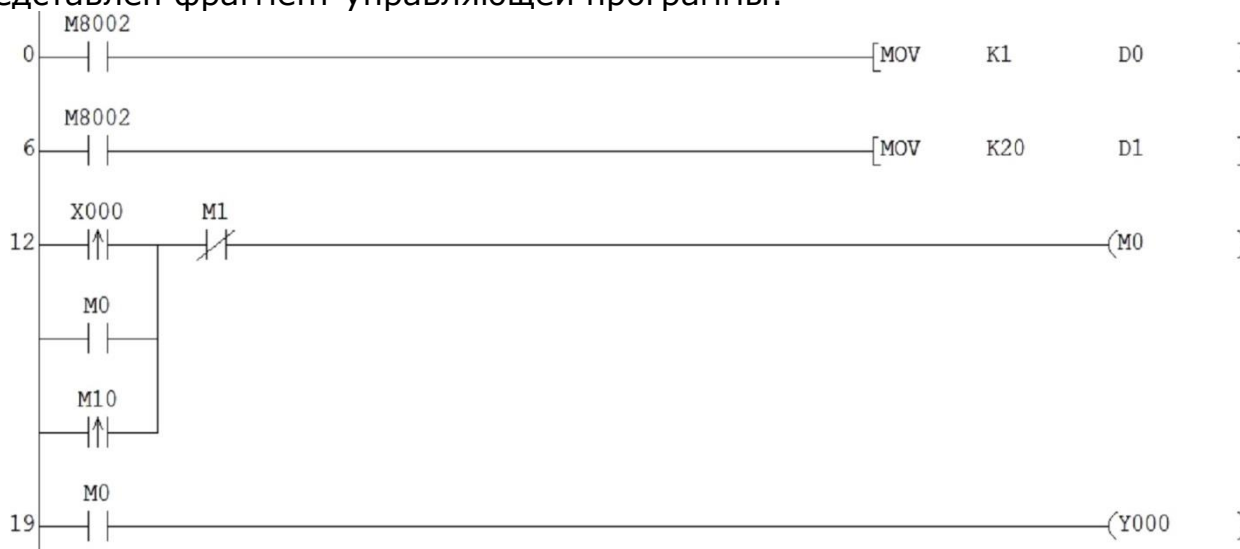
д.т.н., профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

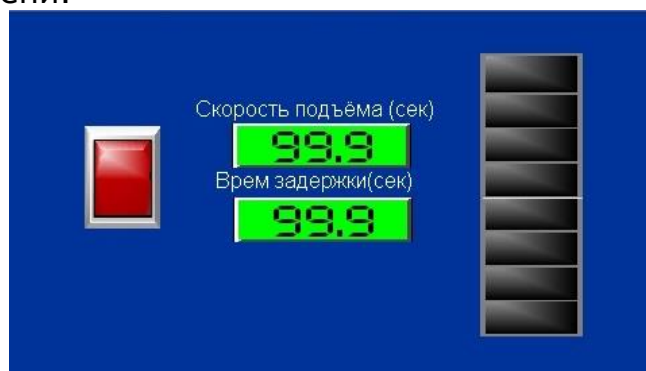
В конструкцию молота входят следующие компоненты: плунжер, направляющая трубка, система электромагнитных катушек, корпус молота, радиатор охлаждения обмоток, станины молота, а также управляющий контроллер и дисплей.



В основе электромагнитного молота лежит принцип работы линейного соленоида. Молот разделён на 8 секций. Каждая секция состоит из катушки и отделена пластиковым кольцом. Одна катушка содержит в себе 120 витков медной проволоки. Принцип действия заключается в попарном включении катушек, что позволяет поднять плунжер на требуемую высоту и увеличивает мощность и плавность подъёма, каждая следующая катушка включается совместно с предыдущей. Управляет подъемом плунжера контроллер FX1N Mitsubishi. Контроллер имеет 8 выходов, к каждому из которых подключена отдельная катушка, и работает от напряжения в 24V. Программируется на языке релейно-контактных схем в программе GX Developer. На рисунке представлен фрагмент управляющей программы:



Для взаимодействия оператора и молота установлен сенсорный экран Samkoon EA-043A с разрешением 480x272Мп, программируемый с помощью программного обеспечения SATOOL. Связь дисплея и контроллера осуществляется с помощью последовательного интерфейса RS485. Все параметры выведены на экран, что позволяет с легкостью настроить работу молота без участия редактора программы, к ним относятся скорость подъема и время задержки плунжера в крайнем верхнем положении. Помимо этого на экран выводится диаграмма позволяющая определить положение плунжера в данный момент времени.



Молот может использоваться в строительной и металлургической отраслях. В строительстве может применяться для ударного бурения, а также для вбивания свай в землю. В металлургии его можно использовать дляковки, рихтовки или прессования металла.

Библиографический список

1. Миловзоров В.П. Электромагнитная техника М.: Высшая школа, 1966. - 472 с.

ИЗМЕРЕНИЕ РАССТОЯНИЯ ДО ОТРАЖАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ В ПРИСУТСТВИИ МЕШАЮЩИХ ОТРАЖЕНИЙ

Н.С. Заигров

Научный руководитель – Паршин В.С.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В автоматизированных системах управления производственными процессами часто требуется решать задачу контроля расстояния до некоторой отражающей поверхности с высокой точностью.

Измерение дальности с помощью ЧМ дальномеров, использующих непрерывный частотно модулированный сигнал, заключается в измерении приращения частоты излучаемого сигнала за время его прохождения до отражающей поверхности и обратно. Разность частот переданного и отраженного сигнала будет пропорциональна времени задержки с коэффициентом пропорциональности:

$$f_e = \frac{2R}{c} \cdot \frac{df(t)}{dt}$$

Наличие помеховых сигналов, образованных из-за различных мешающих отражений являются фактором, ухудшающим точность измерения расстояния.

В качестве примера укажем, что при наличии помехи с отношением помеха/шум 2 дБ погрешность оценки расстояния возрастает до 18 см (в беспомеховой обстановке точность измерения расстояния менее 1 мм).

Одним из самых очевидных методов уменьшения влияния мешающих отражений, является метод, сводящийся к оценке параметров (частота, начальная фаза и амплитуда) помехового сигнала и формированию на основе полученных параметров компенсирующий сигнал [1].

Будем понимать, что все параметры помехового сигнала, кроме начальной фазы известны. Учитывая, что начальная фаза сигнала разностной частоты определяется как

$$\varphi_n = \varphi_m + \omega_0 \tau_z$$

где ω_0 – несущая частота передатчика, τ_{zc} – время прохождения сигнала до отражающей цели и обратно, φ_m – фаза материала.

Так же учитывая особенности сигнальной функции сигнала разностной частоты [2], можно видеть, что при перестройке несущей частоты передатчика частотного дальномера можно менять начальную фазу.

Критерием нахождения оптимальной несущей частоты является следующее. При компенсации во временной области необходимо обеспечить равенство нулю взаимной энергии полезного и помехового сигнала. При компенсации в спектральной области необходимо обеспечить равенство нулю взаимного спектра сигнала и помехи.

В докладе показано, что для компенсации во временной области требуется цифровая фильтрация низко частотно составляющей сигнала после смесителя дальномера.

Поэтому учитывая, что в современных частотно модулированных дальномерах оценка расстояния проводится в спектральной области, компенсация в частотной области является наиболее целесообразной.

Показано, что компенсация мешающих отражений позволяет уменьшить ошибку оценивания расстояния примерно на порядок.

На практике для компенсации с помощью перестройки несущей частоты удобнее вместо спектральной плотности мощности использовать спектральную плотность амплитуды. Впрочем, обеспечить полную компенсацию помехи этим способом во всем диапазоне расстояний не представляется возможным. Возможно только уменьшение зоны повышенной погрешности.

При величине зоны повышенной погрешности равно 2 см диапазон перестройки составляет 7,5 ГГц, такое варьирование в сантиметровом диапазоне невозможно. Однако, увеличив расстояние между отражающей поверхности и мешающим отражением можно уменьшить частоту перестройки до 1500 МГц, что возможно реализовать на практике в современных частотно модулированных радиодальномерах сантиметрового диапазона.

На практике имеет интерес поведение погрешности ошибки при отличии амплитуд компенсирующего и мешающего сигнала. Различия в амплитуде приводит к ухудшению качества компенсации, то есть к увеличению зоны повышенной погрешности.

Вывод, который можно сделать, состоит в том, что компенсацию помеховых сигналов при перестройке несущей частоты целесообразней производить в частотной области. Зона, в которой наблюдается повышенная погрешность, зависит от диапазона перестройки несущей частоты. Преимущества данного метода в том что зона повышенной погрешности уменьшается примерно в 5-6 раз, а на расстоянии свыше 20 см от мешающего отражателя погрешность оценивания расстояния будет зависеть только от влияния шума и точности нахождения оптимальной несущей частоты сигнала разностной частоты дальномера.

На практике точно оценить начальную фазу достаточно проблематично, поэтому для достижения необходимого уровня компенсации можно воспользоваться методом перестройки несущей частоты на другую оптимальную частоту, на каждом шаге измерения ЧМ дальномера при этом диапазон перестройки должен оставаться неизменным.

Компенсацию сигналов мешающих отражений можно проводить как во временной области, так и в спектральной. При использовании во временной области необходимо минимизировать влияние взаимной энергии полезного и мешающего сигнала на энергию общего сигнала:

$$E'_c = \int_0^T (S_c + S_m)^2 - (S_k)^2 = E_c + 2S_c S_m + E_m - E_k = E_c + 2S_c S_m$$

Используя известные тригонометрические формулы можно найти оптимальное значение частоты, при котором взаимная энергия $S_c S_m$ будет обращаться в ноль. Однако на практике это не так, функция взаимной энергии от частоты будет иметь тренд – длительное изменение значения ряда.

Исходя из определения тренда как основной тенденции изменения ряда, можно утверждать, что в спектральной составляющей он будет состоять из НЧ спектра и ВЧ спектра, благодаря этому можно воспользоваться хорошо разработанными методами цифровой фильтрации. Пропускание через фильтр нижних частот является процедурой сглаживания тренда.

Применяя фильтрацию необходимо вычислять спектр сигнала, что приводит нас к компенсации в спектральной области. Вычисляя спектр сигнала радиодальномера, и запоминая спектры мешающего отражения можно проводить компенсацию без нахождения параметров помеховых сигналов.

В спектральной области скомпенсированный сигнал будет иметь вид:

$$|S_k(j\omega)|^2 = |S_c(j\omega)|^2 + 2|S_c(j\omega)||S_m(j\omega)| \cos[\omega_0\tau_z - \omega_0\tau_{zm} + \varphi_c - \varphi_m]$$

Для оценивания качества компенсации воспользуемся функцией

$$A_M[\Phi(\omega_{var}, \tau_z, \tau_{zm}, \varphi_c, \varphi_m)] = \int_0^{\infty} |S_k(j\omega)|^2 d\omega$$

которая имеет колебательный характер и изменяется от -1 до $+1$. Для компенсации необходимо найти частоты ω_1 и ω_2 на которых будут находиться соседнее максимальное и минимальное значение функции A_M . Таким образом, оптимальная частота будет равна $\omega_{opt} \approx (\omega_1 + \omega_2)/2$ на котором будет выполняться равенство:

$$|S_c(j\omega)| |S_m(j\omega)| \cos[\omega_0 \tau_3 - \omega_0 \tau_{3m} + \varphi_c - \varphi_m] \approx 0$$

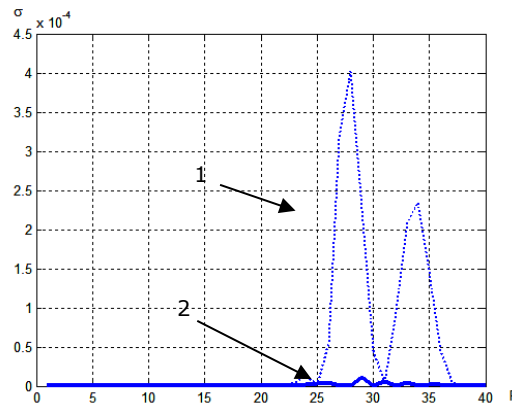


Рис. 2. Графики погрешности измерения: 1 – без компенсации, 2 – с сигналом компенсации.

Библиографический список

1. Паршин В.С., Чигин А.Ю. Компенсация отражений при измерении малых расстояний мешающих ЧМ-дальномеров. – DSPA: Вопросы применения цифровой обработки сигналов, 2016 Т.26.№3. С. 528-532
2. Паршин В.С., Багдадюлян А.А. Использование метода максимального правдоподобия для повышения точности измерения расстояния дальномером с частотной модуляцией зондирующего сигнала.– Измерительная техника. 2006. №10. С. 22-26

МЕХАНИЗМЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР, ВЫЗВАННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭМИ

А.А. Константинов, Н.А. Панасюк, Н.В. Яненко

Научные руководители – В.Ф. Алексеев – канд.техн.наук, доцент,

Г.А. Пискун – канд.техн.наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

В результате анализа работ [1–10] выявлено существование пяти наиболее распространенных и связанных с электростатическим разрядом (ЭСР) механизмов отказов: тепловой вторичный пробой, расплавление металлизации, явления перегрева и пробоя, а также разрыв окисного слоя.

Можно предложить следующую классификацию механизмов повреждения изделий полупроводниковой промышленности после воздействия ЭСР (рисунок 1).

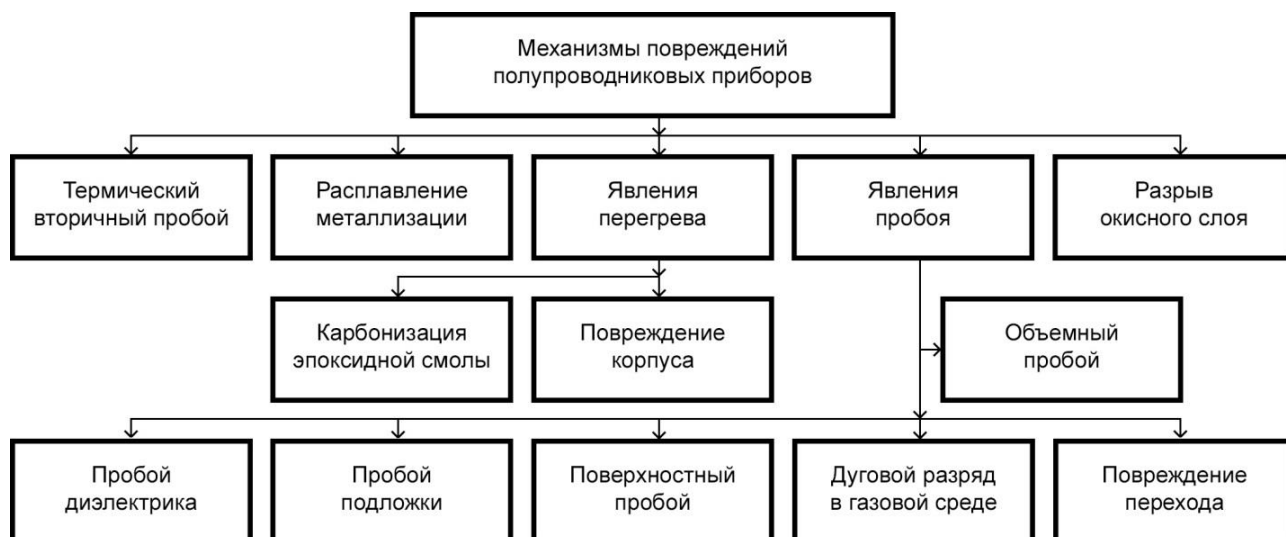


Рисунок 1 – Классификация механизмов повреждений полупроводниковых приборов после воздействия разрядов статического электричества

Такие механизмы повреждений как тепловой вторичный пробой, расплавление металлизации и явления пробоя, в частности пробоя диэлектрика, определяются током (мощностью) разряда, все остальные – напряжением разряда.

На основании проведенного анализа рассмотрим наиболее часто встречаемые механизмы повреждений микросхем с описанием характерных особенностей [1-10].

Тепловой вторичный пробой известен как выгорание (выжигание) перехода. При данном механизме отказа температура на переходе приближается к точке плавления кремния.

Расплавление металлизации происходит, когда ЭСР обладает достаточной мощностью для расплавления металла соединительных дорожек. Это обусловлено тем, что их толщина и ширина настолько малы, поэтому металл расплавляется как у плавких предохранителей под действием повышенного значения тока.

Явления перегрева, а именно карбонизация эпоксидной смолы проявляется в виде темной бесформенной затвердевшей массы материала около или вдоль проводников и переходов. Этому повреждению предшествует повреждение переходов с выделением теплоты. Повреждение корпуса в свою очередь возможно при значительном нагреве. Проявляется в виде трещин, расплавлений, изменения цвета или отсутствия компаунда на корпусе полупроводникового прибора. При этом не обязательно подразумевается отказ компонента.

Объемный пробой, как одна из разновидностей явлений пробоя, возникает в результате изменения параметров перехода, вследствие воздействия высоких температур под влиянием тока разряда, что приводит к быстрой диффузии примесей и замыканию переходов в объеме.

Пробой диэлектрика возникает при превышении значением электрического поля значения поля, связывающего электроны с ядрами атомов. При этом процессе освобожденные электроны формируют внутренний ток, который дает лавинный эффект, разрушающий диэлектрик.

Пробой подложки инициируется высокими температурами и изменениями параметров переходов.

Поверхностный пробой представляет собой механизм отказа, связанный с напряжением разряда, и зависит от целого ряда параметров кристалла изделия, таких, как уровни легирования, нарушения непрерывности (разрыва) и геометрии (структура, размеры). Явление в большинстве случаев закономерно приводит к утечке на переходе.

Газовый дуговой разряд, зависящий от напряжения механизм отказа, вызывает в конечном счете испарение металлических частей кристалла. Дуговой разряд проявляется в устройствах, содержащих близко расположенные электроды, на которое подается напряжение ЭСР.

Повреждение перехода проявляется как дефект окисла. Данное повреждение может быть невидимо. Для обнаружения необходимо исследовать поврежденный кристалл.

Разрыв окисного слоя не может быть обнаружен до тех пор, пока компонент не будет исследован послойным шлифованием.

Наиболее часто встречаются, три механизма отказов: расплавление металлизации на кристалле, разрушение защитного слоя, расплавление объемных участков кремния.

Чаще всего отказ при воздействии ЭСР возникает из-за совместного действия нескольких механизмов повреждения, перечисленных выше.

Библиографический список

1. The Impact of ESD on Microcontrollers / G. A. Piskun [et al.] ; edited by PhD, Associate professor V. F. Alexeev. – Minsk : Kolograd, 2018. – 184 p.
2. Кечиев, Л.Н. Защита электронных средств от воздействия статического электричества / Л.Н. Кечиев, Е.Д. Пожидаев. – М.: «Технологии», 2005. – 352 с.
3. The Impact of ESD on Microcontrollers / G. A. Piskun [et al.] ; edited by PhD, Associate professor V. F. Alexeev. – Minsk : Kolograd, 2018. – 184 p.
4. Горлов, М.И. Технологические отбраковочные и диагностические испытания полупроводниковых изделий / М.И. Горлов, В.А. Емельянов, Д.Л. Ануфриев. – Минск: Бел.наука, 2006. – 367 с.
5. Алексеев, В. Ф. Численное моделирование тепловых процессов электронных модулей на базе моделей, созданных в Altium Designer и SolidWorks / В.Ф. Алексеев, А.А. Константинов // Danish Scientific Journal. – 2018. – Vol.1, No 19. – Pp. 16–30.
6. Пискун, Г. А. Распределение температуры в токоведущих элементах интегральных схем при воздействии электромагнитного импульса длительностью до 2-х наносекунд / Г. А. Пискун, В. Ф. Алексеев, А. А. Денисов // Электронный депозитарий научных изданий БелИСА. – 2018 . – №Д201805 от 05.01.2018.
7. Моделирование джоулевого нагрева в среде COMSOL Multiphysics / В. Ф. Алексеев и др. // Доклады БГУИР. - 2018. - № 7 (117). - С. 90 - 91.
8. Алексеев, В. Ф. Воздействие разрядов статического электричества на полупроводниковые структуры и интегральные схемы / В.Ф. Алексеев, Г.А. Пискун, А.А. Лисовский // Danish Scientific Journal. – 2018. – Vol.1, No 19. – Pp. 31–41.

9. Пискун, Г. А. Способы защиты радиоэлектронных устройств от воздействия электростатических разрядов: обзор современного состояния и перспективы развития в приборостроении / Г. А. Пискун, В. Ф. Алексеев, А. Л. Житников // Стандартизация. – 2017. – № 5. – С. 54 – 59.

10. Пискун, Г. А. Распределение температуры в токоведущих элементах диода Шоттки при воздействии электромагнитного импульса длительностью до 2-х наносекунд / Г. А. Пискун, В. Ф. Алексеев, А. А. Денисов // Электронный депозитарий научных изданий БелИСА. – 2018 . – №Д201804 от 05.01.2018.

АНАЛИЗ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ И ИХ МОДЕЛЕЙ

А.В. Корвель

Научный руководитель – В.Ф. Алексеев

канд.техн.наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Одной из задач, с которой сталкивается любая организация, является проблема защиты деловой и частной информации, а также имущества и других объектов от действий злоумышленников. Бурное развитие информационных коммуникаций, расширение масштаба деловой активности и взаимодействия людей облегчает действия злоумышленников. Повышение ценности информации в современном мире делает задачу защиты еще более актуальной.

Защита информации и имущества осуществляется с использованием систем безопасности (СБ), которая имеет аппаратные и программные средства для осуществления задачи безопасности объектов защиты.

Возникновение проблемы информационной безопасности во многом обусловлено широким распространением корпоративных информационно-вычислительных систем со слабо защищенным программно-техническим обеспечением. В этих условиях решение вопросов безопасности в информационной системе (ИС) реализуется с применением различных подходов, в том числе: автоматизированных инструментальных средств оценки рисков несанкционированного доступа (НСД) к информации (CRAMM, RiskWatch, COBRA и др.), автоматизированных средств тестирования, на наличие уязвимостей в информационной системе (ISS, SATAN, COPS и др.), автоматизированных средств проектирования систем.

Данной проблеме посвящено значительное количество работ отечественных и зарубежных исследователей, среди которых В.А. Герасименко, В.В. Мельников, С.С. Корт, А.Г. Корченко, И.В. Котенко, М.В. Степашкин, В.И. Богданов, А.А. Малюк, Д.П. Зегжда, А. Moore, R. Ellison, R. Linger, S. Templeton, K Levitt, Xinming Ou, R.P. Lippman, O. Sheyner, J. Haines, S. Jha, J.Wing, S. Noel, S. Jajodia, M. Bishop, P. Ammann, B. Schneier и другие [1–3].

Существует множество современных международных и отечественных стандартов, нормативных документов в области информационной безопасности, рассматривающих вопросы оценки эффективности СЗИ или определяющих требования к её функциональности.

В этих документах, как правило, в качестве критерия эффективности используется наличие тех или иных средств защиты информации или требования к их параметрам и не учитывается, что имеются возможности

преодоления данных средств за счет наличия в них тех или иных уязвимостей.

Несмотря на значительное количество исследований в этом направлении, отсутствует детальная информация о методах и алгоритмах выбора оптимального проекта СЗИ по критерию эффективности, учитывающему наличие уязвимостей и взаимосвязей между ними.

Автором выполнен анализ типовой структуры информационной системы и её системы защиты. На основании проведенного анализа было показано, что по структуре и принципам функционирования информационные системы типовых коммерческих и государственных организаций подобны корпоративным сетям и могут быть описаны соответствующими моделями.

Показано, что в процессе функционирования системы безопасности состав субъектов и объектов, права субъектов и связи объектов между собой могут динамически изменяться. При рассмотрении вопросов защиты исследования основывались на аксиоме, которая положена в основу американского стандарта по защите («Оранжевая книга») и предполагает, что все вопросы безопасности объектов определяются доступами субъектов к объектам.

Эта аксиома охватывает практически все известные способы нарушения безопасности в самых различных вариантах понимания безопасности. Следовательно, для рассмотрения вопросов безопасности и защиты объектов достаточно рассматривать множество объектов и доступ к ним субъектов.

Показано, что угрозы нарушения конфиденциальности (секретности) направлены на получении доступа к объектам (информации, имуществу) лицам, которые не должны иметь к ней доступ. Это происходит при несанкционированном доступе к некоторым закрытым объектам, который не связан с непосредственным их изменением или повреждением.

Установлено, что для надежной защиты организации от угроз необходимо ограничивать как физический, так и удаленный доступ к объектам защищаемой организации. Для защиты самой системы безопасности в сетевой среде необходимо защищать ее аппаратные средства, данные и линии передачи информации. Это подтверждает представленную аксиому о решающей роли контроля над доступом субъектов к объектам в вопросах обеспечения безопасности.

Для решения поставленных задач использовались: методы теории вероятности и случайных процессов, методы дискретной математики, формальной логики, теория графов, математическое моделирование, теории, технологии и стандарты проектирования и функционирования, информационных систем и вычислительных сетей, теория и методы анализа эффективности и проектирования систем защиты информации.

Для оценки уровня защищенности, реализуемой средствами защиты, применялись формальные и неформальные методы обработки экспертных оценок, для выбора оптимального комплекса средств защиты» использовались методы оптимального проектирования и многоальтернативной оптимизации.

Библиографический список

1. Korchenko A., Prystavka P., Kazmirchuk S., Akhmetov B. Analytical verification expressions of linguistic variables for information security risk assessment systems // Ukrainian Scientific Journal of Information Security, 2017, vol. 23, issue 1, p. 50-55.

2. Корченко А.Г. Построение систем защиты информации на нечетких множествах. Теория и практические решения К.: МК-ПресС, 2006. — 320 с.

3. Зегжда Д. П. Основы безопасности информационных систем : Учебное пособие для вузов по специальности "Компьютерная безопасность" и "Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем " / Д. П. Зегжда, А. М. Ивашко . – М. : Горячая Линия-Телеком, 2000 . – 452 с.

АНАЛИЗ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

А.В. Корвель

Научный руководитель – В.Ф. Алексеев

канд.техн.наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Под угрозой безопасности объекта будем понимать потенциально существующую возможность случайного или преднамеренного действия, или, без действия, в результате которого может быть нарушена его безопасность.

Основным средством реализации угрозы является несанкционированный доступ (НСД) субъекта к объекту.

Угрозы безопасности можно классифицировать по различным признакам: по цели воздействия, по типу воздействия, по типу источника, по месту источника и др. [1-4]. Можно указать следующие основные виды угроз.

По цели воздействия можно выделить следующие типы угроз: нарушения конфиденциальности; нарушения целостности; нарушения работоспособности; раскрытия параметров системы.

Угрозы нарушения конфиденциальности (секретности) направлены на получении доступа к объектам (информации, имуществу) лицам, которые не должны иметь к ней доступ. Это происходит при несанкционированном доступе к некоторым закрытым объектам, который не связан с непосредственным их изменением или повреждением.

Если система обеспечения защиты перестает нормально функционировать, то возможно осуществление запрещенного доступа. Каналы утечки характеризуют ту ситуацию, которую проектировщики не сумели предусмотреть. Поэтому система не в состоянии рассматривать такой доступ как запрещенный. Утрата контроля за защитой может возникнуть в критической ситуации, которая может быть создана стихийно или искусственно.

Каналы утечки информации могут быть нескольких видов: каналы утечки по памяти (образуются за счет использования доступа к общим объектам системы); каналы утечки по времени (является каналом, передающим противнику информацию о процессе, промоделированном ценной закрытой информацией).

Нарушением целостности информации или имущества является незаконное их изменение или искажение, приводящее к нарушению ее качества или полному уничтожению. Это имеет место и при воздействии на имущество, напри мер, кража его.

Традиционно защита целостности относится к категории организационных мер. К уничтожению и модификации могут привести случайные и

преднамеренные критические ситуации в системе, вирусы, «тройные кони» и т.д. Защита целостности имущества выполняется за счет ограничения доступа к нему. Используются также механизмы устойчивости к ошибкам, защита от вирусов и защита от нарушений доступности.

Угрозы нарушения работоспособности направлены на создание таких ситуаций, при которых снижается производительность работы, защищаемой организации или ее систем, блокируются возможности выполнения отдельных функций или доступ к некоторым ресурсам. К этому типу угроз следует отнести угрозы нарушения работоспособности самой системы безопасности. Нарушение работоспособности могут быть постоянными или временными.

Угрозы раскрытия параметров системы (структуры организации, план помещений, данные о системе безопасности) не причиняют непосредственно ущерб имуществу или информации, но способствуют возможности реализации угроз других видов. Это характеризует угрозы разведки параметров системы.

По типу воздействия угрозы безопасности можно разделить на случайные и преднамеренные.

Причинами случайных воздействий могут быть: аварийные ситуации вследствие стихийных бедствий, аварий или отключения электропитания; отказы, сбои и помехи в аппаратуре; ошибки разработчиков аппаратуры и программного обеспечения ошибки обслуживающего персонала, операторов и пользователей; ошибки в линиях связи.

Преднамеренные угрозы связаны с целенаправленными действиями нарушителя. Преднамеренные угрозы могут быть осуществлены «взломщиками извне, посетителями организации и служащими данной организации (превышение полномочий). Примерами таких угроз могут быть: ознакомление легальных пользователей системы с закрытой для них информацией; проникновение на закрытую территорию посторонних лиц; несанкционированное копирование программ, данных и документов; несанкционированная умышленная модификация информации, про-грамм, документов, баз данных; несанкционированное изменение, модификация или блокирование работы различных технических систем; фальсификация сообщений, передаваемых по каналам связи, отказ от авторства сообщений или факта получения сообщений; умышленное уничтожение программ, данных и имущества. кража имущества, документов и носителей информации.

Автором исследуется защита от преднамеренных угроз. По типу источника преднамеренные угрозы могут быть разделены на: угроза непосредственного воздействия; угроза удаленного воздействия.

Угроза непосредственного воздействия имеет место, когда нарушитель имеет непосредственный физический доступ к некоторому объекту и возможность оказать на него воздействие. Примером таких действий является вывод из строя аппаратуры, порча имущества, несанкционированное копирование документации и т.п.

Такая угроза возникает при условии получения злоумышленником непосредственного физического доступа к защищаемым объектам.

Угроза удаленного воздействия осуществляется без непосредственного контакта с объектом атаки. Это может быть несанкционированное

копирование информации через компьютерную сеть, блокирование работы некоторых систем путем занесения неверной управляющей информации и т.п. Такое воздействие может выполняться через компьютерную сеть (чаще всего) или электрическую сеть (обесточивание).

По месту источника преднамеренные угрозы могут быть разделены на непосредственная угроза объекту на месте его размещения: удаленная угроза с компьютеров, подключенных к сети; удаленная угроза с территории, на которой развернута система; перехват и модификация информации, передаваемой по каналам связи.

Вне зависимости от источника и вида угроз система безопасности должна обеспечивать следующие свойства защищаемых объектов: конфиденциальность, целостность, доступность.

Из изложенного краткого рассмотрения угроз безопасности объектов можно сделать вывод, что для надежной защиты организации от угроз необходимо ограничивать как физический, так и удаленный доступ к объектам защищаемой организации. Для защиты самой системы безопасности в сетевой среде необходимо защищать ее аппаратные средства, данные и линии передачи информации. Это подтверждает представленную аксиому о решающей роли контроля над доступом субъектов к объектам в вопросах обеспечения безопасности.

Библиографический список

1. Korchenko A., Prystavka P, Kazmirchuk S., Akhmetov B. Analytical verification expressions of linguistic variables for information security risk assessment systems // Ukrainian Scientific Journal of Information Security, 2017, vol. 23, issue 1, p. 50-55.

2. Корченко А.Г. Построение систем защиты информации на нечетких множествах. Теория и практические решения К.: МК-ПресС, 2006. — 320 с.

3. Зегжда Д. П. Основы безопасности информационных систем : Учебное пособие для вузов по специальности "Компьютерная безопасность" и "Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем " / Д. П. Зегжда, А. М. Ивашко . – М. : Горячая Линия-Телеком, 2000 . – 452 с.

4. Малюк А.А. Информационная безопасность. Концептуальные и методологические основы защиты информации 2004. – 280 с.

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ, СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

А.В. Корвель

Научный руководитель – В.Ф. Алексеев

канд.техн.наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Средства и методы защиты, применяемые при создании систем защиты информации, представляют собой использование специальных программ или программно-аппаратных комплексов (антивирусов, контроля доступа и т.д.), технических средств (генераторы помех, системы видеонаблюдения и т.д.), инженерных и инженерно-технических средств (системы сигнализации, двери, ограждения и т.д.), внедрение правил работы в ИС (принятие политики безопасности). Можно предложить следующую классификацию методов и средств защиты информации (рисунок 1).

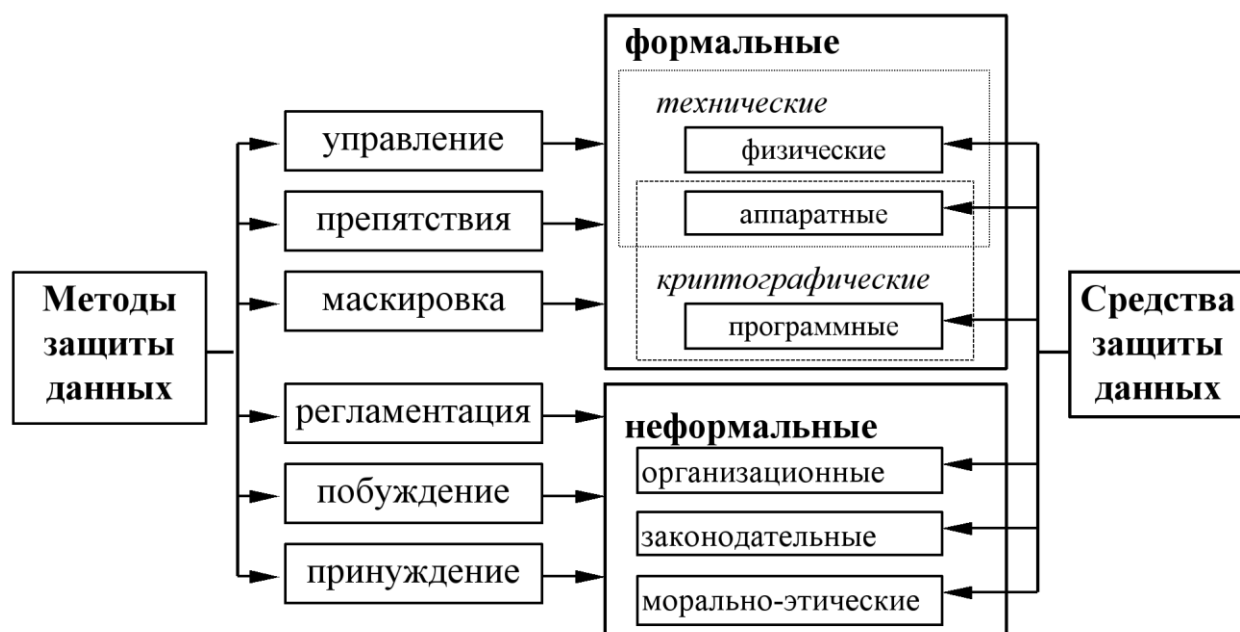


Рисунок 1 – Классификация методов и средств защиты информации

К методам и средствам организационной защиты информации относятся организационно-технические и организационно-правовые мероприятия, проводимые в процессе создания и эксплуатации информационной системы (ИС) для обеспечения защиты информации. Эти мероприятия должны проводиться при строительстве или ремонте помещений, в которых будет размещаться ИС; проектировании системы, монтаже и наладке ее технических и программных средств; испытаниях и проверке работоспособности ИС.

Основные виды мероприятий, которые должны проводиться на различных этапах жизненного цикла ИС:

- на этапе создания ИС: при разработке ее общего проекта и проектов отдельных структурных элементов – анализ возможных угроз и методов их нейтрализации; при строительстве и переоборудовании помещений –

приобретение сертифицированного оборудования, выбор лицензированных организаций; при разработке математического, программного, информационного и лингвистического обеспечения – использование сертифицированных программных и инструментальных средств; при монтаже и наладке оборудования – контроль за работой технического персонала; при испытаниях и приемке в эксплуатацию – включение в состав аттестационных комиссий сертифицированных специалистов;

– в процессе эксплуатации ИС – организация пропускного режима, определение технологии автоматизированной обработки документов, организация работы обслуживающего персонала, распределение реквизитов разграничения доступа пользователей к элементам ИС (паролей, ключей, карт и т.п.), организация ведения протоколов работы КС, контроль выполнения требований служебных инструкций и т.п.;

– мероприятия общего характера – подбор и подготовка кадров, организация плановых и предупреждающих проверок средств защиты информации, планирование мероприятий по защите информации, обучение персонала, участие в семинарах, конференциях и выставках по проблемам безопасности информации и т. п.

Можно выделить четыре уровня правового обеспечения информационной безопасности.

Первый уровень образуют международные договоры, к которым присоединилась Беларусь, и законы Беларуси.

Второй уровень правового обеспечения информационной безопасности составляют подзаконные акты, к которым относятся указы Президента Республики Беларусь и постановления Правительства.

Третий уровень правового обеспечения информационной безопасности составляют государственные стандарты (ГОСТы) в области защиты информации, руководящие документы, нормы, методики и классификаторы, разработанные соответствующими государственными органами.

Под инженерно-техническими средствами защиты информации понимают физические объекты, механические, электрические и электронные устройства, элементы конструкции зданий, средства пожаротушения и другие средства.

Важнейшей составной частью инженерно-технических средств защиты информации являются технические средства охраны, которые образуют первый рубеж защиты ИС и являются необходимым, но недостаточным условием сохранения конфиденциальности и целостности информации в ИС.

К аппаратным средствам защиты информации относятся электронные и электронно-механические устройства, включаемые в состав технических средств ИС и выполняющие (самостоятельно или в едином комплексе с программными средствами) некоторые функции обеспечения информационной безопасности. Критерием отнесения устройства к аппаратным, а не к инженерно-техническим средствам защиты является обязательное включение в состав технических средств ИС.

Под программными средствами защиты информации понимают специальные программы, включаемые в состав программного обеспечения ИС исключительно для выполнения защитных функций.

Под идентификацией, применительно к обеспечению информационной безопасности ИС, понимают однозначное распознавание уникального имени

субъекта ИС. Аутентификация означает подтверждение того, что предъявленное имя соответствует данному субъекту (подтверждение подлинности субъекта).

Анализ показывает, что для перекрытия одних и тех же уязвимостей, могут быть использованы различные наборы средств и методов защиты, которые отличаются друг от друга показателями качества защиты и стоимостью внедрения, т.е. критериями эффективности защиты [1–3].

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17799-2005. Информационная технология. Практические правила управления информационной безопасностью.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2006 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Требования.
3. Зегжда Д. П. Основы безопасности информационных систем : Учебное пособие для вузов по специальности "Компьютерная безопасность" и "Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем " / Д. П. Зегжда, А. М. Ивашко . – М. : Горячая Линия-Телеком, 2000 . – 452 с.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Д.В. Корольков

Научный руководитель – Сливкин Е.В.

старший преподаватель

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Качественная и надежная работа энергосистемы во многом определяется балансом активной и реактивной мощностей. Отсутствие контролируемого баланса мощностей может привести к негативным последствиям, то есть нарушению устойчивого электроснабжения. Транспортировка значительного количества реактивной мощности по линиям и через трансформаторы сети электроснабжения невыгодна по следующим причинам:

1. Возникают дополнительные потери активной мощности во всех элементах системы электроснабжения, обусловленные загрузкой их реактивной мощностью.

2. Возникают дополнительные потери реактивной мощности: передача реактивной мощности потребителю сопровождается ее дополнительными потерями в линии.

3. Возникают дополнительные потери напряжения, которые в линии зависят не только от значения передаваемой активной мощности, но и от значений передаваемой реактивной мощности и реактивного сопротивления линии.

4. Загрузка реактивной мощностью линий электропередачи и трансформаторов уменьшает пропускную способность сетей электроснабжения, что в ряде случаев не позволяет использовать полную установленную мощность электрооборудования.

5. Загрузка реактивной мощностью трансформаторов снижает их коэффициент полезного действия.

Предотвращение этих причин может быть достигнуто воздействием на восстановление баланса мощностей с помощью компенсирующих устройств.

Компенсирующие установки могут быть представлены в виде синхронных компенсаторов, синхронных двигателей и конденсаторных установок. Последние получили наибольшее распространение благодаря своим свойствам:

1. Малые удельные потери активной мощности
2. Отсутствие движущихся частей;
3. Относительно простой монтаж;
4. Невысокая стоимость;
5. Возможность глубокого регулирования степени компенсации;
6. Возможность установки и подключения в любой точке сети;
7. Отсутствие шума во время работы;

Проведенный на предприятии АО «Рязанский Радиозавод» анализ показал, что во внутренней энергосистеме используются конденсаторные установки с разными типами управления степенью компенсации. Около 40% установок имеют ручное регулирование. Контроль за потоком реактивной мощности осуществляется персоналом с помощью счетчика реактивной мощности. Такой метод регулирования является наиболее невыгодным. Около 50% установок имеют автоматическое регулирование и переключение с помощью контакторов, и около 10% установок используют для коммутации ступеней тиристорные ключи. Имеющиеся автоматические компенсаторы имеют быстродействие порядка 5 секунд, что намного эффективнее ручного управления, но недостаточно для компенсации резко переменной нагрузки. Потому было внесено предложение, использовать автоматические установки компенсации реактивной мощности (АУКРМ) с плавным регулированием.

Регулирование степенью компенсации, а именно током разряда и заряда конденсаторов осуществляется поочередным открытием тиристоров с помощью схемы управления. Помимо высокого быстродействия данный метод позволяет плавно и с высокой точностью контролировать реактивную составляющую.

На данный момент, благодаря таким свойствам как высокое быстродействие и плавная регулировка, АУКРМ является наиболее перспективным вариантом исполнения компенсаторов. Поэтому проблема их исследования является актуальной сейчас.

ДЕФЕКТЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ, ВЫЗВАННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭМИ

А.А. Лисовский, А.А. Константинов, Н.А. Панасюк

Научные руководители – В.Ф. Алексеев – канд.техн.наук, доцент,

Г.А. Пискун – канд.техн.наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Выявление причин неработоспособности полупроводниковых приборов (ППП) связано с необходимостью поиска и устранения дефектов, возникших в процессе производства или эксплуатации. Дефекты ППП при воздействии разрядных импульсов, причины их появления и взаимосвязи представлены на рисунке 1 [1, 2].

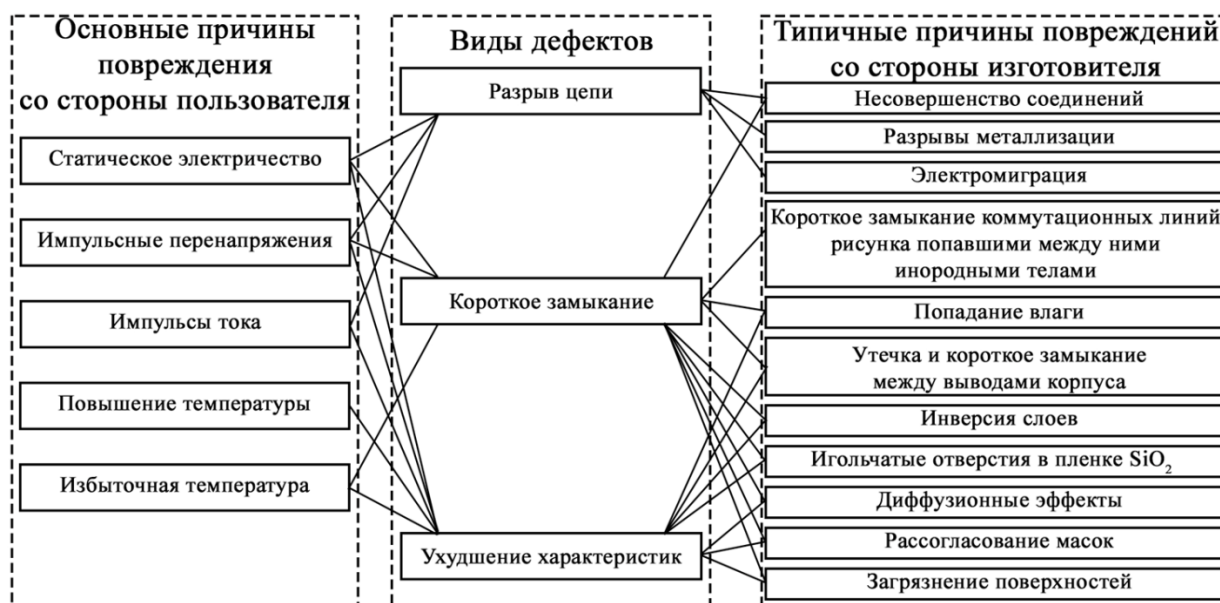


Рисунок 1 – Дефекты полупроводниковых приборов и причины их появления

Большая часть времени, которую затрачивает персонал на определение дефекта, расходуется непосредственно на поиск дефекта. В связи с этим, достаточно важной задачей является систематизация видов и механизмов отказов, которые свойственны изделиям полупроводниковой промышленности при воздействии ЭСР. Данная классификация позволит оптимизировать и с высокой вероятностью выявить потенциально ненадежные сегменты в структуре изделий.

Можно выделить следующие наиболее часто встречаемые виды повреждений ППП, обусловленные воздействием импульсного разряда статического электричества (таблица 1) [2].

Анализ механизмов повреждения необходим, поскольку важно знать причины образования электростатических зарядов в процессе изготовления и применения устройства, а также виды отказов под действием разрядов статического электричества для принятия соответствующих мер защиты. Стоит отметить, что наличие и накопление электростатического заряда на любом изделии не ведет, как правило, к его повреждению или изменению характеристик до тех пор, пока не произойдет электростатический разряд.

Таким образом, актуальным является предупреждение возникновения самого пробоя.

Виды повреждений элементов ППП

Элементы изделия	Виды повреждений импульсами разрядного тока
Внутренний вывод	Разогрев вывода протекающим током
	Искровой разряд между выводом и корпусом
	Электродинамическое взаимодействие токов внутреннего и внешнего вывода
Токоведущие дорожки	Расплавление металлизированных дорожек протекающим разрядным током
Переходы биполярного транзистора	Полный пробой перехода
	Локальный пробой
Затвор МДП структуры	Пробой диэлектрика
Пассивные элементы МК	Перегорание металлизации
	Поверхностный пробой элементов

Если предотвратить повреждение не удалось, то имеет место наличие двух типов повреждений [1–8]:

– катастрофические повреждения, которые обнаруживаются наиболее легко, потому что поврежденное изделие не выполняет своих функций. Данный тип повреждений можно разделить на: отказы под действием мощности или тока, и отказы под действием напряжения, когда им пробивается насквозь диэлектрик или разрушается поверхность кристалла;

– скрытые (параметрические) повреждения затрагивают один и более параметров или вызывают некоторые изменения начальных характеристик, которые могут, тем не менее, не выходить за рамки допустимых отклонений. Обнаружить данные повреждения весьма трудно, так как они проявляются лишь в результате повторяющихся разрядов или в процессе эксплуатации.

По физическому принципу скрытые дефекты, вызванные воздействием ЭСР, можно разделить на три большие группы: дефекты оксида; дефекты металлизации и дефекты, связанные с расплавлением объемных участков кремния, не влияющие на выходные параметры ППП.

В результате анализа работ [1–8] выявлено существование пяти наиболее распространенных и связанных с ЭСР механизмов отказов: тепловой вторичный пробой, расплавление металлизации, явления перегрева и пробоя, а также разрыв окисного слоя.

Библиографический список

1. Кечиев, Л.Н. Защита электронных средств от воздействия статического электричества / Л.Н. Кечиев, Е.Д. Пожидаев. – М.: «Технологии», 2005. – 352 с.

2. The Impact of ESD on Microcontrollers / G. A. Piskun [et al.] ; edited by PhD, Associate professor V. F. Alexeev. – Minsk : Kolorgrad, 2018. – 184 p.

3. Горлов, М.И. Технологические отбраковочные и диагностические испытания полупроводниковых изделий / М.И. Горлов, В.А. Емельянов, Д.Л. Ануфриев. – Минск: Бел.наука, 2006. – 367 с.

4. Алексеев, В. Ф. Численное моделирование тепловых процессов электронных модулей на базе моделей, созданных в Altium Designer и SolidWorks / В.Ф. Алексеев, А.А. Константинов // Danish Scientific Journal. – 2018. – Vol.1, No 19. – Pp. 16–30.
5. Пискун, Г. А. Распределение температуры в токоведущих элементах интегральных схем при воздействии электромагнитного импульса длительностью до 2-х наносекунд / Г. А. Пискун, В. Ф. Алексеев, А. А. Денисов // Электронный депозитарий научных изданий БелИСА. – 2018 . – №Д201805 от 05.01.2018.
6. Моделирование джоулева нагрева в среде COMSOL Multiphysics / В. Ф. Алексеев и др. // Доклады БГУИР. - 2018. - № 7 (117). - С. 90 - 91.
7. Алексеев, В. Ф. Воздействие разрядов статического электричества на полупроводниковые структуры и интегральные схемы / В.Ф. Алексеев, Г.А. Пискун, А.А. Лисовский // Danish Scientific Journal. – 2018. – Vol.1, No 19. – Pp. 31–41.
8. Пискун, Г. А. Способы защиты радиоэлектронных устройств от воздействия электростатических разрядов: обзор современного состояния и перспективы развития в приборостроении / Г. А. Пискун, В. Ф. Алексеев, А. Л. Житников // Стандартизация. – 2017. – № 5. – С. 54 – 59.

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ ОТКАЗОВ РАБОТЫ
СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В РАМКАХ
ПРОАКТИВНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

Д.В. Марчев

Научный руководитель – Демидова Л.А.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается постановка задачи классификации отказов работы сложных технических систем в рамках проактивного технического обслуживания.

Проактивное техническое обслуживание включает в себя множество направлений: прогнозирование отказов, диагностика отказов (анализ первопричин), обнаружение отказов, классификация типов отказов и рекомендации по смягчению последствий и т.д. Проактивное техническое обслуживание предполагает использование в качестве диагностических признаков таких параметров системы, наблюдение которых даёт возможность контролировать глубинные причины деградации факторов стабильности системы. Данный вид технического обслуживания широко применяется, например, в авиационной отрасли для повышения безопасности полётов воздушных судов. Встроенные бортовые устройства регистрации информации самолётов последнего поколения позволяют получить дополнительные данные о показателях работы бортовых систем. На основе полученных с таких устройств данных можно сформировать «цифровую историю» работы конкретной системы, вплоть до наступления того или иного отказа. Имея подобную информацию можно сформировать соответствующие наборы

временных рядов (BP) и попытаться на их основе классифицировать потенциальный отказ работы системы во времени, а затем спрогнозировать возможное наступление отказа в работе схожих систем в течение циклов эксплуатации.

Как показывает анализ литературных источников, в контексте работы с BP в последние годы активно применяются рекуррентные нейронные сети (RNN, Recurrent Neural Network), при этом различные модификации моделей рекуррентных нейронных сетей, такие как LSTM-сеть (Long Short-Term Memory) и GRU- сеть (Gated Recurrent Unit), позволяют более эффективно работать с памятью сети, и, в частности, решать так называемую проблему исчезающего градиента, что в свою очередь позволяет им более эффективно обучаться и решать задачи классификации и прогнозирования.

В докладе рассматривается решение задачи определения класса отказа работы авиационного двигателя [1] с применением технологии рекуррентных нейронных сетей и их модификаций, в частности, с использованием LSTM- и GRU-сетей.

Библиографический список

1. Saxena A., Goebel K. Turbofan Engine Degradation Simulation Data Set // NASA Ames Prognostics Data Repository (<http://ti.arc.nasa.gov/tech/dash/pcoe/prognostic-data-repository/>), NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA.

МНОГОУРОВНЕВЫЕ ИНВЕРТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

И.С. Митряйкина

Научный руководитель – Е.В. Сливкин
старший преподаватель

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В работе рассматриваются достоинства и недостатки многоуровневых инверторов с фиксированной нейтральной точкой и описываются отличия от классических двухуровневых.

Многоуровневые инверторы напряжения состоят из конденсаторов, которые должны быть подключены в схему последовательно, моста выпрямителей и звена постоянного тока, который содержит в себе многообмоточный трансформатор. Также такие инверторы напряжения включают в себя полностью управляемые вентильные секции с двумя плечами. Каждое из двух плеч содержит ключи с обратными последовательно соединенными диодами и блокирующие диоды, которые соединены парно друг с другом. В особо мощных инверторах используют тиристор с интегрированным управлением иначе говоря IGCT-тиристор, в качестве полностью управляемых вентилях. [1,2]

Главным достоинством многоуровневых инверторов напряжения является получение высокого напряжения на выходе без применения дорогих высоковольтных полупроводников, которое достигается за счет увеличения количества полупроводников в схеме. Благодаря такой возможности можно регулировать потоки мощности между энергосистемами, а так же появляется возможность стабилизировать напряжение на линии электропередач. С

помощью статических конденсаторов реактивной мощности на базе трехуровневого трехфазного инвертора напряжения регулирование коэффициента мощности происходит более точно и качественно, нежели с помощью устаревших синхронных компенсаторов. Так же за счет многоступенчатости выходного напряжения повышается качество питающей сети. Электрические приводы на основе трехуровневого трехфазного инвертора напряжения, так же их называют высоковольтные частотно-регулируемые электрические приводы, обеспечивают высокое качество регулирования скорости двигателя переменного тока и обеспечивает оптимизацию режимов работы и технологического процесса. Такие преобразователи широко применяются в нефтяной и химической промышленности, судовых двигателях, водоподготовительных установках и в промышленности для сжижения природного газа. [3,4]

С помощью многоступенчатой кривой выходного напряжения достигается увеличение коэффициента синусоидальности питающего напряжения, а, следовательно, улучшение качества питающей сети. Так же, с помощью высоких показателей электромагнитной совместимости происходит отказ от дорогостоящих габаритных сетевых фильтров.

Особенностью трехуровневого инвертора напряжения с фиксированной нейтральной точкой является то, что в отличие от двухуровневых инверторов, на входе которых присутствуют два потенциала $-U_d$ и $+U_d$ (где U_d – напряжение звена постоянного тока), в трехуровневых инверторах напряжения на вход подаются три потенциала $-U_d, +U_d$ и нейтральный нулевой потенциал. Нейтральный нулевой потенциал – это средняя точка между конденсаторами в звене постоянного тока, которые соединены последовательно. Напряжение равно $U_d/2$ (разность потенциалов между нулевым и положительным или нулевым и отрицательным потенциалами) подается на средние точки плеч инвертора, которые образованы транзисторами, включенными последовательно, через разделительные диоды. Благодаря такому управлению тиристорами инвертора на выходе образуются три уровня напряжения $U_d, U_d/2$ и 0 , иначе, выход модуля поочередно соединяется с каждым из трех входных напряжений.

Из вышеизложенного можно сделать вывод о том, что трехуровневые инверторы напряжения позволяют использовать полупроводники более эффективно, следовательно, возможно уменьшение стоимости полупроводниковых элементов в инверторе, за счет применения полупроводников рассчитанных на меньший класс напряжения.

Преимущество трехуровневых инверторов от двухуровневых заключается в том, что коэффициент полезного действия у первого выше и меньше неосновных гармоник в выходном сигнале.

На рисунке 1 представлена схема трехуровневого трехфазного инвертора напряжения.

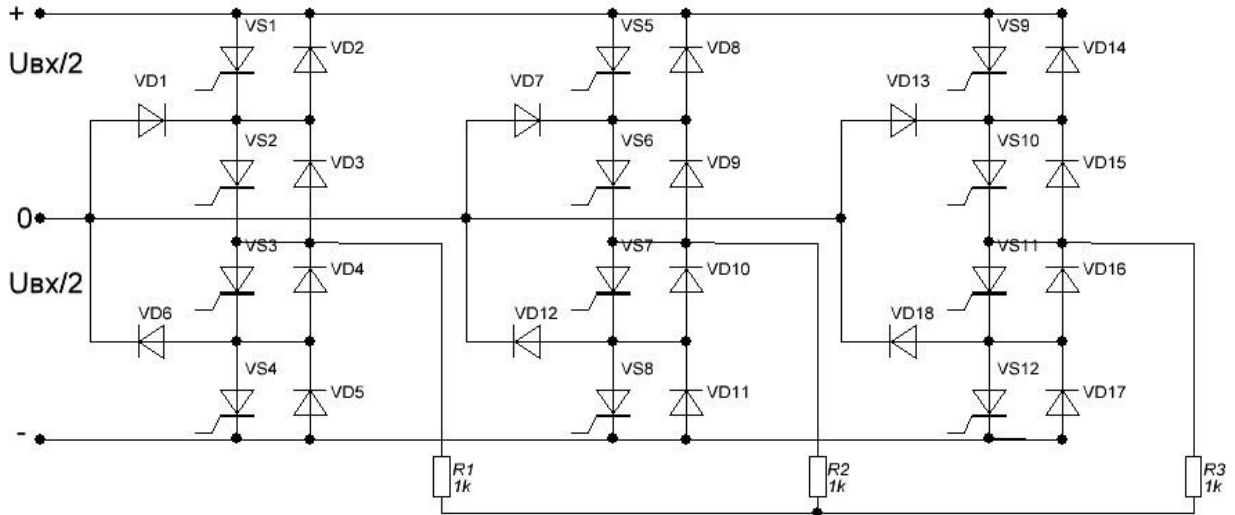


Рисунок 1. Схема трехуровневого трехфазного инвертора напряжения.

Если рассмотреть работу одного модуля трехуровневого инвертора, в котором 4 ключей, то там 16 возможных состояний. В таблице 1 представлены эти возможные состояния. [5]

Таблица 1. Возможные состояния ключей для однофазного трехуровневого однофазного инвертора.

VS1	0	0	0	1	0	0
VS2	0	1	0	1	1	0
VS3	0	0	1	0	1	1
VS4	0	0	0	0	0	1

Одним из недостатков данной схемы инвертора с фиксированной нейтральной точкой является проблема контроля баланса напряжения между конденсаторами напряжения на шине постоянного тока при передаче активной мощности. Отсутствуют избыточные комбинации переключения, следовательно, баланс напряжения на шине постоянного тока достигается путем метода широтно-импульсной модуляции или используются другие более сложные методы управления.

В данной статье рассматриваются достоинства и недостатки многоуровневых инверторов напряжения с фиксированной нейтральной точкой. Выяснилось, что данная топология с большим числом уровней не перспективна из-за сложности управления, однако они широко используются в промышленности. Поэтому проблема их исследования является актуальной сейчас.

Библиографический список

1. Зиновьев Г. С. Основы силовой электроники: Учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1999. Ч.1. – 199 с. ISBN 5.
2. Современные силовые запираемые тиристоры [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: http://www.compitech.ru/html.cgi/arhiv/00_06/stat_40.htm (13.10.2019)

3. Многоуровневые инверторы напряжения. Обзор топологий и применение. [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/mnogourovnevye-invertory-napryazheniya-obzor-topologiy-i-primenenie> (13.10.2019)

4. Н. В. Донской, А. Г. Иванов, В. А. Матисон, И. И. Ушаков, Многоуровневые инверторы для электропривода и электроэнергетики, Силовая электроника. 15. 1, 43 – 46 (2008).

5. В. В. Филатов, Двух- и трехуровневые инверторы на IGBT-модулях, Силовая электроника. 37. 4, 38 – 41 (2012).

ВЛИЯНИЕ ИНСТРУМЕНТА И ЕГО ИЗНОСА НА ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ВНЕШНЕГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ

З.Т. Нгуен

Научный руководитель – Крюков В.А.

д-р техн. наук, профессор

Тульский государственный университет

В докладе рассматривается влияние долбяка и его износа на геометрические характеристики цилиндрических зубчатых передач внешнего зацепления.

Зуборезный долбяк используется для нарезания зубьев зубчатых колес методом обката. В процессе нарезания станочным зацеплением принято называется зацепление, в котором долбяк сцепляется с нарезаемым колесом.

Каждое торцовое сечение долбяка можно рассматривать как зубчатое колесо со смещением, имеющее положительное и отрицательное смещение. При различной степени сточенности долбяк имеет разные коэффициенты смещения исходного контура. Поэтому степень сточенности долбяка оказывает огромное влияние в отношении к рабочему профилю нарезаемых зубчатых колес, но не влияет на правильность нарезания зубьев [1]. Следовательно, разный степень изношенности долбяка определяет различную высоту зуба нарезаемого колеса.

Для повышения срока службы долбяка требует увеличить смещения исходного сечения (исходные расстояния), так как при этом увеличивается возможное число переточек. Для нового долбяка увеличение смещение исходного сечения лимитируется опасностью заострения зубьев долбяка или неполной обработкой активного участка нарезаемого зуба колеса. А для сточенного долбяка – опасностью среза зубьев долбяка или неполной обработкой вершины зуба нарезаемого колеса.

Внешнее зацепление должно удовлетворять большому ряду дополнительных условий синтеза [2], [3]. Одним из самых важных условий синтеза является условие по коэффициенту торцового перекрытия, обеспечивающее непрерывность и плавность зацепления в передаче.

На рис. 1 приведено влияние коэффициента смещения долбяка на коэффициент перекрытия.

Исходные данные для расчета: модуль $m = 1$; число зубьев колес $z_1 = 14$ и z_2 , принимаем $z_2 = 24, 40$ и 72 ; коэффициент смещения $x_1 = 0.548$ и $x_2 = 0.451$; коэффициент радиального зазора принимается по стандарту

$c_{12}^* = c_{21}^* = 0.25$; параметры исходного производящего контура по ГОСТ 13755-81 [4].

Шестерня и зубчатое колесо нарезаются прямозубым долбяком зуборезным чистовым без модификации профиля. Основные параметры долбяка согласно ГОСТ 9323-79 [5]: модуль $m_0 = m$; число зубьев $z_0 = 100$; диаметр окружности вершин d_{a0} ; коэффициент смещения исходного контура x_0 .

Для нового долбяка: $d_{a0} = 104.3$ мм, $x_0 = 0.9$

Для предельно сточенного долбяка: $d_{a0} = 101.92$ мм, $x_0 = -0.291$. промежуточные значения диаметра окружности вершин и коэффициента смещения долбяка определяем с помощью интерполяции.

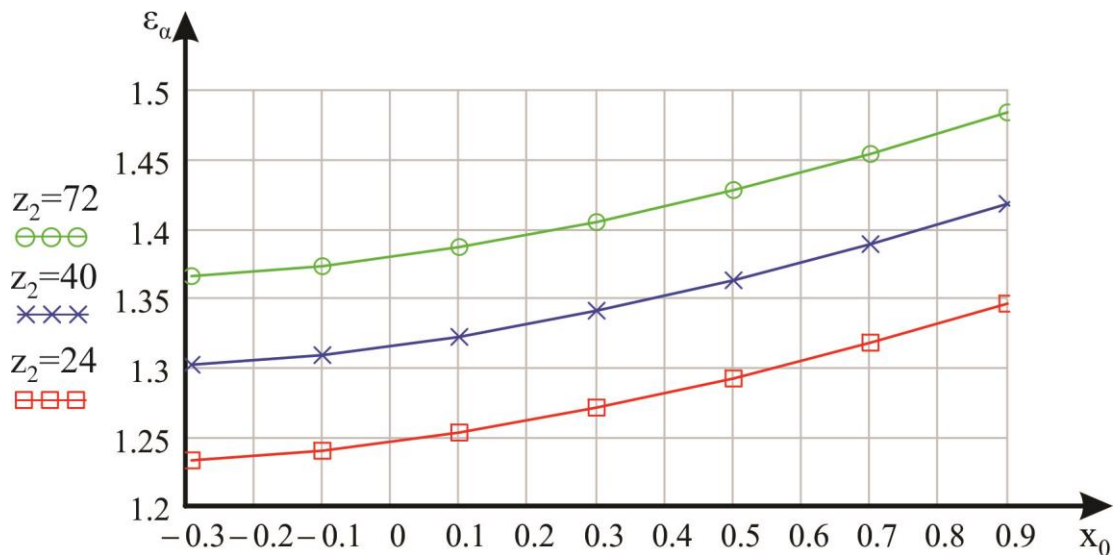


Рис. 1. Графики зависимости коэффициента перекрытия от коэффициента смещения долбяка

Графики зависимости коэффициента перекрытия ε_α от коэффициента x_0 показывают, что зависимость положительная нелинейная. После переточки долбяка уменьшение коэффициента смещения x_0 при различной комбинации чисел зубьев колес приводит к уменьшению коэффициента перекрытия, также снижению качества зубчатой передачи.

Биографический список

1. Романов В.Ф. Расчеты зуборезных инструментов – М., Машиностроение, 1969 г. – 251 с
2. Болотовский И.А. Справочник по геометрическому расчету эвольвентных зубчатых и червячных передач. М.: Машиностроение, 1986. – 448 с.
3. ГОСТ 16532-70. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет геометрии.
4. ГОСТ 13755-81. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные. Исходный контур.
5. ГОСТ 9323-79. Долбяки зуборезные чистовые. Технические условия.

ПРОГРАММА И АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ФАКЕЛЬНОЙ ПОДГОНКИ

Д.Н. Новомейский

Научный руководитель – Пиганов М.Н.

д-р техн. наук, профессор

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева

Для подгонки тонко- и толстопленочных резисторов часто используют высокочастотный факельный разряд (ВЧФР) [1, 2]. Он представляет собой плазменное образование с ярко выраженным каналом и оболочкой [3, 4]. В работе [5] приведена схема установки факельной подгонки. Примем ее за базовый вариант (рис. 1).

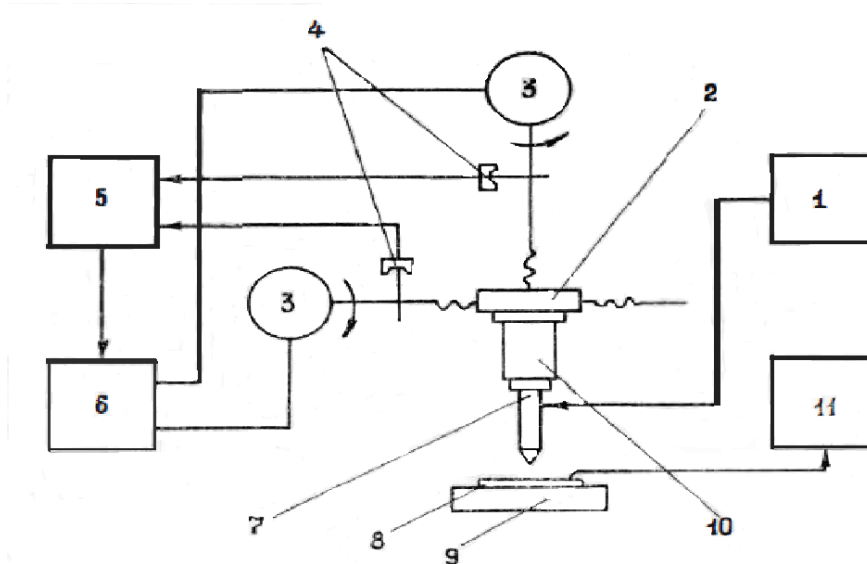


Рисунок 1 – Структурная схема установки факельной подгонки: 1 — генератор факельного разряда; 2 — координатный стол; 3 — двигатели; 4 — фотодатчик; 5 — блок управления; 6 — блок коммутации; 7 — рабочий электрод; 8 — подложка с резистором; 9 — подложкодержатель; 10 — вибратор; 11 — измеритель сопротивления

Установка функционирует следующим образом. Двигатели посредством движения столов перемещают рабочий электрод над подложкой. Для измерения величины перемещения столов по осям X и Y предназначены фотодатчики. Блок управления сравнивает заданное значение перемещения с «отработанным» и выдает сигнал «Останов» для схемы коммутации двигателей при равенстве заданного и пройденного расстояний. Блок коммутации производит коммутацию двигателей в зависимости от выбранного направления перемещения и исходной координаты. Этот же блок производит остановку двигателей по команде оператора или автоматически по сигналу с блока управления. Кинематические схемы перемещений по осям X и Y идентичны. Люфт в поводковой муфте не влияет на точность «отработки» перемещений, т. к. датчик перемещений жестко связан с микрометрическим винтом [5].

Однако известная установка реализует подгонку ручным способом и в ряде случаев не обеспечивает высокий выход годных резисторов и

воспроизводимость их параметров. Это связано с недостаточной воспроизводимостью геометрических параметров реза, причиной чему является низкая стабильность факельного разряда [5].

Нами была разработана модель, которая связывает все физические и геометрические параметры системы ВЧФР-пленка-подложка и технологический параметр ℓ (зазор между электродом 7 и резистором). В данной работе предложена программа вычисления оптимальной величины ℓ , в которой предусмотрен ввод данных поэтапно. Так физические величины, характеризующие пленку, подложку и окружающую среду вводятся вначале. Затем вводятся данные о режиме подгонки. Ввод данных о конкретном резисторе осуществляется в последнюю очередь. После вычисления очередной величины ℓ программа возвращается к вводу данных о следующем резисторе, оставляя неизменными значения всех остальных величин. При необходимости можно изменить данные о режиме подгонки. Эта особенность нашей программы отражена в алгоритме подгонки.

Алгоритм предусматривает, что установка элементов в зоне подгонки и вычисление ℓ производится одновременно, таким образом, время вычисления ℓ прямым образом не учитывается в процессе подгонки. В алгоритме предусмотрен случай, когда установленный режим подгонки не сможет довести величину сопротивления с ℓ_i до ℓ_H . В этом случае необходимо изменить характер воздействия ВЧФР. Очевидно, что можно выбрать один параметр (например, мощность) и варьировать при необходимости им. Нами составлена программа по определению зависимости значения ℓ от ряда параметров воздействующей системы, причем результат выводится в виде графиков, которые можно затем использовать. Повторное вычисление ℓ производится одновременно с установкой нового значения одного из параметров режима.

Библиографический список

1. Чернобровкин Д.И., Мишанин Н.Д., Пиганов М.Н. Прибор для подгонки тонкопленочных элементов микросхем // Приборы и системы управления, 1978. №6. – С. 45-46.
2. Пиганов М.Н., Волков А.В. Подгонка сопротивления толстоплёночных резисторов методом факельного разряда // Техника средств связи. Сер. «Технология производства и оборудование», 1985. №2. – С. 29-35.
3. Трехов Е.С., Тюрин Е.Л., Фетисов Е.П. К теории высокочастотного факельного разряда в воздухе // Физика газоразрядной плазмы. – М.: Атомиздат, 1969. Вып. 2. – С. 148-155.
4. Качанов А.В. Некоторые вопросы генерации плотных плазменных струй в проточном высокочастотном факельном разряде // А. В. Качанов, Е. С. Трехов, Е. Л.Тюрин, Е. П. Фетисов // Физика газоразрядной плазмы. - М.: Атомиздат, 1968. Вып.1. – С. 52-59.
5. Пиганов М.Н., Новомейский Д.Н. Моделирование процесса подгонки толстоплёночных резисторов методом факельного разряда // Информационные технологии и нанотехнологии: сб. труд. IV межд. конф. ИТНТ-2018. – Самара: Новая техника, 2018. – С. 1698-1704.

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ КАК ОБЪЕКТЫ, ПОТЕНЦИАЛЬНО УЯЗВИМЫЕ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ЭМИ

Н.А. Панасюк, Н.В. Яненко, А.А. Лисовский

Научные руководители – В.Ф. Алексеев – канд.техн.наук, доцент,

Г.А. Пискун – канд.техн.наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

В настоящее время тенденции развития средств обработки и распределения информации и информационных систем характеризуются тем, что, с одной стороны, развитие телекоммуникационных сетей требует применения цифровых каналов и систем передачи данных, средств вычислительной техники для обработки информации в процессе ее передачи, а с другой – развитие средств обработки информации и вычислительной техники требует все большего применения средств связи для организации обмена информацией в интересах решения прикладных задач. Результатом этого стали процессы интеграции и конвергенции телекоммуникационных сетей и средств информатизации, способствующие превращению телекоммуникационных сетей в инфокоммуникационные сети.

Проблема обеспечения устойчивости ИКС к дестабилизирующим воздействиям (ДВ) является одной из сложнейших задач, решаемых при проектировании и эксплуатации таких систем. Произошло качественное переоснащение систем управления современной вычислительной техникой, потенциально уязвимой к электромагнитным воздействиям различного происхождения.

В последнее время все большее внимание уделяется разработкам и созданию средств электромагнитного воздействия на радиоэлектронные средства (РЭС) как объектов вооружения и военной техники. Многие разработчики особое внимание уделяют созданию средств формирования дестабилизирующих воздействий на основе сверхмощных генераторов сверхкоротких импульсов для функционального поражения радиоэлектронных средств различного назначения.

Действующие системы электромагнитного воздействия на РЭС созданы и прошли успешные испытания в США, Швейцарии, Нидерландах, Германии и др.

Достигнуты определенные успехи в решении задач анализа стойкости различных систем, создании методов измерений и экспериментальной проверки методик расчета наведенных электромагнитных импульсов (ЭМИ) токов и напряжений в кабельных линиях, экранах и антеннах. Проведан ряд работ по выявлению и анализу отдельных эффектов взаимодействия импульсных сигналов с элементной базой РЭС различного назначения [1-8].

Анализ ранее проведенных исследований показывает, что объект исследования в них, как правило, рассматривался в виде «*черного ящика*», при этом целью проводимых исследований являлось определение только уровней уязвимости изделия (системы) в целом. В качестве критерия уязвимости рассматривался, как правило, необратимый отказ изделия.

Выполненный анализ современного состояния вопроса по исследованию устойчивости ИКС к действию электромагнитных излучений, таких как импульсы наносекундной длительности, показал, что данный вопрос

является относительно слабоизученным. Импульсы наносекундной длительности способны выводить из строя современные системы связи и управления. Существует высокая потенциальная угроза вывода из строя систем, работающих в составе ИКС, особенно, например, цифровой аппаратуры, работающей на все более низких напряжениях питания и высоких тактовых частотах, так как уровни наводимых напряжений в элементах систем и кабельных линиях могут превышать значения их импульсной прочности.

Авторами рассмотрены характеристики и параметры ЭМИ. Анализ параметров импульсов наносекундной длительности показывает, что пространственно-временная структура электромагнитных полей имеет сложный, не всегда поддающийся аналитическому описанию характер, обусловленный сложностью физических процессов и различием источников, ответственных за образование ЭМИ.

С учетом изложенного можно утверждать, что инфокоммуникационные системы являются критичными к действию ЭМИ.

Библиографический список

1. The Impact of ESD on Microcontrollers / G. A. Piskun [et al.] ; edited by PhD, Associate professor V. F. Alexeev. – Minsk : Kolorgrad, 2018. – 184 p.
2. Балюк, Н.В. Мощный электромагнитный импульс: воздействие на электронные средства и методы защиты / Н.В. Балюк, Л.Н. Кечиев, П.В. Степанов – М. : ООО «Группа ИДТ», 2007. – 478 с.
3. Акбашев, Б.Б. Защита объектов телекоммуникаций от электромагнитных воздействий / Б.Б. Акбашев, Н.В. Балюк, Л.Н. Кечиев – М. : Грифон, 2014. – 472 с.
4. Гизатуллин, З.М. Помехоустойчивость средств вычислительной техники внутри здания при широкополосных электромагнитных воздействиях: Монография / З.М. Гизатуллин – Казань: Изд-во Казан. гос. тех. ун-та, 2012. – 254 с.
5. Пискун, Г. А. Распределение температуры в токоведущих элементах интегральных схем при воздействии электромагнитного импульса длительностью до 2-х наносекунд / Г. А. Пискун, В. Ф. Алексеев, А. А. Денисов // Электронный депозитарий научных изданий БелИСА. – 2018 . – №Д201805 от 05.01.2018.
6. Моделирование джоулева нагрева в среде COMSOL Multiphysics / В. Ф. Алексеев и др. // Доклады БГУИР. - 2018. - № 7 (117). - С. 90 - 91.
7. Алексеев, В. Ф. Воздействие разрядов статического электричества на полупроводниковые структуры и интегральные схемы / В.Ф. Алексеев, Г.А. Пискун, А.А. Лисовский // Danish Scientific Journal. – 2018. – Vol.1, No 19. – Pp. 31–41.
8. Пискун, Г. А. Способы защиты радиоэлектронных устройств от воздействия электростатических разрядов: обзор современного состояния и перспективы развития в приборостроении / Г. А. Пискун, В. Ф. Алексеев, А. Л. Житников // Стандартизация. – 2017. – № 5. – С. 54 – 59.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНДУКЦИОННОЙ ЗАКАЛКИ

М.А. Плетнев

Научный руководитель – Синицын И.Е.

к.т.н., доцент.

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В данном докладе рассматривается ряд вопросов по закалке типовых деталей, таких как кулаки и зубчатые колеса.

Решением проблем с получением необходимой твердости и глубиной закаленного слоя металла является применение индукционной закалки, имеющей гибкость благодаря ряду изменяемых параметров и возможности индивидуального подхода к каждой детали.

Автоматизация процесса закаливания позволит включить операции термической обработки в общий поток изготовления деталей.

Применение ЧПУ для индукционного нагрева позволит:

- сократить расход количества потребляемой энергии (это связано с тем, что отпадает необходимость в обработке всей детали, обрабатывая часть поверхности или зоны, требующей закалки);
- иметь возможность точно регулировать глубину проникновения электрического тока в зависимости от удельного сопротивления металла и магнитной проницаемости путем изменения частоты переменного тока;
- получить абсолютно однородный результат с минимальной деформацией поверхностного слоя, что позволит сократить или исключить необходимость в дополнительной обработке закаленного изделия;
- сократить время цикла закаливания.

Автоматизация индукционной закалки позволит производить обработку последовательным нагревом и закалкой отдельных участков, а также непрерывно-последовательным способом, при котором индуктор перемещается вдоль заготовки, при этом сохраняя зазор между деталью и индуктором постоянным.

Автоматизация процесса также позволит контролировать процесс охлаждения – его скорость и равномерность, поддерживая стабильную температуру охлаждающей жидкости, не допуская ее перегрева. От этого зависит качество всей обрабатываемой поверхности.

Позиционирование индуктора по трем осям, а также вращение заготовки позволит исключить потребность в индивидуальном индукторе для различных типов и размеров кулаков и зубчатых колес.

Результатом является повышенная производительность и низкие эксплуатационные затраты. Более 90% потребляемой энергии превращается в полезную теплоту.

Автоматизация индукционной закалки на основе ЧПУ позволяет решить ряд проблем, связанных с энергоэффективностью, точностью, а также скоростью закаливания деталей.

**РАСЧЕТ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНИЧЕСКИМ СРЕДСТВОМ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ
ТРАНСПОРТОМ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ ТИПА AT89C4051**

П.С. Романовский

Научный руководитель – Пискун Г.А.

канд. техн. наук, доцент.

**Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники**

При конструировании радиоэлектронных средств (РЭС) надо уметь рассчитать защиту устройства как в целом, так и отдельных составных частей от тепловых воздействий, т.е. обеспечить тепловой режим конструкции [1].

Рассмотрим вариант расчета теплового режима на примере системы управления техническим средством для регулирования движения транспортом. Исходные данные расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные расчета теплового режима

Величина	Значение
Длина корпуса, L_1 , м	0,144
Ширина корпуса, L_2 , м	0,091
Высота корпуса, L_3 , м	0,064
Коэффициент заполнения, K_3	0,5
Мощность, рассеиваемая в блоке, P , Вт	2,4
Давление вне корпуса блока, H_1 , Па	101325
Давление в корпусе блока, H_2 , Па	101325
Мощность, рассеиваемая элементом (узлом), $P_{эл}$, Вт	0,07
Площадь поверхности элемента, омываемая воздухом, $S_{эл}$, м ²	0,00057
Температура окружающей среды, T_c , К	318
Количество отверстий в блоке, n , шт	10
Площадь отверстия, S_i , м ²	0,00025

В результате рассеивания тепловой энергии в блоке устанавливается неоднородное, неравномерно распределенное температурное или тепловое поле. Это пространственно-временное распределение температурного поля является тепловым режимом блока. Основными характеристиками теплового режима блока является температура и перегрев [1].

Современные изделия РЭС имеют тенденцию к увеличению плотности компоновки, т.е. к выбору минимальных элементов, следовательно, уменьшаются внешние габаритные размеры, а значит, увеличивается выделение объемной плотности неиспользованной энергии, что приводит к напряженности теплового поля. Таким образом, при разработке надо предусматривать отводы тепла, охлаждение, термокомпенсацию и т.д., иначе у РЭС будет уменьшаться надежность [1].

Анализ и решения задачи выполняются приближенными методами с большим количеством ограничений, условностей, допущений по отношению к реальному объекту. На определенном этапе проектирования это достигается

путем замены реального блока тепловой моделью, которая реализуется математически и адекватна изучаемому объекту [1].

Цель расчета теплового режима – определение интегральных тепловых характеристик: средних поверхностных температур корпуса блока, нагретой зоны и среднеобъемной температуры среды между ними (воздуха) [1].

Для снижения теплового режима РЭС применяется метод перфорирования корпуса и шасси, т.е. внутрь блока поступает воздух, движение которого вызвано разностью температур и давлений внутри и снаружи корпуса.

Методика расчета теплового режима блоков РЭС в перфорированном корпусе взята из источника [1]. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета

Искомая величина	Значение
Поверхность корпуса блока, $S_K, \text{ м}^2$	0,057
Условная поверхность нагретой зоны, $S_3, \text{ м}^2$	0,041
Удельная мощность корпуса блока, $q_K, \text{ Вт/м}^2$	42,105
Удельная мощность нагретой зоны блока, $q_{\text{зоны}}, \text{ Вт/м}^2$	58,537
Коэффициент θ_1	5,695
Коэффициент θ_2	7,732
Коэффициент, k_{H1}	1,520
Коэффициент, k_{H2}	0,996
Суммарная площадь перфорированных отверстий, $S_{\Pi}, \text{ м}^2$	0,0025
Коэффициент перфорации, Π	0,135
Функция коэффициента перфорации, K_{Π}	0,771
Перегрев корпуса, $\theta_K, \text{ К}$	6,207
Перегрев нагретой зоны, $\theta_3, \text{ К}$	8,077
Средний перегрев воздуха в корпусе, $\theta_B, \text{ К}$	4,846
Удельная мощность элемента, $q_{\text{эл}}, \text{ К}$	122,8
Перегрев поверхности элемента, $\theta_{\text{эл}}, \text{ К}$	10,294
Перегрев среды, окружающей элемент, $\theta_{\text{эс}}, \text{ К}$	6,176
Температура корпуса, $T_K, \text{ К}$	322,846
Температура нагретой зоны, $T_3, \text{ К}$	326,077
Температура воздуха в блоке, $T_B, \text{ К}$	322,846
Температура поверхности элемента, $T_{\text{эл}}, \text{ К}$	324,176

Из проведенного расчета видно, что температура прибора в процессе его работы изменяется не значительно, а за счет имеющихся перфорированных отверстий осуществляется большой теплообмен, что способствует снижению температуры в приборе и на его элементах.

Библиографический список

1. Образцов, Н.С. Конструирование радиоэлектронных устройств: лаб. практикум для студ. спец. «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС» и «Техническое обеспечение безопасности» днев. формы обуч. / Н.С. Образцов, А.М. Ткачук, Н.А. Смирнова. – Минск: БГУИР, 2007. – 34 с.

**РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ СРЕДСТВОМ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ
ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТОМ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ
ТИПА AT89C4051**

П.С. Романовский

Научный руководитель – Пискун Г.А.

канд. техн. наук, доцент

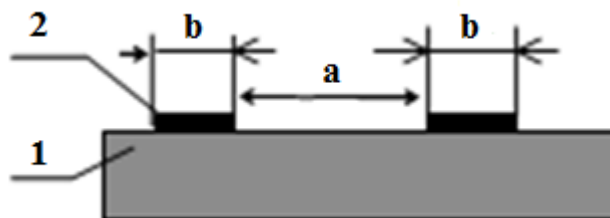
**Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники**

Электромагнитная совместимость (ЭМС) радиоэлектронного средства – это его способность функционировать совместно и одновременно с другими техническими средствами в условиях возможного влияния непреднамеренных электромагнитных помех (НЭМП), не создавая при этом недопустимых помех другим средствам [1, 2].

Задача обеспечения ЭМС различных РЭС возникла как следствие научно-технического прогресса в радиотехнике, электронике и связи по следующим причинам:

- непрерывное возрастание общего числа РЭС как следствие электронизации народного хозяйства страны;
- недостаточное число свободных от помех радиоканалов во всех освоенных диапазонах;
- возрастание общего уровня помех от главным образом индустриальных источников;
- усложнение функций и состава РЭС; сосредоточение различных видов РЭС в ограниченном пространстве, например на самолете, корабле, ИСЗ;
- несовершенство технических характеристик РЭС, от которых зависит их ЭМС;
- миниатюризация аппаратуры, что в ряде случаев приводит к снижению энергии полезных сигналов и уменьшению отношения сигнал – помеха [2].

Основываясь на методике расчета электромагнитной совместимости, представленной в работе [3], произведем расчет для проводников, расположенных на одной стороне печатной платы и идущих параллельно (рисунок 1).



1 – основание печатной платы; 2 – проводник

Рисунок 1 – Схема расположения проводников
на печатной плате

Рассчитаем сопротивление проводника по следующей формуле [2]:

$$R = \rho \cdot \frac{l_{\text{п}}}{b \cdot t_{\text{п}}} = 0,0175 \cdot \frac{50}{0,25 \cdot 35} = 0,1 \text{ Ом.}$$

где ρ – удельное объемное электрическое сопротивление проводника,
 $\rho = 0,0175$ мкОм/м – для медных проводников, полученных химическим методом;

$l_{\text{п}}$ – длина проводника, мм;

b – ширина проводника, мм;

$t_{\text{п}}$ – толщина проводника, мкм.

Рассчитаем допустимый ток в печатном проводнике по формуле [2]:

$$I_{\text{max}} = 10^{-3} \cdot \gamma_{\text{доп}} \cdot b \cdot t_{\text{п}} = 10^{-3} \cdot 30 \cdot 0,25 \cdot 35 = 0,26 \text{ мА.}$$

где $\gamma_{\text{доп}}$ – допустимая плотность тока, $\gamma_{\text{доп}} = 30$ А/мм² для проводников, полученных химическим методом.

Рассчитаем паразитную емкость в выбранном нами участке, где она наибольшая. Ёмкость между двумя выбранными проводящими элементами определяем по формуле:

$$C = \frac{0,12 \cdot \varepsilon_r \cdot l_{\text{п}}}{\lg\left(\frac{2a}{b + t_{\text{п}}}\right)} = \frac{0,12 \cdot 5 \cdot 20}{\lg\left(\frac{2 \cdot 0,85}{0,25 + 35 \cdot 10^{-3}}\right)} = \frac{12}{0,78} \approx 15 \text{ пФ.}$$

где ε_r – диэлектрическая проницаемость среды между проводниками, расположенных на наружных поверхностях платы, покрытой лаком;

$l_{\text{п}}$ – длина участка, на котором проводники параллельны друг другу, мм ($l_{\text{п}} = 50$ мм);

b – ширина проводника, мм ($b = 0,25$ мм);

$t_{\text{п}}$ – толщина проводника, мм ($t_{\text{п}} = 35$ мкм);

a – толщина диэлектрика, мм ($a = 0,85$ мм).

Из приведённых расчётов следует, что паразитная ёмкость в печатной плате системы управления техническим средством для регулирования движения транспортом на микроконтроллерах типа AT89C4051 имеет достаточно малые значения. Вследствие этого можно пренебречь мерами защиты платы от их влияния.

Библиографический список

1. ГОСТ 23611 – 79 Совместимость радиоэлектронных средств электромагнитная. Термины и определения (с Изменениями N 1, 2). – Введ. 1980-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1986 – 10 с.

2. The Impact of ESD on Microcontrollers / Gennady A. Piskun, Viktor F. Alexeev, Sergey M. Avakov, Vladimir E. Matyushkov, Dmitry S. Titko ; Edited by PhD, Associate professor Viktor F. Alexeev. – Minsk : Kolorgrad, 2018. – 184 p. – ISBN 978-9857-148-40-0.

3. Князев, А. Д. Конструирование радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости / А. Д. Князев. – Минск : Радио и связь, 1989. – 221с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ В ЭЛЕКТРОННОМ ФОРМАТЕ

Д.А. Тарасов, А.Е. Полуэктов

Научный руководитель – Р.Н. Дятлов, к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В инструментальном цехе АО “Рязанский радиозавод” хранится большое количество чертежей и бумажных носителей со списками рабочих, заказов, вследствие чего требуется больше помещений для размещения всей документации, но проблема в том, что выделять помещения нет возможности, а утилизировать или некачественно хранить нежелательно. Одним из выходов данной проблемы является перевод документации и чертежей в электронный вид и создание базы данных. Покупка и размещение нужного оборудования поможет перевести чертежи и документацию в электронный вид и хранить информацию в должном виде. Базы данных позволят сохранить надолго всю важную информацию о чертежах.

Для решения данной проблемы определены следующие цели и задачи.

Цели:

- первая – приобретение оборудования, программного обеспечения (ПО) для перевода чертежей в электронный формат без ухудшения их качества;
- вторая – проектирование и разработка базы данных.

Задачи, которые необходимо выполнить для достижения поставленных целей:

- выбор программного обеспечения;
- определение предметной области;
- разработка схемы БД и её реализация в конкретной СУБД;
- ввод данных в БД;
- тестирование БД.

Для выполнения поставленных задач требуется проанализировать все объекты, их свойства, связи между ними, полученные данные сравнить и синтезировать, выделить общие тип сущности, сущности, экземпляры и связи. Описать каждый этап создания базы данных.

Вся работа делится на два больших этапа: перевод чертежей в электронный вид и разработка БД и СУБД электронных чертежей. Каждый этап делится на несколько частей.

Первый этап – перевод чертежа в электронный вид. Для начала сканируется бумажный носитель, на котором находится чертеж. Далее первоначальное изображение сохраняется на компьютере, где его ждет редактирование в Spotlight для удаления изъянов при переводе в электронный вид, если изъяны слишком велики, то проще прогнать чертеж через плоттер еще раз. После первичной обработки в программе Spotlight, происходит сохранение чертежа на жестком диске. Следующей частью этапа это выбор оптимального формата файла, в котором хранится чертеж в программе ABBYY FineReader в нужный формат. Последнее сохранение перед работой с чертежом в базе данных.

Второй этап – создание базы данных чертежей. Первой частью этапа будет описание предметной области. Определив объекты, свойства объекта и связи между ними, определить запросы, разработать реляционную модель,

провести нормализацию сущностей, определить ключи записей. Важной частью является разработка интерфейса для пользователя-непрограммиста. После создания БД нужно проверить ее работоспособность, добавлением новых данных в базу для ее хранения, проверить удобство интерфейса для клиента.

Изучив предметную область, выделим следующие сущности:

- Рабочие, которые изготавливают детали
- Заказы от цехов для будущей работы
- Заказчик оформляет внутриводской заказ для работы своего цеха
- Деталь, для которой вытачивают оснастки
- Оснастка первичная часть детали
- Разработчик чертит оснастку в электронном виде

Для качественной работы БД должна решать следующие задачи:

- учет информации о оснастке, таких как обозначение оснастки, класс оснастки, вид оснастки, название оснастки, инвентарный номер, чертеж, формат, дата создания, количество листов;
 - также о деталях обозначение детали, класс детали, вид детали, название детали.
 - хранение информации о разработчике о них хранится информация фамилия, имя, отчество, номер трудовой книги, должность, стаж.
 - учет информации о рабочих о них известно фамилия, имя, отчество, номер трудовой книги, должность, стаж;
 - правильное распределение данных для исключения ненужного дублирования, хранения лишней информации, рутинного ввода, случайного удаления;
 - удобство ввода и редактирования информации для увеличения скорости работы, исключения механических ошибок;
 - удобство выборки, поиска и анализа информации;
 - автоматическое получение статистической отчетности по форме № 1-Н

В качестве среды разработки выбрана СУБД Microsoft Access, являющаяся реляционной СУБД, и позволяющая решить все поставленные задачи.

Для улучшения качества запросов к БД применим язык SQL для их формирования. Чем хорош SQL? Так как язык SQL не зависит от конкретной СУБД, то уже на готовой БД можно будет внести изменения, которые помогут расширить возможные запросы пользователя. Наличие стандартов и набора тестов для выявления совместимости и соответствия конкретной реализации SQL общепринятому стандарту. Декларативность с помощью этого свойства SQL программист опишет только то, какие данные нужно извлечь или модифицировать. То, каким образом это сделать, решает СУБД непосредственно при обработке SQL-запроса. Вследствие чего SQL позволяет расширить работу оператора и решаемых им задач на месте.

Для тестирования БД можно выбрать любые чертежи оснасток, данные о которых будут храниться непосредственно в БД.

Данный метод организации хранения чертежей в электронном формате удобен и перспективен для расширения не только в инструментальном цехе, но и на другие цеха и на весь завод в частности.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ В ЭЛЕКТРОННОМ ФОРМАТЕ

Д. А. Тарасов, А.С. Щукарев
Научный руководитель – Р.Н. Дятлов,
к. т. н, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В цехах завода хранится большое количество чертежей и бумажных носителей со списками рабочих, заказов. Вследствие этого необходимо больше помещений для размещения всей документации. Но проблема в том, что выделять помещения не всегда возможно, а утилизировать или некачественно хранить нежелательно. Одним из выходов данной проблемы является перевод документации и чертежей в электронный вид и создание базы данных (БД) для оперативного доступа к ним. Приобретение и размещение необходимого оборудования позволит перевести чертежи и документацию в электронный формат и хранить информацию в цифровом качестве. Базы данных позволят долговременно хранить всю важную информацию о чертежах и обеспечить гибкий и оперативный доступ к ним.

Для решения данной проблемы определены следующие цели и задачи.

Цели:

- первая – приобретение оборудования, программного обеспечения (ПО) для перевода чертежей в электронный формат без ухудшения их качества;
- вторая – проектирование и разработка базы данных.

Задачи, которые необходимо выполнить для достижения поставленных целей:

- выбор программного обеспечения;
- определение предметной области;
- разработка схемы БД и её реализация в конкретной СУБД;
- ввод данных в БД;
- тестирование БД.

Предлагаемый способ организации хранения чертежей позволяет на необходимом ПО с помощью языка SQL создавать сотрудникам определённые понятные запросы БД для вывода требуемых данных. Проведённое на предприятии тестирование БД показало, что заказы, планы и чертежи доводятся до сотрудников и распределяются оперативней, чем до внедрения предлагаемой технологии. Также был установлен элемент уязвимости безопасности используемой системы, который исправляется с помощью стороннего ПО или дополнительных кодов SQL.

Во время работы планируется определить положительные стороны предлагаемого метода и показать преимущества по сравнению с аналогичными системами БД. По итогам работы будут даны перспективные предложения для дальнейшего улучшения качества работы персонала.

Библиографический список

1. Тарасов Д.А. Создание базы данных чертежей в электронном виде: выпускная квалификационная работа бакалавра. – Р.:РГРТУ, 2018.- 8 с, 78 с.

РАЗРАБОТКА БЕСПРОВОДНОГО ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА, ОСНОВАННОГО НА ПРИНЦИПАХ ШИМ РЕГУЛЯЦИИ

К.Ф. Филькин

Научный руководитель – Горин В.В.

канд. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Рассматривается построение оптимальной схемной и конструктивной реализации беспроводного зарядного устройства (БЗУ) для аккумуляторов современных смартфонов, которое способно выдавать на выходе для емкостей от 2500 мА*ч классическое значение тока питания в 1 А и напряжения 5 В, не оказывающих губительного влияния на долговечность работы литий-ионных аккумуляторов. Индикация устройства поможет пользователю определить процесс завершения заряда аккумуляторной батареи.

Устройство относится к современному беспроводному стандарту Qi по спецификации, имеет передающий и приемный контур, гальванически развязанных с помощью катушек индуктивности. БЗУ предназначено для работы в стационарных температурных диапазонах (при комнатных температурах) и при нормальном атмосферном давлении.

Схемная реализация предполагает в себе широтно-импульсную регулировку на микросхеме NE555. Получается ШИМ-модуляция, которая очень активно реализуется в современных источниках питания и достаточно перспективна, стабильна, позволяет работать даже с достаточно высокими мощностями. В схеме представлена защита превышения допустимой границы по току, защита от перепадов напряжений и всплесков индукции, возникновения помех. Для получения требуемых значений на выходе используется стабилизатор в приемном контуре.

Катушка передающего контура включает в себе 40 витков медной проволоки диаметром 0,5 мм, приемного 25 витков диаметром 0,3 мм. Работа устройства основывается на известном физическом явлении возникновения электродвижущей силы (ЭДС) в контурах.

Конструктивное решение выполняется на базе применения корпусов нескольких покупных БЗУ с последующими доработками. Все необходимые электронные компоненты (ЭК) монтируются на одностороннюю печатную плату (стеклотекстолит FR-4). Компоновка производится с применением систем автоматизированного проектирования (САПР) и выполнена таким образом, чтобы обеспечить максимальную электромагнитную совместимость элементов, устранить наводки. Используется технология пайки волной припоя с предварительной фиксацией элементов зиг-замком. Корпус проектируется с учетом требований максимальной технологичности, его составные части легко отделяются друг от друга посредством использования резьбовых соединений, способен конкурировать с современными моделями. Основные материалы корпуса – сталь, резина, пластик. Принудительное охлаждение для данного БЗУ не используется, поскольку результаты теплового расчета выявили необходимые значения перегрева корпуса и составных частей [1].

Таким образом, при проектировании устройства достигаются необходимые преимущества, заключающиеся в надежности (хорошая вероятность безотказной работы за период более 100 000 часов), доступной цене, удобстве эксплуатации. Работа устройства осуществляется на частотах, которые не оказывают отрицательного воздействия на организм человека (порядка 80 кГц).

Библиографический список

1. Дульнев Г.Н. и др. Методы расчета теплового режима приборов / Г.Н. Дульнев, В.Г. Парфенов, А.В. Сигалов. – М.: Радио и связь, 1990. – 312 с.

ОБЗОР СИСТЕМЫ ВЗВЕШИВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ДВИЖЕНИИ

А.К. Фролов, Д.Н. Шарый

Научные руководители – Матюшков В.Е. – д-р техн. наук, профессор;
Алексеев В.Ф. – канд. техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

В докладе рассматриваются классификации автомобильных весов, преимущества использования весов для взвешивания в движении гружёного и порожнего автомобильного транспорта над статическим взвешиванием, состав и способ построения системы для взвешивания в движении.

Весы — система, предназначенная для измерения массы груза, перевозимого автомобильным транспортом, путём измерения массы гружёного и порожнего транспорта. Также могут использоваться для осуществления контроля соответствия законодательным требованиям осевой и колесной нагрузки автотранспорта. Автомобильные весы могут использоваться в различных отраслях промышленности, где требуется взвешивание транспорта, гружёного сырьём: металлургия, горнодобывающая промышленность, топливно-энергетический комплекс, строительство и т.д. Весы делятся на две группы: весы статического взвешивания (платформенные, колейные, бесфундаментные для поосного взвешивания, подкладные) и весы для взвешивания в движении (на низких скоростях и на высоких скоростях) [1].

Перегруженные тяжеловесные и крупногабаритные транспортные средства существенно повреждают дорожное покрытие, и ограничение их количества минимизирует затраты на ремонт дорожного покрытия [2].

Традиционный способ взвешивания перегруженных транспортных средств производится с использованием стационарных или низкоскоростных весов и требует полной остановки или значительного снижения скорости измеряемого транспортного средства. Система динамического взвешивания измеряет и записывает (сохраняет), и хранит весовые показатели на каждую ось транспортного средства и общий вес при проезде в месте измерения со стандартной скоростью. Производит фото- или видеозапись, фиксирует данные о регистрационном знаке, время и место пользования автомобильной дорогой [3].

Пункт динамического взвешивания представляет собой систему детекции, идентификации и измерения различных параметров отдельных транспортных

средств в режиме реального времени, без прерывания движения потока транспорта.

В состав пункта входит комплекс датчиков, аппаратные средства, программное обеспечение и сетевые компоненты:

- индукционные петли, устанавливаемые непосредственно в поверхность дороги;

- пьезоэлектрические датчики взвешивания в движении и определения количества колес, устанавливаемые непосредственно в поверхность дороги;

- обзорные камеры высокой разрешающей способности и камеры для определения номерного знака, устанавливаемые на портале над дорогой;

- технологический шкаф, включающий в себя промышленные компьютеры с управляющим программным обеспечением для обработки данных и работы с базами данных;

- сетевые компоненты;

- источники питания и источник бесперебойного питания;

- устройства защиты от перенапряжения, предохранители;

- сетевые модули ввода/вывода;

Основными функциями пункта динамического взвешивания являются:

- детекция (обнаружение) каждого отдельного транспортного средства в потоке транспорта;

- измерение отдельных параметров проезда транспортного средства, таких как: направление, скорость, длина, положение на дороге, количество осей, межосевое расстояние и положение осей, нагрузку на ось, количество колес на оси (одно колесо или спаренные колеса);

- фиксация изображения высокой четкости общего вида транспортного средства;

- идентификация и распознавание номерного знака транспортного средства, и его государственной принадлежности;

- измерение и оценка параметров транспортных средств, таких как: класс транспортного средства, наибольший допустимый общий вес, наибольшие допустимые нагрузки на отдельные оси, уровень успешности (надежности) измерения параметров транспортного средства, уровень успешности (надежности) распознавания номерных знаков;

- обнаружение и идентификация транспортных средств, пытающихся избежать измерений путем объезда по обочине или по соседней полосе движения;

- цифровая подпись окончательной записи транспортного средства;

- сохранение подписанной финальной записи о транспортном средстве в локальную базу данных;

- надежная и безопасная (конфиденциальная) передача сохраненных данных о транспортных средствах в центр управления[4].

Создание системы измерения массы транспортных средств в движении позволяет, не останавливая транспортный поток, определять транспорт, движущийся с превышением допустимых весовых параметров, а также уменьшить необоснованные простои транспортных средств без перевеса.

Библиографический список

1. Автомобильные весы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/автомобильные_весы.

2. Pravo.by [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.by/novosti/novosti-pravo-by/2018/january/27189/>.

3. Указ президента Республики Беларусь от 11 января 2018 г. №14.

4. Система динамического взвешивания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Техническая спецификация.pdf.

ЭЛЕКТРОННАЯ ЦИФРОВАЯ ПОДПИСЬ С ОТКРЫТЫМ КЛЮЧОМ

А.К. Фролов, Д.Н. Шарый

Научные руководители – Матюшков В.Е. – д-р техн. наук, профессор;

Алексеев В.Ф. – канд.техн.наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Электронная цифровая подпись (ЭЦП) позволяет подтвердить авторство электронного документа (будь то реальное лицо или, например, аккаунт в криптовалютой системе). Подпись связана как с автором, так и с самим документом с помощью криптографических методов, и не может быть подделана с помощью обычного копирования [1].

В настоящее время широко применяется электронная подпись основанная на асимметричном шифровании с открытым ключом. В Республике Беларусь действует стандарт СТБ 34.101.45-2013 “Информационные технологии и безопасность. Алгоритмы электронной цифровой подписи и транспорта ключа на основе эллиптических кривых”. Им определяются алгоритмы электронной цифровой подписи, которые предназначены для контроля целостности и подлинности сообщений, алгоритмы транспорта ключа. Автор сообщения использует свой личный ключ для выработки электронной цифровой подписи, а связанный с личным ключом открытый ключ используется другими сторонами для проверки электронной цифровой подписи. Алгоритмы выработки и проверки электронной цифровой подписи построены по схеме Шнорра. При выполнении алгоритмов используются вычисления в группе точек эллиптической кривой над конечным простым полем. В стандарте определяются алгоритмы генерации и проверки параметров, описывающих искомую группу. Определены также алгоритм генерации пары ключей (личного и открытого) и алгоритм проверки открытого ключа. Стандарт применяется при разработке средств криптографической защиты информации, в том числе средств электронной цифровой подписи и шифрования [2].

На практике алгоритмы с открытыми ключами недостаточно эффективны для подписания больших документов. Для экономии времени протоколы цифровой подписи нередко используют вместе с хэш-функциями. Хэш-функция — функция, осуществляющая преобразование массива входных данных произвольной длины в (выходную) битовую строку установленной длины, выполняемое определённым алгоритмом [3]. Шифрование выполняется в прямом направлении. Указания по шифрованию открыты, каждый может зашифровать сообщение. Закрытый ключ делает дешифрование таким же простым, как и шифрование. При этом заметно возрастает скорость и, так как вероятность получить для двух различных документов одинаковое 160-битное значение хэш-функции составляет только один шанс из 2^{160} , можно безопасно приравнять подпись значения хэш-

функции и подпись документа. Также, подпись может быть отделена от документа и значительно уменьшаются требования к объему памяти получателя, в котором хранятся документы и подписи. Архивная система может использовать этот протокол для подтверждения существования документов, не храня их содержания [4].

На рисунке 1 показан алгоритм подписания и проверки электронной цифровой подписи документа.

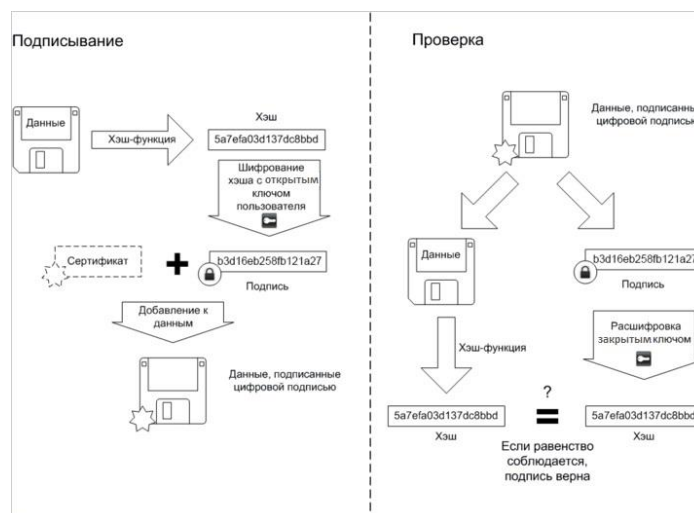


Рис. 1 — Алгоритм подписания и проверки ЭЦП

Асимметричное шифрование с открытым ключом базируется на следующих принципах:

- генерируется открытый и закрытый ключи так, чтобы, зная открытый ключ, нельзя было вычислить закрытый ключ за разумный срок. При этом механизм генерации является общеизвестным;
- надёжные методы шифрования, позволяющие зашифровать сообщение открытым ключом так, чтобы расшифровать его можно было только закрытым ключом. Механизм шифрования является общеизвестным;
- владелец ключей никому не сообщает закрытый ключ, но делает открытый ключ общеизвестным.

Если необходимо передать зашифрованное сообщение владельцу ключей, то отправитель должен получить открытый ключ. Отправитель шифрует свое сообщение открытым ключом получателя и передает его получателю (владельцу ключей) по открытым каналам. При этом расшифровать сообщение не может никто, кроме владельца закрытого ключа [5].

В результате можно обеспечить надёжное шифрование сообщений, сохраняя ключ расшифровки секретным для всех - даже для отправителей сообщений.

Библиографический список

1. Электронная подпись [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Электронная_подпись.
2. СТБ 34.101.45-2013. Информационные технологии и безопасность. Алгоритмы электронной цифровой подписи и транспорта ключа на основе эллиптических кривых [Текст]. — Взамен СТБ П 34.101.45-2011; введ. 2014-01-01. — Минск: Госстандарт. — 42 с.

3. Хеш-функция [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Хеш-функция>.

4. Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. — М.: Триумф, 2002. — 816 с. — 3000 экз.

5. Криптосистема с открытым ключом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Криптосистема_с_открытым_ключом.

УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЫ МЕТОДОМ ЗОНДА ЛЕНГМЮРА

Ю.В. Ханенко, А.В. Николаев, М.А. Маркушин
Научный руководитель - Кричевский С.В.
к-т техн. наук, доцент

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

Зондовые методы измерения параметров плазмы находят широкое применение для исследования источников плазмы [1], благодаря простоте конструкции и возможности аналитического описания результатов измерения. В настоящее время существует большое многообразие устройств, реализующих этот метод, которые можно условно разбить на две группы, а именно: метод с использованием одного зонда, и, более позднее видоизменение – двойной зонд.

В представленной работе реализовано устройство, позволяющее измерять основные параметры плазмы: концентрацию заряженных частиц n_e , n_i , температуру T_e , T_i , энергию E_e , E_i , потенциал плазмы U , направленные скорости заряженных частиц u_e и u_i ; определять функцию распределения электронов по скоростям.

Объектом исследования являлась внеэлектродная плазма, формируемая на основе высоковольтного разряда [2]: диаметр поперечного сечения 100 мм, напряжение на электродах 600 В, ток разряда 80 мА. Снятие ВАХ осуществлялось зондом Ленгмюра путём регулировки напряжения ± 100 В. По результатам эксперимента путем использования аналитических выражений [3,4], определялись все вышеперечисленные параметры.

В настоящей работе получены следующие экспериментальные данные: $n_e = 3.6 \cdot 10^8 \text{ см}^{-3}$, $T_e = 23260 \text{ К}$, $E_e = 2.004 \text{ эВ}$. Устройство позволяет снимать распределение концентрации заряженных частиц по сечению плазмы, получаемая равномерность не хуже 98%.

Библиографический список

1. Литовченко Л.В. Методы исследования параметров плазменных образований / Курс лекций для высших технических учебных заведений – Киев, “Миллениум”, 2009, С. 28-35.

2. Kazanskiy N.L., Kolpakov V.A. *Optical materials: Microstructuring surfaces with off-electrode plasma* 2017. 190p.

3. Каган Ю.М. О теории зондов Ленгмюра / Ю.М. Каган, В.И. Перель // Журнал экспериментальной и теоретической физики. 1955. Т.29. С.411-450.

4. Демидов В.И., Колоколов Н.Б., Кудрявцев А.А. Зондовые методы исследования низкотемпературной плазмы. М. Энергоатомиздат. 1996

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ МЕНЕДЖМЕНТА НАДЕЖНОСТИ И РИСКА КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

М.И. Цыцына

Научный руководитель – Таганов А.И.

д.т.н., профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается влияние проектных рисков различной степени идентификации на надежность сложных систем и перспективы управления рисками в условиях неполноты информации [1-3, 6-8].

Одной из основных задач при конструировании и эксплуатации различных аэрокосмических устройств и систем, в том числе малых космических аппаратов, является задача обеспечения *надежности* их функционирования. При этом, к основным методам обеспечения надежности космических систем относят: дублирование, резервирование, применение надежных элементов, эксплуатация в допустимом диапазоне условий, защита от внешних воздействий, использование взаимозаменяемых компонентов и ремонтпригодность и др. [1].

На практике в процессах жизненного цикла космических систем возникают различные риски, которые оказывают негативное влияние на характеристики качества и надежности функционирования таких систем. В связи с этим существует необходимость в решении задачи оценивания величины проектных рисков и управления ими с целью предотвращения и ликвидации их последствий на характеристики качества и надежности космических систем [1]. В этом случае процедуры и элементы процесса оценки надежности и величины риска должны включать в себя анализ ряда параметров и характеристик, указанных в Государственных стандартах [1-4].

Проведенный анализ методов и стандартов в области менеджмента надежности и риска космических систем показал, что для обработки информации о рисках, влияющих на характеристики надежности, наиболее применимыми и рекомендуемыми являются следующие методы, представленные в таблице [1-3, 5].

Наименование метода	Идентификация риска	Анализ риска	Сравнительная оценка риска
Мозговой штурм	Строго применим	Не применим	
Метод Дельфи	Строго применим	Не применим	
Анализ опасности и критических контрольных точек	Строго применим	Частично применим	Строго применим
Методы анализа сценариев	Применимы		
Методы анализа причин и последствий	Частично применимы		
Методы анализа деревьев событий и решений	Применимы не во всех процессах оценки риска		
Матрицы последствий и вероятностей	Применимы		

Однако, при значительном количестве факторов (в реальных ситуациях) требуется знание многих условных вероятностей, которые чаще всего неизвестны даже экспертам. В таких случаях последствие может быть результатом реализации нескольких событий или неидентифицированного события («влияние неопределенностей на цели» [6]).

Причинами неопределенностей могут быть: качественный, а не количественный характер параметров; правила, описывающие предметную область, не являющиеся абсолютно достоверными, а использующими нечеткие кванторы вида «в 70% случаев», «очень часто» и т.д.; применение той или иной формы нечеткого вывода вследствие неприменимости строгого логического подхода [6, 7]).

Когда не работают строгие математические или алгоритмические методы, а значительная часть информации не является структурированной и строго достоверной, или не самая достоверная информация является единственно доступной, возникают задачи принятия решений по проектным рискам в нечетких условиях. Для решения этих задач предлагается исследовать вопросы применения методов теории нечетких множеств, теории искусственного интеллекта, гибридных алгоритмов и бионических методов [3, 7, 8].

Библиографический список

1. ГОСТ Р 56526-2015 «Требования надежности и безопасности космических систем, комплексов и автоматических космических аппаратов единичного (мелкосерийного) изготовления с длительными сроками активного существования».. – М.: Стандартинформ, 2015.
2. ГОСТ Р 51901.11 -2005. «Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности». Введ. 2006-01-01.- М.: Стандартинформ, 2006.
3. ГОСТ Р ИСО 31010:2011. «Менеджмент риска. Методы оценки риска». – Введ. 2011-12-01. – М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2012. – 69 с.
4. Корячко В.П., Таганов А.И., Таганов Р.А. Методологические основы разработки и управления требованиями к программным системам. - Горячая линия – Телеком, 2009. – 224 с.
5. Струков А.В. Анализ международных и российских стандартов в области надежности, риска и безопасности [Электронный ресурс]. - Режим доступа: - http://szma.com/standarts_analysis.pdf (дата обращения 01.10.2019).
6. Таганов А.И. Методика анализа и сокращения рисков проектов сложных программных систем по характеристикам качества // Вестник РГРТУ. – Рязань 2010. Вып. 30. С. 77-82.
7. Таганов А.И. Применение нечетких множеств для формализации процессов анализа и идентификации важности рисков программного проекта // Научно-технический журнал «Системы управления и информационные технологии». – Москва-Воронеж. Выпуск №4(30), 2007.
8. Корячко В.П., Таганов А.И., Таганов Р.А. Гибридные алгоритмы и бионические методы для анализа рисков и управления программными проектами. // Межвузовский сборник научных трудов «Информационные технологии в научных исследованиях». Рязанский государственный радиотехнический университет, 2010.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

М.З. Шаронова, Д.З. Шаронова
Научный руководитель – Миронов Г.С.
кандидат техн. наук, доцент

**Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева**

Одним из важнейших показателей развития страны является уровень развития лесопромышленного комплекса. Именно поэтому к предприятиям данной отрасли, качеству инфраструктуры уделяется повышенное внимание. Вместе с тем предприятия и сами заинтересованы в выпуске конкурентоспособной продукции.

На сегодняшний день автоматизация производства в сфере лесной промышленности имеет большое значение, поскольку требования к качеству и количеству продукции постоянно увеличиваются. Сейчас уже неактуально то, что еще совсем недавно казалось новшеством и модернизацией [1].

Учитывая возросшие требования к качеству, цене, функциональности продукции деревообрабатывающих предприятий уже сейчас невозможно обходиться без современных высокотехнологичных систем, которые бы позволяли управлять производственным процессом с пульта управления [3].

Помимо современного оборудования многие предприятия лесопромышленного комплекса нуждаются также в автоматизированных системах, позволяющих оперативно решать задачи управления и отвечающих ряду требований.

Информационное обеспечение в лесопромышленном комплексе приобретает особую роль.

Выбор системы управления и учета на предприятии, в частности, для предприятия лесопромышленного комплекса, представляет собой весьма непростую задачу. Спрос на автоматизацию серьезно различается в зависимости от подотрасли.

Производственная деятельность лесопромышленного предприятия размещена на больших пространствах, управление производственной деятельностью требует анализа большого объема пространственной и атрибутивной информации. Решение технологических вопросов требует наличия и анализа картографической информации. Эти особенности накладывают особые требования к созданию информационной системы управления транспортно-технологическими процессами лесопромышленных предприятий [5].

С учетом особенности функционирования лесопромышленного предприятия на больших пространствах и зависимости его деятельности от размещения технологических процессов в пространстве и зависимости технологических процессов от пространственно-временных условий в основу программного обеспечения информационной системы, наряду с другими стандартными системами, принято использование геоинформационных систем.

Анализ работы современных лесопильных производств, характеризующихся сложностью и разнообразием технологических процессов, показывает, что до сих пор здесь не разрешено главное

противоречие между усложнившимся характером производства и сокращающимися ресурсами времени для выполнения функций управления.

Современные тенденции развития науки и техники дают основание полагать, что в ближайшем будущем интеллектуальные технологии управления станут основными технологиями, используемыми в лесопромышленном комплексе и деревообработке для достижения эффективного управления производственным процессом, отвечающим динамике изменения конъюнктуры рынка пиломатериалов, древесных плит и столярно-строительных изделий с оптимизацией использования всех ресурсов предприятия на каждом участке производственного процесса [1].

Облегчить внедрение информационных технологий позволит узаконенное непрерывное лесоустройство.

Появление современных ГИС позволяет реально перейти от традиционного лесоустройства к непрерывному с минимальными трудозатратами. Современные электронно-вычислительные машины позволяют обрабатывать и анализировать огромные объемы структурированных данных по состоянию лесного фонда.

Основной задачей развития информационного внедрения в лесное хозяйство можно считать задачу по созданию совмещенной таксационно-картографической базы данных всех лесничеств, которая позволяла бы вносить в них текущие изменения и иметь актуализированную информацию о лесном фонде.

Информационные технологии позволяют увеличивать эффективность природоохранных и хозяйственных функций лесного хозяйства в несколько раз благодаря возможности быстро и без ошибок обрабатывать большие массивы информации, получать аналитическую статистику по лесному фонду, обрабатывать и проектировать лесохозяйственные мероприятия на больших территориях в кратчайшие сроки.

В развитии информационных технологий в лесном хозяйстве заинтересованы все участники лесной сферы, от конечного пользователя лесными ресурсами до госорганов управления лесным фондом [5].

Показатели, характеризующие деятельность предприятия, постоянно меняются, поэтому необходим систематический контроль, осуществление которого требует наличия постоянно действующей отлаженной оперативной постоянно обновляющейся информационной системы.

Создание информационной системы управления лесопромышленным предприятием, отвечающей перечисленным требованиям, достаточно трудоемкий процесс, требует консолидации усилий множества специалистов и единого руководства.

В то же время модульный принцип ее создания позволяет осуществлять постепенное ее внедрение по мере готовности отдельных модулей [2].

Автоматизированная система предприятия лесной отрасли должна обеспечить работу его специалистов различных подразделений в едином информационном пространстве, прозрачность учета, а также возможность для должного контроля и анализа деятельности.

В системе должны быть учтены отраслевые особенности расчета и калькулирования себестоимости, реализованы эффективные методики оценки объемов сырья, незавершенной и готовой продукции, а также возможность получать достоверные и своевременные данные о реальной

стоимости производственных процессов, себестоимости каждого вида продукции и рентабельности каждого направления деятельности.

Кроме того, система должна удовлетворять потребность предприятия в оптимизации движения древесного сырья и результатов его переработки.

Необходима также возможность интеграции системы с автоматизированной системой управления технологическим процессом.

Таким образом применение автоматизированных информационных систем в управлении лесопромышленными предприятиями способствует повышению эффективности производства, повышению качества принимаемых решений, сокращению времени на принятие решение, более рациональному использованию имеющихся ресурсов.

Библиографический список

1. Антонец, В.Л., Нечаева Н.В. Инновационный бизнес. Формирование моделей коммерциализации перспективных разработок. – М.: Дело, Академия народного хозяйства, 2009. – 320 с

2. Бугаков, В.М. Информационное, программное обеспечение управления в экономических системах предприятий деревообработки / В.М. Бугаков, В.С. Петровский // Ресурсосберегающие и экологически перспективные технологии и машины лесного комплекса: Матер. междунар. научно-практ. конф. / ВГЛТА. – Воронеж, 2009. – С. 148–152.

3. Лохин, В. М. Интеллектуальные системы управления: понятия, определения, принципы построения/ В.М. Лохин, В.Н. Захаров// В книге "Интеллектуальные системы автоматического управления" под редакцией И.М. Макарова, В.М. Лохина. - М.: 2001. – 445с.

4. Петровский, В.С. Автоматизация лесопромышленных предприятий: Учебное пособие для среднего профессионального образования // В.А. Втюрин. – М.: Академия, 2005. – 304 с.

5. Шуремов, Л.Е., Чистов, Г.В., Лямова, Л.Е. Информационные системы управления предприятиями. – М.: Изд-во. Бухгалтерский учет, 2006. – 340 с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДЛЯ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА

А.О. Шилин, А.И. Тараканов

Научный руководитель – Мусолин А.К.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Работа посвящена изучению и разработке программного обеспечения для управления роботом-манипулятором на основе микропроцессорной платы Arduino UNO. Целью работы является создание программы для управления роботом-манипулятором. Научная новизна данной работы заключается в изучении программных продуктов Arduino и применении их на практике.

На сегодняшний день, производство невозможно представить без современных роботизированных средств, которые, чаще всего, представлены роботами-манипуляторами. Это связано с несколькими факторами. Во-первых, развитие предприятия, с экономической точки зрения, очень глубоко зависит от скорости выпуска продукции, а во-вторых, влияние человеческого фактора на качество изделий сводится к минимуму.

Объемы и темпы работ в области комплексной автоматизации предприятий машиностроения постоянно возрастают [1]. В связи с этим, в серийное производство все больше внедряют промышленных роботов различного вида.

Промышленный робот – это автоматическая машина, стационарная или передвижная, состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора, имеющего несколько степеней подвижности, и перепрограммируемого устройства программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций [2].

Для создания управляющей программы робота манипулятора, представлена схема, изображенная на Рисунке 1.

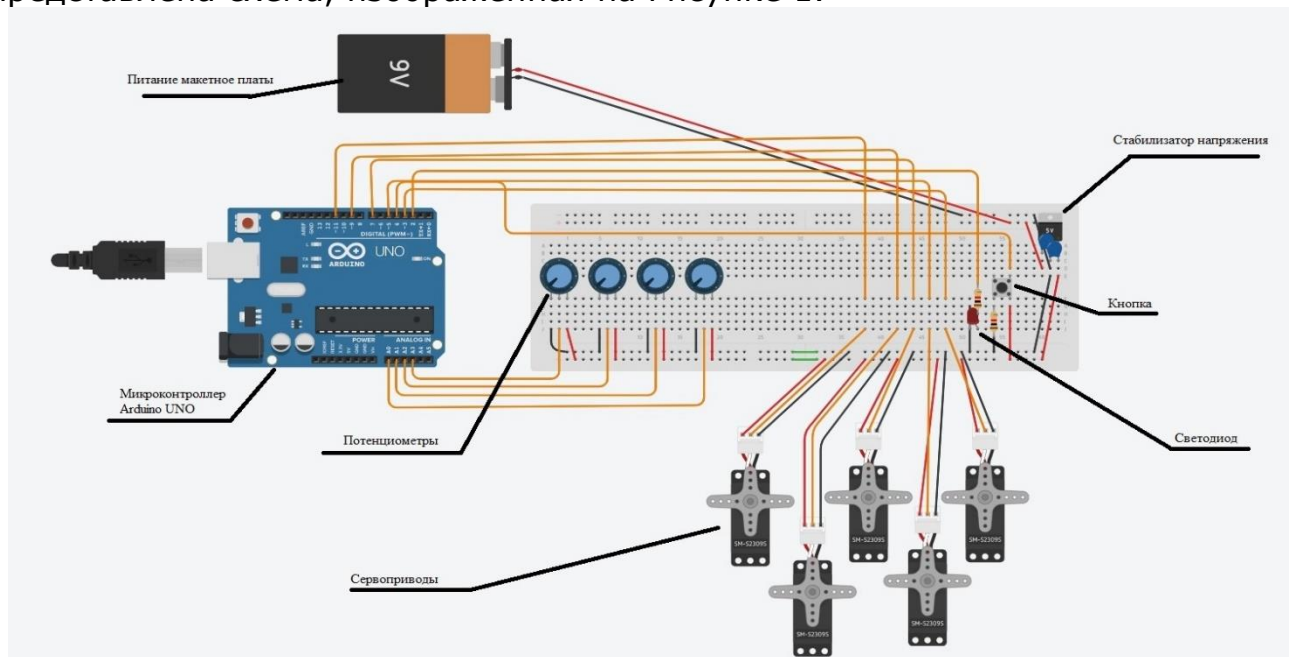


Рисунок 1 – Схема робота манипулятора

При создании схемы использовалась программа Tinkercad Circuits – это online-конструктор электронных схем, который принадлежит компании Autodesk. Конструктор включает в себя платы и различные электронные компоненты. Он позволяет создать любую схему и проверить ее работоспособность, а также указывает на ошибки при сборке схемы и написании программы, что позволит не испортить оборудование при создании реальной модели.

Tinkercad Circuits имеет множество преимуществ перед другими программами, например:

- удобный графический редактор для визуального построения электронных схем, что позволяет создавать эмулятор виртуальной схемы;
- встроенный редактор Arduino;
- встроенные учебные пособия;
- можно добавить или написать библиотеку для работы с модулями.

На данной схеме для питания элементов схемы, кроме платы Arduino, используется 9 В батарея. Это связано с тем, что при включении схемы, потребление энергии сервоприводом немного больше, чем у платы, таким образом, если мы подключим ее на прямую, то Arduino может выйти из строя.

Так же на макетной плате установлен стабилизатор напряжения 7805 и конденсаторы. Стабилизатор преобразовывает напряжение 9 В с батареи в напряжение 5 В для стабильной работы подключенных элементов схемы. Конденсаторы, подключенные в цепь со стабилизатором, не дают выйти ему из строя, предотвращая его самовозбуждение.

Сервоприводы, используемые на рисунке 1, могут быть 2 типов: стандартными (имеют небольшой размер, а также шестерни из нейлона) и сервопривод 9g (имеют высокое качество исполнения, шестерни из металла). Для данной схемы подойдет 2 тип сервоприводов. Они работают с номинальным напряжением питания 5 В при допустимом диапазоне питающих напряжений от 4 до 7 В.

В схеме, показанной на рисунке 1, используется стационарный однооборотный потенциометр. Он включает в себя скользящий элемент, который может поворачиваться на один оборот, а точнее, около 270 градусов. На полный оборот поворот невозможен, так как на остальной части сектора поворота размещены клеммы контактов.

Библиографический список

1. Промышленные роботы. Л., «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1977, 160 с.

2. Попов Е.П., Писменный Г.В., Основы робототехники: Введение в специальность: Учеб. для вузов по спец. «Робототехн. системы и комплексы» - М.: Высш. шк., 1990. – 224 с.: ил.

Секция 10. КОСМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ
МИКРОВОЛНОВЫХ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Д.Ф. Алимов

Научный руководитель - Васильев Е.П.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматриваются проблемы выбора программных средств и технология применения современных САПР СВЧ. Дается краткий сравнительный анализ широко применяемых коммерческих программ.

В настоящее время имеется ряд пакетов прикладных программ (ППП), таких как Microwave Office (MWO) [1], Ansoft HFSS [2], CST Microwave Studio (CST MWS) [3,4] и ряда других, предназначенных для расчета электромагнитных полей высокой и низкой частоты. Многие из перечисленных программных реализаций имеют определенные недостатки либо ограничения на область применения. Обоснование выбора ППП схемотехнического и электродинамического моделирования, в зависимости от конкретной проектной задачи, является актуальной научной и практической проблемой.

Поэтому целью представленной работы является: сравнительный анализ современных САПР СВЧ (MWO, HFSS, CST MWS) и качественная оценка точности расчетов с использованием различных САПР СВЧ.

Интегрированная среда разработки микроволновых устройств фирмы Applied Wave Research (AWR) MWO позволяет реализовать полный цикл исследования и разработки сложных изделий радиотехники. САПР представляет собой композицию различных модулей. К недостатку MWO можно отнести то, что невозможно реализовать сложную 3D- модель (рупорные антенны, волноводные и коаксиальные узлы и т.п.), реализовать оптимизацию трехмерной EM-модели, также не представляется возможным. Поэтому оптимизируются подключенные к трёхмерной электродинамической модели линейные схемотехнические элементы (микроразветвляющие линии, делители-сумматоры, фильтры, направленные ответвители и др.).

Пакет HFSS (High Frequency Structure Simulator) ориентирован на проектирование антенн. В тоже время, он позволяет моделировать на электродинамическом уровне трёхмерные конструкции микроволновых устройств, для которых сложно применить принцип декомпозиции (волноводно-полосковые переходы, неоднородности в полосковой многослойной ПЛ и др.). Недостатком HFSS является то, что он позволяет проводить моделирование только линейных устройств, к которым относятся фильтры, линии передачи, неоднородности, делители-сумматоры, направленные ответвители и др. Поэтому сложная схема разбивается на линейную и нелинейную часть, при этом нелинейная часть моделируется другими программами (например, MWO).

Мощный пакет CST MWS представляет собой быструю и точную программу моделирования сложных объемных СВЧ устройств. Она позволяет моделировать: волноводные и микрополосковые направленные ответвители мощности, делители и сумматоры мощности, волноводные, микрополосковые и диэлектрические фильтры, различные линии передачи, коаксиальные и многовыводные соединители, оптические волноводы и коммутаторы, различные типы антенн – рупорные, спиральные, планарные и др.

Библиографический список

1. <https://www.awrcorp.com/products/ni-awr-design-environment/microwave-office-software> (сайт компании AWR – разработчик программы MWO).
2. <http://www.ansys.com/> (сайт компании ANSYS – разработчик программы HFSS).
3. <https://www.cst.com/products/csts2> (сайт компании CST – разработчик программы CST STUDIO SUITE).
4. Курушин А.А., Пластиков А.Н. Проектирование СВЧ устройств в среде CST Microwave Studio. М.: МЭИ. – 2011. – 155 с

АНАЛИЗ МЕТОДОВ СЖАТИЯ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.В. Бендарский, О.А. Бодров

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Изображения земной поверхности, полученные с помощью космических аппаратов (КА), используются во множестве сфер деятельности человека, таких как геодезия, сельское хозяйство, картографирование и других. Однако существует проблема получения таких изображений, связанная с передачей больших объемов данных и низкой пропускной способностью каналов связи, применяемых при передаче с КА. Это подтверждается характеристиками современных спутников систем дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), приведенными в таблице.

КА (год запуска)	Оператор (страна)	m, кг	R, м	v, Мбит/с	Стандарт сжатия	Степень сжатия	D, Гбит
Ресурс-П №3 (2016)	НЦ ОМЗ (Россия)	6575	0,5 * 3,0 **	2*150	JPEG-2000	10	128
Канопус-В-ИК (2017)	НЦ ОМЗ (Россия)	600	2,7 * 10,5 **	2*120	АДИКМ	3,4	25
ALOS-3 (2015)	JAXA (Япония)	2000	0,8 * 5,0 **	800	JPEG-2000	2,3	200
WorldView v4 (2016)	DigitalGlobe (США)	2800	0,3 * 1,3 **	800	АДИКМ	4,3	2200
Landsat8 (2013)	USGS (США)	2623	15,0 * 30,0 **	450	ICER	2,3	3140

SPOT-6 (2012)	EADS Astrium Satellites (Франция)	800	2,0 * 8,0 **	300	ICER	2,3	850
------------------	--	-----	-----------------	-----	------	-----	-----

В данной таблице использовались следующие обозначения:

m — масса КА;

R — пространственное разрешение (* — для панхроматического режима съемки, ** — для мультиспектрального режима съемки);

v — скорость передачи информации по каналу связи;

D — объем бортового запоминающего устройства;

JPEG-2000 — стандарт сжатия, использующий технологию вейвлет преобразования;

АДИКМ — адаптивная дифференциальная импульсно-кодовая модуляция;

ICER — стандарт сжатия, использующий технологию вейвлет преобразования.

Стоит заметить, что КА, используемые в системах ДЗЗ, имеют противоречие между производительностью и слабой пропускной способностью канала связи, которое решается с помощью применения алгоритмов сжатия изображений. Специализированный подход в вопросе сжатия изображения имеет только стандарт ICER, который разрабатывался NASA исключительно с целью применения на КА.

Это противоречие также можно решить за счёт ретрансляции данных через геостационарные спутники для дальнейшей передачи на наземную станцию ДЗЗ. Однако это приведет к увеличению веса КА, т.к. при этом требуются дополнительные аппаратные затраты для наведения на геостационарный спутник. В связи с этим разработка алгоритмов сжатия, не приводящая к усложнению аппаратной части, является задачей требующей решения в настоящее время.

В системах ДЗЗ для сжатия данных передаваемых с КА достаточно часто применяют технологии вейвлет-преобразования. Это объясняется тем, что другие методы менее устойчивы к ошибкам передачи и декодирования [1] и требуют больших вычислительных затрат на декодирование [2]. Так же использование методов вейвлет-сжатия подразумевает возможность использования различных вейвлет-базисов и создания новых типов вейвлетов для более точного приближения к исходному сигналу при восстановлении изображения на приемной стороне [3].

В работе рассмотрены различные подходы к сжатию мультиспектральных изображений с помощью вейвлет-преобразования и произведено сравнение их эффективности по показателям качества таким как степень сжатия и вычислительные затраты.

Библиографический список

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2006, 1012 с.
2. Мала С. Вейвлеты в обработке сигналов. М.: Мир, 2005, 670 с.
3. Malavar, H. S., "Signal Processing with Lapped Transforms" Norwood, MA, Artech House, 1992, P. 23

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ БИБЛИОТЕК OSGEO ДЛЯ ОБРАБОТКИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ С НИЗКООРБИТАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ СПУТНИКОВОЙ ГРУППИРОВКИ GEONETCAST

**В.А. Туманов, М.В. Грачев, Д.И. Лбов, О.А. Бодров
Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Спутниковая группировка GEONETCast позволяет вести оперативный мониторинг физических параметров атмосферы и земной поверхности в режиме квазиреального времени. Существует два основных типа метеорологических спутников: геостационарные и низкоорбитальные. Данные, получаемые низкоорбитальными спутниками имеют меньший охват обозреваемой территории, но более высокую разрешающую способность. Однако, для приема и обработки данных с низкоорбитальных спутников о метеорологическом состоянии выбранного участка земной поверхности требуются большие технико-экономические затраты, по сравнению с приемом и обработкой данных с геостационарных спутников. Ранее, в работах [1, 2] рассматривалась система приема и обработки метеорологических данных с геостационарных спутников группировки GEONETCast. Целью данной работы является разработка алгоритмов обработки данных с низкоорбитальных космических аппаратов спутниковой группировки GEONETCast с применением системы библиотек OSGEO.

В данной работе рассматривается задача обработки данных низкоорбитального спутника METOP-B о температуре заданной области земной поверхности. Данные считываются бортовым сенсором AVHRR и передается в информационный центр системы EUMETSAT. Информационный центр собирает данные за весь день и формирует два набора данных, характеризующих температуру поверхности всей земной поверхности днем и ночью. Полученные наборы имеют разрешение 36000x18000 пикселей и занимают примерно 120 мегабайт на диске. Архивированные данные передаются на ретрансляционный спутник, с которого принимаются при помощи приемника Ауеска SR1. Затем архив передается на локальный сервер обработки данных.

После распаковки и сортировки файлов вспомогательной функцией [2] их начинает обрабатывать основной алгоритм. Для обработки используется система библиотек GDAL [4], позволяющая считывать, объединять, трансформировать и визуализировать геоинформационные данные [3]. Однако функционала встроенных утилит недостаточно, так как они не позволяют производить полноценную обработку данных. В связи с этим в разработанной системе используется версия библиотеки GDAL для Python.

В отсортированных данных проводится поиск файлов, которые необходимо обработать. Затем они открываются при помощи библиотеки GDAL [4], и из дочернего набора данных, соответствующему температуре поверхности, считывается в массив необходимая область земной поверхности. Границы этой области рассчитываются относительно координат конкретного географического объекта в этом наборе данных. Единовременное считывание данных, соответствующих заданной области, из общего массива позволяет значительно повысить быстродействие и снизить объем используемой

оперативной памяти. Полученный растровый массив сохраняется в формате tiff, который позволяет в дальнейшем использовать метаданные для анализа. Для визуализации полученных данных используется библиотека Pillow. Пример изображения, полученного при помощи разработанной программы показан на рисунке 1. После создания изображений, файл с набором данных закрывается и переносится в раздел обработанных файлов, для возможных дальнейших исследований.

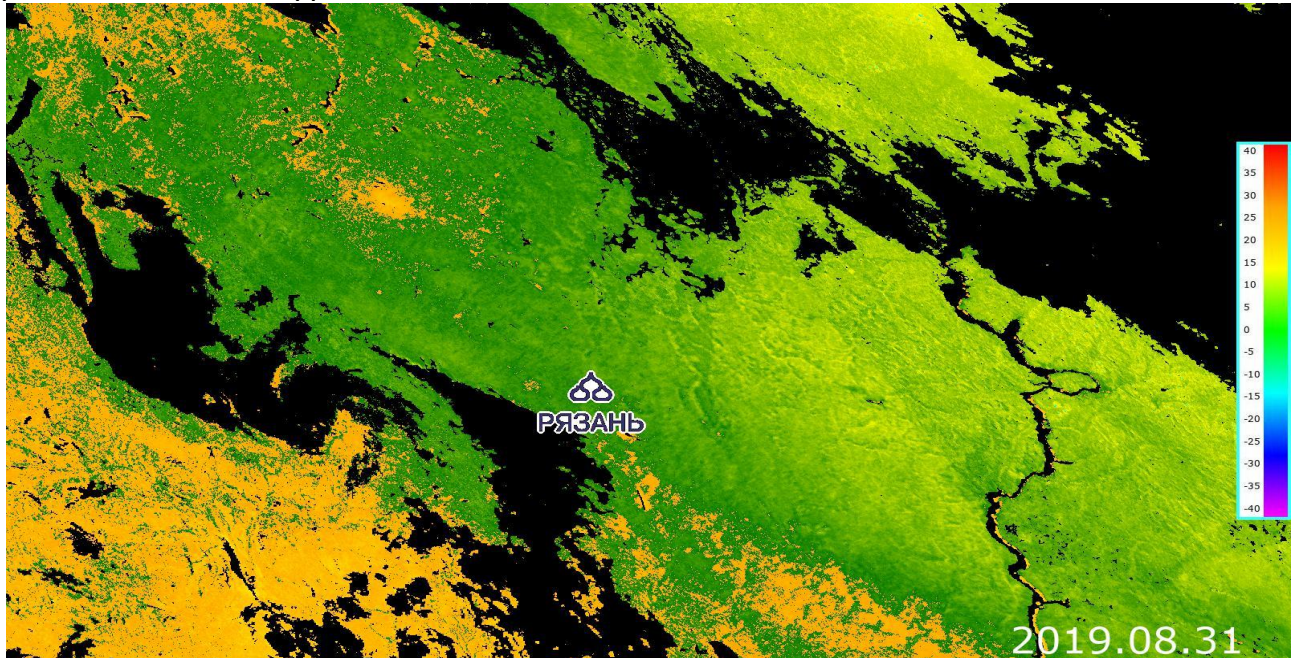


Рисунок 1 – Пример изображения, полученного при помощи разработанной программы

В работе предложены алгоритмы обработки данных с низкоорбитальных космических аппаратов спутниковой группировки GEONETCast, позволяющие получать с высоким разрешением и точностью метеорологические данные выбранной области земной поверхности.

Библиографический список

1. О.А. Бодров, М.В. Грачев, Д.И. Лбов. Методы приема и обработки информации с космических аппаратов метеорологической спутниковой системы GEONETCast // Международная научно-техническая и научно-методическая конференция «Современные технологии в науке и образовании» СТНО-2019. Т.6 – Рязань: сборник трудов международной научно-технической и научно-методической конференции – С. 185-189.
2. М.В. Грачев, Д.И. Лбов, В.А. Туманов. Алгоритмы сортировки и обработки геоинформационных данных спутниковой системы GEOMENCAST// Материалы V научно-технической конференции магистрантов Рязанского государственного радиотехнического университета. – Рязань: РГРТУ, 2019 г. – с. 223.
3. GDAL - Geospatial Data Abstraction Library [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gdal.org>, свободный. Загл. с экрана.
4. Garrard C. Geoprocessing with Python 1 edition. Manning Publications; 2016 г. - p. 360.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ЭЛЕКТРОННОЙ СХЕМЫ В ВИДЕ КОМБИНИРОВАННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОПЕРАТИВНОСТИ ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ

А.П. Капранов

Научный руководитель – В.В. Сускин

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Для повышения оперативности поиска неисправностей в докладе рассматривается представление функционального элемента (ФЭ) электронной схемы в виде комбинированной математической модели, который имеет иерархическую структуру и представляет собой самостоятельное устройство, обеспечивающее решение некоторых частных задач (ГОСТ 26632—85).

Первичный функциональный элемент (ПФЭ) – электрорадиокомпонент. Для построения математической модели ПФЭ, проводится содержательное описание объекта диагностики (ОД). ПФЭ представляется в виде структурного объекта с множеств входных и выходных параметров, в качестве которых могут выступать фрагменты текста, рисунки, диаграммы, таблицы значений параметров, эпюры сигналов.

Из первичных функциональных элементов формируются функциональные элементы более высоких иерархических уровней, представляемые в виде функциональных схем. Для построения математической модели функционального элемента более высокого иерархического уровня, по схеме электрической принципиальной проводится абстрактное описание ОД в виде ориентированного графа. Здесь вершины графа представляют собой первичные функциональные элементы, а дуги характеризуют направление сигнала [1]. Такая модель широко применяется в методах диагностики, но не обеспечивает повышение оперативности диагностирования, так как требует проверки всех элементов. С целью повышения оперативности, функциональный элемент, любого иерархического уровня, представляется в виде комбинированной модели. Если осуществить диагностику на данном иерархическом уровне невозможно, то проводится декомпозиция абстрактной модели ОД, и осуществляется проверка получившихся ФЭ. Для проведения декомпозиции, параметры ОД необходимо отождествить с буквами алфавита, таким образом, абстрактную модель можно представить структурной моделью и наоборот структурную модель абстрактной. Пусть параметры ОД отождествляются с входным алфавитом $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ и выходным алфавитом $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$, который индуцирует частичное отображение f множества $\sigma(x)$ в $\sigma(y)$. Событием R_j , представленным в объекте ОД выходным сигналом Y_j ($j \in Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$) называется множество всех слов $P \in \sigma(x)$ этого алфавита, для которых слово $f(P)$ определено и оканчивается буквой Y_j . Если $W \subseteq Y$ – некоторое подмножество выходных сигналов, то событием, представленным в объекте ОД множеством W , называется объединение событий, представленных всеми элементами этого множества. В том случае, когда W совпадает с алфавитом Y , соответствующее ему событие называется каноническим множеством событий R_1, R_2, \dots, R_m объекта ОД. С помощью операций умножения, суммирования и суперпозиции можно описать различные способы соединения и варианты работы электронного средства.

Комбинированная модель ФЭ позволяет провести одновременно абстрактное и содержательное описание функционального элемента и представляет собой технологию формирования информационных массивов в виде ассоциативных сетей, элементами или узлами которых выступают фрагменты текста, рисунки, диаграммы, таблицы значений параметров, эпюры сигналов в контрольных точках, процесс моделирования исправного и неисправного состояния элемента. Объект диагностики представляется в виде графовой модели с эпюрами сигналов в контрольных точках. Что позволяет применить элементарную проверку моделирование поведения исправного и не исправного устройства и за счет сравнения эпюр сигналов модели и исследуемого элемента определить неисправность.

Таким образом, для повышения оперативности технической диагностики, за счет проверки функциональных элементов более высокого уровня была разработана комбинированная модель ОД с условными переходами работоспособного и неработоспособного состояния схемы.

Библиографический список

1. Дубов А.В., Капранов А.П., Сускин В.В., Шевченко В.Ф. Построение и анализ абстрактных моделей при диагностике радиоэлектронных устройств: методические указания к лабораторной работе – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т., 2011. – 16 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЗОНЫ РАДИОВИДИМОСТИ НАЗЕМНЫХ ПУНКТОВ ПРИЕМА КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

А. А. Кашеев, С. И. Гусев

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В процессе штатной эксплуатации космических аппаратов дистанционного зондирования Земли (КА ДЗЗ) одной из актуальных задач является априорная оценка длительности сеансов связи космических аппаратов с наземными пунктами приема космической информации ДЗЗ (НППИ), от объективности которой зависят точность планирования работы бортовой аппаратуры высокоскоростной радиолинии (ВРЛ) и достоверность подтверждения тактико-технических характеристик системы.

В основе оценки лежит расчет географических координат границ зоны радиовидимости (ЗРВ) НППИ. Получивший широкое распространение классический подход к построению ЗРВ на основе расчета центрального угла Земли и угла превышения над горизонтом для условий прямой видимости [1, 2] обеспечивает необходимую точность для ненадежных радиолиний и является неприемлемым для высоконадежных радиолиний.

Одним из вариантов решения указанной проблемы является определение географических координат границ зоны радиовидимости НППИ на основе сравнения текущей оценки отношения сигнал-шум (ОСШ) на входе НППИ с пороговым значением при разной вероятности битовой ошибки передачи информации.

Задача решается в предположении, что в процессе наблюдения земной поверхности передача информации осуществляется при нахождении космического аппарата в зоне радиовидимости пункта приема информации

[3], а за ее пределами накопление информации происходит в бортовом запоминающем устройстве.

Для построения зоны радиовидимости предлагается алгоритм (рисунок 1), обеспечивающий выполнение следующих задач:

- вычисление топоцентрических координат движения центра масс КА ДЗЗ;
- расчет текущего ОСШ на входе оборудования НППИ;
- определение факта пересечения КА ДЗЗ границ ЗРВ;
- расчет центрального угла Земли;
- расчет географических координат ЗРВ;
- оценка точности определения географических координат ЗРВ.

Предложенный алгоритм построения обеспечивает повышение точности оценки координат границ зон радиовидимости для высоконадежных радиолиний до 60% по сравнению с классическим способом.

Применение алгоритма является целесообразным для высоконадежных радиолиний при использовании низкоэффективных помехоустойчивых кодов.

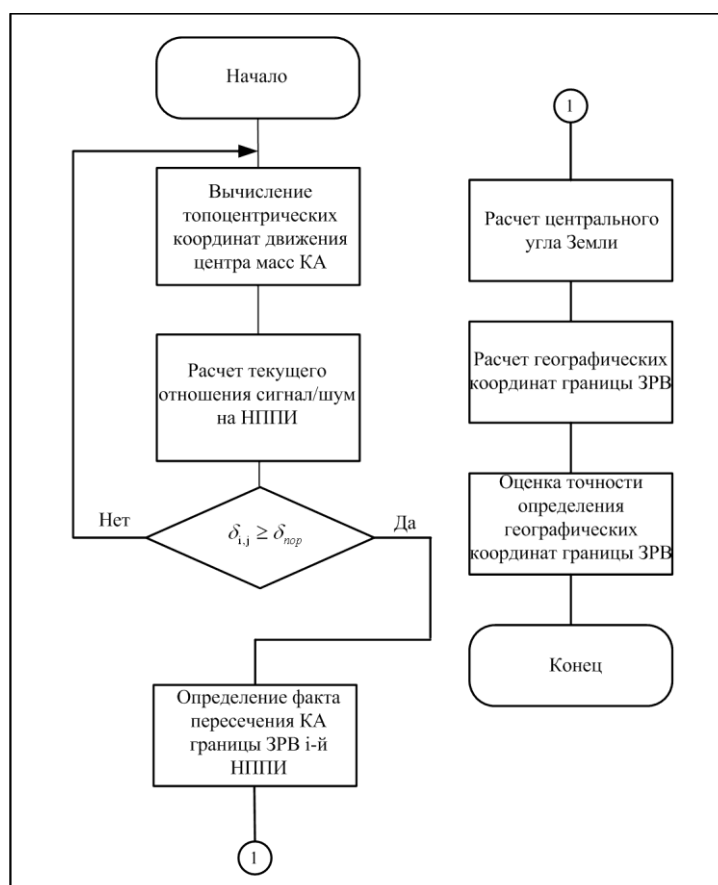


Рисунок 1 - Алгоритм построения зоны радиовидимости НППИ

Библиографический список

1. Куренков В. И., Салмин В. В., Абрамов Б. А. Основы устройства и моделирования целевого функционирования космических аппаратов наблюдения: учеб. пособие. – Самара. Изд-во Самар. гос. аэрокосм. Ун-та–2006.– 296 с.

2. Машбиц Л. М. Зоны обслуживания систем спутниковой связи. – М. Радио и связь – 1982.– 169 с.

3. Кашеев А.А., Гусев С.И. Алгоритм построения зоны радиовидимости наземных приемных станций для высоконадежных космических радиолиний // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2018. № 66-1. С. 16-21.

ПОДХОДЫ К АПОСТЕРИОРНОЙ ОЦЕНКЕ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ ОТ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ РАДИОЛОКАЦИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗЕМЛИ

П.А. Князьков, Г.П. Медведев

Научный руководитель — В.В. Еремеев

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В настоящее время радиолокаторы находят все большее применение в различных технологиях дистанционного зондирования Земли, а в некоторых из них радиолокаторы признаются как единственно возможный инструмент для получения достоверной информации. Это объясняется основными отличиями радиолокаторов от датчиков дистанционного зондирования, работающих в видимом и инфракрасном диапазонах электромагнитного спектра, таких как способность получать изображения поверхности Земли вне зависимости от состояния облачного покрова и времени суток.

Актуальной задачей при радиолокационном зондировании Земли из космоса является оценка параметров качества получаемых изображений. Оценка этих параметров позволяет определить наилучшие режимы работы аппаратуры для эксплуатации, а также проверить соответствие качества получаемых материалов требованиям тактико-технического задания на космический аппарат. Важнейшими информационными параметрами радиолокационных изображений являются пространственное разрешение, уровень боковых лепестков, радиометрическое разрешение, линейность амплитудной характеристики, а также точность координатной привязки.

В докладе рассматриваются теоретические подходы и практические вопросы создания технологий и программного обеспечения оценки параметров качества радиолокационного изображения. Важнейшими информационными характеристиками радиолокационных изображений являются пространственное разрешение, уровень боковых лепестков, радиометрическое разрешение, линейность амплитудной характеристики, а также точность координатной привязки[1].

Значение пространственного разрешения для изображений радиолокационного диапазона принято характеризовать шириной сечений функции отклика на одиночную точечную цель по уровню минус 3 дБ[2]. Оценка боковых лепестков выполняется в виде оценки максимального и интегрального относительного уровня боковых лепестков. Оценка линейности амплитудной характеристики выполняется на основе анализа воспроизведения на изображении уголковых отражателей с известными эффективными поверхностями рассеяния. Оценка радиометрического разрешения определяется уровнем шума по снимку спокойной водной

поверхности или радиолокационным теням от высоких объектов и характеризуется отношением уровня сигнала изображения к среднему значению шумов. Точность координатной привязки определяется погрешностью измерения геодезических координат для любой точки изображения.

В теоретической части доклада представлены элементы алгоритмов оценки указанных информационных характеристик.

В практической части рассмотрены организационные вопросы процедур оценки параметров качества радиолокационного изображения.

Библиографический список

1. Еремеев В.В., Князьков П.А., Ушенкин В.А. Программно-математическое обеспечение оценки информационных параметров радиолокационного изображения // Материалы 14-й всерос. конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». М: ИКИ РАН, 2016.

2. Радиолокационные системы воздушной разведки, дешифрование радиолокационных изображений / Л.А. Школьный [и др.]; под ред. Л.А. Школьного. М.: Издание ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008. 531 с.

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

С.М. Ларионов

Научный руководитель – Макаренков А.А.

канд. техн. наук

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В настоящее время для решения многих задач дистанционного зондирования Земли применяется гиперспектральная съемка. Гиперспектральные датчики измеряют излучение наблюдаемой сцены в узких смежных спектральных диапазонах. Фактически гиперспектральная съемка позволяет получить спектры точек подстилающей поверхности [1]. Во многих прикладных областях, начиная от картографии и метеорологии и до сельского хозяйства и предупреждения чрезвычайных ситуаций, существует ряд тематических задач, для решения которых необходимо разделение объектов исходного гиперспектрального снимка на отдельные кластеры.

Подходы к решению задачи кластеризации можно разделить на методы кластеризации без учителя и обучаемые. Обучаемые методы (нейросетевые подходы [2], метод опорных векторов [3], методы глубокого обучения [4]) кластеризации требуют дополнительные данные в виде обучающих выборок изображений. Однако следует учесть большое разнообразие снимаемых объектов и разнообразие характеристик объектов внутри одной смысловой группы. Поэтому сложно подобрать обучающую выборку таким образом, чтобы избежать проблемы переобучения (когда алгоритм дает качественный результат только на материале обучения). Также необходимо отметить, что узким местом методов кластеризации с учителем является "проклятие размерности". Для качественного обучения алгоритма необходим значительный объем выборок. Эта проблема становится более актуальной при большом числе признаков для кластеризации, в качестве которых выступают каналы гиперспектральных изображений. К тому же сам процесс

разметки обучающих гиперспектральных изображений для формирования выборок является сложным трудоемким процессом.

В докладе рассматривается модификация метода кластеризации гиперспектральных изображений на основе вычисления плотности ближайших соседей (метод GWENN) [5, 6]. Основным преимуществом алгоритма в том, что для него не требуется каких-либо предварительных знаний о структуре данных, таких как фактическое количество классов, статистическое распределение исходных данных, экземпляры классов или обучающие выборки [7].

Основным настраиваемым параметром данного алгоритма является число ближайших соседей. Однако при выборе малого значения числа ближайших соседей получается большое количество небольших кластеров. Такой результат кластеризации сложно использовать для дальнейшего семантического анализа подстилающей поверхности, так как исходные реальные классы, присутствующие на изображении, оказываются разбиты на несколько кластеров. При увеличении числа ближайших соседей, во-первых, растут вычислительные затраты алгоритма; во-вторых, в результате получается меньшее число более крупных кластеров, из-за чего растет вероятность потери малых классов, присутствующих на изображении. Такие объекты зачастую объединяются с другими более крупными классами. Эта особенность алгоритма приводит к снижению точности кластеризации, что существенно ограничивает область применения данного метода. Существует пирамидальная [8] реализация GWENN, обладающая более высоким быстродействием по сравнению с классическим алгоритмом. Однако при использовании пирамидального GWENN потери точек малых классов становятся еще более существенными.

Для решения описанных проблем в докладе предлагается следующий подход. На начальном этапе выбирается малое значение числа ближайших соседей. Проводится кластеризация с помощью GWENN. В результате получается большое количество мелких кластеров. Представляющие интерес классы объектов на изображении оказываются разделены на несколько кластеров. На втором этапе осуществляется объединение первичных кластеров, исходя из некоторой мерой разделимости, учитывающей внутрикластерное и межкластерное расстояние и число кластеров.

Предлагаемый алгоритм прошел апробацию на натуральных и моделируемых гиперспектральных изображениях. Получены положительные результаты в части точности кластеризации и вычислительных затрат.

Библиографический список

1. Pedram Ghamisi, Naoto Yokoya, Jun Li, Wenzhi Liao, Sicong Liu, Javier Plaza, Behnood Rasti, Antonio Plaza (2017). Advances in Hyperspectral Image and Signal Processing: A Comprehensive Overview of the State of the Art. IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine, 5(4), 37–78. doi:10.1109/mgrs.2017.2762087.

2. J. A. Benediktsson, P. H. Swain, and O. K. Ersoy, Neural network approaches versus statistical methods in classification of multisource remote sensing data, IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., vol. 28, no. 4, pp. 540–552, 1990.

3. F. Melgani and L. Bruzzone, Classification of hyperspectral remote sensing images with support vector machines, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 42, no. 8, pp. 1778–1790, 2004.
4. M. Pal, Extreme-learning-machine-based land cover classification, *Int. J. Remote Sens.*, vol. 30, no. 14, pp. 3835–3841, 2009.
5. Claude Cariou, Kacem Chehdi, "Nearest neighbor-density-based clustering methods for large hyperspectral images," *Proc. SPIE 10427, Image and Signal Processing for Remote Sensing XXIII*, 104270I (9 October 2017); doi: 10.1117/12.2278221.
6. Claude Cariou, Kacem Chehdi, "Application of unsupervised nearest neighbor density-based approaches to sequential dimensionality reduction and clustering of hyperspectral images," *Proc. SPIE 10789, Image and Signal Processing for Remote Sensing XXIV*, 107890H (9 October 2018); doi: 10.1117/12.2325530.
7. Cariou, C. and Chehdi, K., A new k-nearest neighbor density-based clustering method and its application to hyperspectral images, in [*IEEE Intern. Geoscience and Remote Sensing Symposium*], 6161–6164 (2016).
8. Claude Cariou, Kacem Chehdi, "Nearest neighbor-density-based clustering methods for large hyperspectral images," *Proc. SPIE 10427, Image and Signal Processing for Remote Sensing XXIII*, 104270I (9 October 2017); doi: 10.1117/12.2278221.

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Н.В. Макарова

Научный руководитель – Таганов А.И.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

С целью поддержки конкурентоспособности, создатели программных средств (ПС) применяют наиболее эффективные и экономически выгодные методы и технологии, которые позволяют повысить качество, а вместе с этим и удовлетворенность потребителей. В настоящее время для описания и оценки качества ПС используется понятие «модель качества», основной задачей которой является формирование номенклатуры актуальных характеристик его свойств, а также отношений между ними, обеспечивающих основу для определения требований к качеству данного класса ПС и достоверной оценки уровня его качества, с учетом назначения, принципиальных особенностей, условий эксплуатации, степени важности отдельных требований и др. [1].

Модель качества для ПС, как правило, строится на базе действующих международных стандартов, которые регламентируют показатели качества. Однако для оценки качества конкретных ПС требуется их адаптация, путём добавления или исключения некоторых пунктов стандартов, с учётом принципиальных особенностей конкретных программных средств и условий их использования.

Исследования показывают, что существующие на сегодняшний день подходы и методы построения модели качества ПС, в целом, основаны на формировании иерархической структуры характеристик. Это можно

объяснить тем, что благодаря многоуровневой структуре показателей качества, можно системно описать требования к ПС, позволяя заинтересованным сторонам задать необходимые характеристики, а также отсутствием возможности непосредственно оценить и измерить большинство базовых показателей. Для получения оценок этих показателей они могут быть представлены совокупностью более узких характеристик нижнего уровня которые в свою очередь также могут быть детализированы.

Построение модели качества начинается сверху от характеристик и идет вниз до оценочных элементов, а оценка достигнутых показателей качества идет в обратном направлении: от оценки единичных оценочных элементов до агрегированной оценки вышестоящих показателей качества в модели качества ПО.

На сегодняшний день не выработана единая общепринятая методика построения модели качества ПС, но в то же время существуют общие требования и рекомендации по формированию системы характеристик качества ПС. Их можно сформулировать следующим образом:

- модель качества ПСКН рекомендуется строить на основе требований действующих международных стандартов, с учетом функционального назначения, специфики и требований области применения;

- система характеристик качества ПСКН должна формироваться на основе стандартных характеристик верхнего уровня иерархии с учетом требований всех заинтересованных сторон;

- целесообразно спроектировать обобщенную базовую модель качества для нескольких групп (классов) ПСКН с максимально возможным перечнем показателей качества и в каждом конкретном случае на основе базовой модели строить модель качества для определенной группы или конкретного ПСКН, расширяя или сужая диапазон базовых показателей качества;

- система характеристик качества ПСКН должна описывать все основные свойства и особенности ПС данного класса, иметь возможность последующего уточнения и детализации;

- оценочные характеристики качества должны формироваться на основе принципа понятности и измеримости значений;

- большие группы характеристик качества ПСКН должны быть разбиты на логически связанные подгруппы;

- каждая характеристика качества должна описывать важное свойство ПС данного класса;

- характеристики качества не должны перекрывать и дублировать друг друга;

- единичные показатели качества, выраженные в физических единицах, должны быть нормированы в интервале от 0 до 1 [2].

Построение модели качества ПСКН следует проводить с учетом его назначения, типа (класса), стадии жизненного цикла, на котором она будет применяться.

На первом этапе за основу берется вся базовая номенклатура характеристик, подхарактеристик и атрибутов качества ПС по ISO 25010. Далее необходимо выделить и ранжировать по приоритетам потребителей, которым необходимы определенные показатели качества проекта ПС с учетом их профессиональных интересов. На втором этапе проводится ранжирование характеристик и подхарактеристик для конкретного проекта. Затем для каждого из отобранных показателей должна быть установлена и

согласована метрика и шкала оценок подхарактеристик и их атрибутов. Выбранные значения должны быть предварительно проверены разработчиками на их реализуемость с учетом доступных ресурсов конкретного проекта и при необходимости откорректированы.

В номенклатуре показателей качества необходимо указывать приоритетность каждого из показателей. Номенклатура показателей качества для каждого типа (класса) ПСКН представляется в виде таблиц применимости показателей качества, в которой кроме обязательных и рекомендуемых показателей качества, целесообразно также установить коэффициенты весомости (значимости) каждого из показателей [3].

Основными особенностями, которые необходимо учитывать при построении модели качества для ПСКН, являются:

- повышенные требования к надёжности и функциональной безопасности;
- необходимость гарантированного придания ПСКН заданных свойств качества, безопасности и способности противостоять нарушениям функционирования системы, сбоям и ошибкам различных видов;
- ПСКН должны обладать такими важными свойствами, как отказоустойчивость и восстанавливаемость, наличие встроенных функций диагностики и тестирования;
- для всесторонней оценки качества ПСКН возможно использование параллельно нескольких разных моделей.

Следует отметить, что задача построения модели качества ПС не теряет свою актуальность со временем. Это объясняется тем, что невозможно разработать универсальную систему характеристик для всех классов ПС, а так же тем, что построенная модель качества для некоторого класса ПС с течением времени перестаёт соответствовать динамике развития его функциональных возможностей [1].

Библиографический список

1. Исмаил Е., Тополов В. Построение модели качества программных средств космического назначения // Современные технологии автоматизации. 2016. № 1. С. 38-43.

2. Исмаил Е.Е. Современные модели качества программных средств и их особенности // МНЖ «Поиск». 2015. № 3 (1). С. 272-282.

3. Липаев В.В. Выбор и оценивание качества. Методы и стандарты. - М.: СИНТЕГ, 2004. - 228 с.

4. Липаев В.В. Методы обеспечения качества крупномасштабных программных средств. - М.: СИНТЕГ, 2003. - 520 с.

5. Таганов А.И., Веприцкая О.В. Анализ моделей качества для процесса планирования контрольных показателей качества программных средств // Межвуз. сб. научных трудов «Информационные технологии и телекоммуникации в образовании и науке». - Рязань: РГРТА, 2005. - С. 78-83.

6. Таганов А.И., Бабанин Д.К. Концептуальные модели и задачи процесса оценки качества по стадиям жизненного цикла программного проекта // В сб. тезисов докладов 7-й всероссийской НТК «Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании». - Рязань: РГРТА, 2002, - С. 82-84.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА
СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИГНАЛА АКСЕЛЕРОМЕТРА
БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

И.С. Спирин

Научный руководитель – Паршин Ю.Н.

доктор технических наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Применение МЭМС акселерометров стало очень обширным в современном мире, так как размеры и потребляемая энергия малы. МЭМС акселерометры устанавливаются в технику не только стационарного, но и мобильного применения. На акселерометры, установленные на беспилотных аппаратах, оказывают воздействие некоторые вибрации, вызванные работой двигателей и движением аппарата.

Целью экспериментального исследования является определение статистических характеристик шумов на выходе МЭМС акселерометра в процессе работы двигателей беспилотного аппарата.

Необходимо экспериментально зарегистрировать и проанализировать сигналы акселерометра для построения математической модели и дальнейшей обработки разными типами фильтров. Для решения поставленной задачи использовались два экспериментальных стенда, а также программные средства для дальнейшей обработки и моделирования процессов вибраций. Первый экспериментальный стенд создан на основе макета баллистической ракеты МН-300 производства НПО «Тайфун» с регулировкой вращения корпуса макета, а второй стенд содержит беспилотный летательный аппарат Parrot AR.Drone. В ходе проведения эксперимента использовался МЭМС акселерометр мобильного телефона, который закреплялся на каждом из стендов. Далее стенды запускались в разных режимах работы на разных скоростях, значения с датчика записывались в виде отдельного файла для последующей обработки на ПЭВМ. Получены численные значения ускорений по трем пространственным координатам, по которым в дальнейшем произведен анализ статистических характеристик. В процессе обработки определили плотность распределения вероятностей и корреляцию сигналов акселерометра. Расчет математического ожидания и дисперсии сигнала акселерометра проводился по трем осям в прямоугольной системе координат. Математическое ожидание ускорений по осям равны: $m_x=0,5812$ м/сек², $m_y=-0,2075$ м/сек², $m_z= 9,7865$ м/сек². Значения дисперсии ускорений по всем трем осям равны: $D_x= 0,8985$ м²/сек⁴; $D_y=1,3379$ м²/сек⁴; $D_z= 0,4538$ м²/сек⁴.

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

Библиографический список

1. <https://www.rpatyphoon.ru/products/software-hardware/mr30.php>
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Нормальное_распределение

ПОИСК ЗАСТРАИВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ СНИМКАХ СПУТНИКА LANDSAT 5

В.А. Трубин

Научный руководитель – Москвитин А.Э.

канд. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Дистанционные методы исследования окружающей среды – это многосложная и разносторонняя область науки и техники. В настоящее время большую часть данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) получают с искусственных спутников Земли, например, Landsat 5.

Данные ДЗЗ в настоящее время – это аэрокосмические снимки, которые представляются в цифровой форме в виде растровых изображений, поэтому проблематика обработки и интерпретации данных ДЗЗ тесно связана с цифровой обработкой изображений [1].

Одной из разновидностей аэрокосмических снимков являются мультиспектральные снимки. Мультиспектральные изображения – серия изображений одного и того же объекта в разных спектральных диапазонах, полученные с использованием цветных полосовых светофильтров [2].

В работе рассматривается способ обработки мультиспектральных изображений с применением нейронных сетей с целью нахождения на них объектов, относящихся к классу застраиваемых территорий.

Для обучения нейронной сети был выбран метод обучения с учителем, так как были использованы размеченные данные. В качестве признаков использовались значения шести диапазонов (band 2 – band 7) изображения из набора снимков спутника Landsat 5 TM для прогнозирования двоичного класса застройки. Для обучения и тестирования были использованы мультиспектральные данные (изображения и слой с бинарным классом застройки) с Landsat 5 за 2011 год для Бангалора. А для прогнозирования использовались мультиспектральные данные Landsat 5, полученные в 2005-м году в Хайдарабаде.

Проведено моделирование архитектуры нейронной сети, состоящей из трех слоев: входного, скрытого и выходного. На входные нейроны поступают признаки band 2 – band 7, из которых в скрытом слое нейронной сети формируются выходные признаки, указывающие, относится ли исследуемый пиксель изображения к застраиваемой территории. После анализа каждого пикселя мультиспектрального снимка, на основе полученных данных строится изображение, состоящее из красных (застраиваемая территория) и черных пикселей.

Библиографический список

1. Токарева О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие / О.С. Токарева; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 148 с.

2. Li Y., Zhang H., Shen Q. Spectral-spatial classification of hyperspectral imagery with 3D convolutional neural network // Remote Sensing. 2017. V. 9. No. 1. P. 67.

ПОВЫШЕНИЕ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ И РЕШЕНИЕ НАВИГАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ БПЛА ПРИ УСЛОВИИ АКТИВНЫХ ПОМЕХ

И.Н. Федотов

Научный руководитель – Кошелев В.И.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Глобальные навигационные системы (ГНС) играют возрастающую роль в гражданской и военной сфере. Они обеспечивают надежной навигационной информацией различные транспортные системы, а их применение для обеспечения боевых действий дает такие важные преимущества, как:

- глобальность рабочей зоны;
- живучесть;
- высокая точность выдачи координат потребителю;
- непрерывность измерений пространственных координат потребителей, их скорости движения и пространственной ориентации, текущего времени.

В настоящее время активно применяются передовые тенденции для решения целевых задач боевой авиации. Одной из важнейших тенденции в этой области является активное применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), использующих ГНС как средство решения навигационных задач. Основным фактором дестабилизации ГНС является воздействие помех. По характеру возникновения помехи разделяют на активные и пассивные, а в зависимости от причины возникновения – на естественные и умышленные. Методы борьбы с пассивными помехами в данный момент хорошо изучены и успешно применяются в бортовой радиолокационной аппаратуре потребителя (БРЛАП). Для воздействия на ГНС успешно применяются активные помехи различного типа. В данной работе сравниваются меры повышения помехозащищенности приема сигналов ГНС в условиях воздействия активных умышленных помех.

Среди видов возможных преднамеренных воздействий на интерфейс потребителей ГНС особо можно выделить следующие:

- подавление навигационного сигнала (НС) с помощью организации активных шумовых радиопомех (jammer);
- навязывание БРЛАП ложного НС (spoofing).

Такие помехи применяются для блокирования НС, в результате которого БРЛАП утрачивает возможность определять координаты и осуществлять синхронизацию с временной шкалой ГНС. Целью подмены НС является нарушение работы ГНС таким образом, что координаты объекта определяются не верно [1].

Таким образом необходимо решить две основополагающие проблемы:

- 1) Повысить помехозащищенность БРЛАП, для защищенности канала связи с ГНС;
- 2) При воздействии помех принять меры по снижению их эффективности (повысить помехозащищенность БРЛАП).

Основной критерий помехозащищенности навигационной аппаратуры является пороговое отношение мощности помехи к мощности сигнала на входе приёмника J/S . В настоящее время типовые приемники обладают уровнем подавления помех порядка 35-50 дБ. К примеру, повышение уровня

подавления помех J/S на 50 дБ эквивалентно уменьшению радиуса подавления в 250 раз [2].

В настоящее время для увеличения помехозащищенности применяют следующие методы:

- 1) Алгоритмический;
- 2) Использование дополнительной информации;
- 3) Пространственно-временная обработка сигналов.

Наиболее эффективным методом является пространственно-временная обработка сигналов ГНС, позволяющая осуществлять «интеллектуальную» обработку по принципу «нули диаграммы направленности на источники помех. Данный метод повышает помехозащищенность на величину порядка 30...60 дБ, в то время как первые два метода могут повысить помехозащищенность на 10...25 дБ.

Среди методов повышения помехозащищенности БРЛАП можно выделить класс методов, использующих дополнительные источники навигационной информации другой природы. К ним относится комплексирование с автономными навигационными системами, в частности с инерциальными (ИНС). Характер и причины, вызывающие погрешности в данных, полученных ИНС и приемниками ГНС, различны. ИНС не подвержены влиянию радиотехнических помех и имеют высокую точность измерения в краткосрочной перспективе. Поэтому интеграция ИНС и приемников ГНС позволяет преодолеть ограничения обеих систем и повысить точность измерений. Приемники ГНС предоставляют информацию для калибровки и инициализации ИНС, а результаты измерений ИНС оказываются востребованными в те интервалы времени, когда на антенну приемников ГНС приходят сигналы менее чем от четырех навигационных спутников или отсутствуют полностью [3,4].

В данной работе рассмотрены проблемы воздействия активных помех на БРЛАП БПЛА, а также известные методы борьбы с ними. Повышение помехозащищенности БРЛАП с помощью пространственно-временной обработки сигналов и применения комплексирования ГНС и ИНС позволяет БРЛАП выполнять задачу выдачи навигационной информации потребителю при работе в условиях активных помех.

Библиографический список

1. Орел Д.В., Жук А.П. Метод повышения помехозащищенности навигационного сигнала спутниковой радионавигационной системы // ТРУДЫ МФТИ.-2014-Том 6, №4.
2. Нудельман Г.С., Оганесян А.А., Харисов В.Н. Уязвимость систем синхронизации, основанных на использовании глобальных навигационных спутниковых систем // 4-я Международная научно-техническая конференция.
3. Соловьев Ю.А. Комплексирование глобальных спутниковых радионавигационных систем с другими навигационными измерителями (обзор) // Радиотехника. 1999. № 1. С. 3-21.
4. Перов А.И., Харисов В.Н. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования. - М.: Радиотехника, 2010. – 800 с.

**Секция 11. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

**КОНТРОЛЬ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ДИАГНОСТИКА
НЕИСПРАВНОСТЕЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**

Р.С. Гамазков

Научный руководитель – Мусолин А.К.

д.т.н, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В настоящее время выпрямительные устройства находят широкое применение в технических средствах вычислительной техники, автоматизации, приборах и устройствах бытовой техники, в специальных радиотехнических комплексах, в силовой электротехнике для преобразования переменного рода тока в постоянный.

Выпрямительные устройства в зависимости от выходной мощности могут выполняться на полупроводниковых диодах, диодных сборках, блоках и матрицах, а также для получения больших токов диоды могут включаться параллель.

Полупроводниковым приборам свойственны возникновения постепенных отказов или отказов типа обрыв, короткое замыкание, а также в схемах выпрямительных устройств могут возникать отказы диода из-за возникновения перегрузочных режимов нагрузки.

В связи с этим остро стоит задача оценки работоспособного состояния выпрямительного устройства, а также поиск отказавшего выпрямительного диода в схеме до срабатывания устройств защиты.

Одним из путей решения данной задачи является автоматическое определение параметра работоспособности выпрямительного устройства при возникновении отказа выпрямительного диода, и определение по дополнительной информации конкретного диода в схеме без раскоммутирования схемы выпрямления на отдельные диоды с дальнейшей их оценкой состояния (обрыв, короткое замыкание перехода), как это делается при ручной диагностике.

Для этого необходимо исследование процессов, при возникновении отказов выпрямительных устройств (обрыв, короткое замыкание) на выходное напряжение схемы (параметр работоспособности) на основе использования моделирования в среде Matlab и Simulink.

На основании данного модулирования необходимо сделать выводы о поведении выходного напряжения схемы при отказах типа обрыв и короткое замыкание. По полученным выводам определить методы теории надежности для повышения отказоустойчивости выпрямительных устройств.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ IOT В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Е.П. Ельников, Е.А. Житковский, И.А. Тонко
Научный руководитель – Ролич О.Ч.
канд. техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

В исследовании проведен анализ функциональных возможностей технологии IoT, освещены бизнес-модели ее внедрения, рассмотрены основные направления применения технологии IoT в телекоммуникационных системах, а также выделен набор специфических требований при внедрении технологии.

Концепция Интернета вещей (IoT) базируется на принципе межмашинного общения: без вмешательства человека электронные устройства взаимодействуют между собой. Интернет вещей – это автоматизация, но более высокого уровня. Узлы системы используют TCP/IP-протоколы для обмена данными через каналы глобальной сети Интернет. Такой метод коммуникации дает серьезное преимущество – возможность объединять системы между собой, строить сеть сетей.

Интернет вещей состоит из слабо связанных между собой разрозненных сетей, каждая из которых была развернута для решения своих специфических задач. По мере развития Интернета вещей многие сети будут подключаться друг к другу и приобретать все более широкие возможности в сфере безопасности, аналитики и управления. В результате Интернет вещей приобретет еще больше возможностей для открытия новых, более широких перспектив.

Интернет вещей стал тем инструментом, с помощью которого можно дешево, быстро и масштабно решать конкретные бизнес-задачи в конкретных отраслях. Основные технологии: средства идентификации, средства измерения, средства передачи данных.

Как особая практическая проблема внедрения «интернета вещей» отмечается необходимость обеспечения максимальной автономности средств измерения, прежде всего, проблема энергоснабжения датчиков. Нахождение эффективных решений, обеспечивающих автономное питание сенсоров, позволяет масштабировать сенсорные сети без повышения затрат на обслуживание и эксплуатацию.

Можно выделить несколько основных бизнес-моделей, по происхождению внедрения IoT. Первая бизнес-модель – «нормативный контроль». Соблюдение требований контролирующих организаций является необходимым условием для ведения бизнеса, но прямой экономической выгоды это компаниям не приносит, несмотря на значительные затраты. Вторая бизнес-модель – «превентивный контроль»: IoT позволяют своевременно выявлять предпосылки для аварийных ситуаций и снижения эффективности работы оборудования. Третья бизнес-модель – «дистанционная диагностика». Датчики IoT могут использоваться для диагностики устройств, на которых они установлены, и автоматически реагировать на изменения в их состоянии. Четвертая бизнес-модель – «контроль операций». С помощью IoT можно контролировать цепочку технологических операций, осуществлять контроль перемещения любых

устройств и автоматически отслеживать их характеристики в реальном времени. Пятая бизнес-модель – «автоматизация операций». Приход IoT позволяет автоматизировать часто повторяющиеся операции, повышая эффективность работы, качество досуга, а также степень удовлетворенности клиентов.

Однако, набирая обороты, «интернет вещей» выдвигает свои специфические требования при внедрении:

- небольшой объем данных: датчикам и сенсорам не нужно передавать мега- и гигабайты, как правило это биты и байты;
- энергоэффективность: подавляющая часть датчиков автономны и должны будут работать годами;
- масштабируемость: в сети должны уживаться миллионы различных устройств, и добавление нескольких дополнительных датчиков не должно вызывать непреодолимых сложностей;
- глобальность: нужен широкий территориальный охват и как следствие передача информации на большие расстояния;
- проникающая способность: устройства в подвалах, шахтах должны передавать сигнал наружу;
- стоимость устройств: устройства должны быть дешевы и доступны для пользователя, а готовые решения рентабельны для бизнеса;
- простота: принцип «поставил и забыл»: пользователь наиболее вероятно выберет понятные и дружелюбные устройства.

Применение технологии IoT в телекоммуникационной системе позволяет ускорить разработку проекта путем использования готовых решений, уменьшить затраты на развертывание и поддержку системы, обеспечить высокую масштабируемость системы, а также система будет иметь централизованное управление при гибкой архитектуре.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОТОКОЛА MQTT В ТЕЛКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Е.А. Житковский, Е.П. Ельников, И.А. Тонко
 Научный руководитель – Пискун Г.А.
 канд. техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

В исследовании проведен анализ функциональных возможностей сетевого протокола MQTT, рассмотрены основные особенности данного протокола, основные его концепции, а также особенности, которые позволяют устройствам интернета вещей с ограниченными ресурсами обмениваться информацией в сети.

MQTT (MQ Telemetry Transport) – это легкий протокол обмена сообщениями, который предоставляет сетевым клиентам с ограниченными ресурсами простой способ распространения телеметрической информации. Протокол, который использует шаблон связи «публикация/подписка», используется для связи между устройствами и играет важную роль в Интернете вещей.

Основные особенности протокола MQTT:

- асинхронный протокол;

- компактные сообщения;
- работа в условиях нестабильной связи на линии передачи данных;
- поддержка нескольких уровней качества обслуживания (Quality of Service, QoS);
- легкая интеграция новых устройств.

В MQTT есть несколько основных понятий:

- публикация/подписка;
- сообщения;
- темы (топики);
- брокер.

Первая концепция – это система публикации и подписки. В системе публикации и подписки устройство может публиковать сообщение по теме, либо оно может быть подписано на определенную тему (топик) для получения сообщений.

Сообщения – это информация, которую вы хотите обменять между вашими устройствами. Будь то команда или данные.

Еще одной важной концепцией являются темы (топики). Темы (топики) – это способ регистрации интереса к входящим сообщениям или способ указания места, где вы хотите опубликовать сообщение.

Брокер в первую очередь отвечает за получение всех сообщений, фильтрацию сообщений, принятие решения о том, кто в них заинтересован, а затем публикацию сообщения всем подписанным клиентам.

MQTT позволяет устройствам интернета вещей с ограниченными ресурсами отправлять или публиковать информацию по заданной теме на сервер, который функционирует как посредник сообщений MQTT. Затем брокер передает информацию тем клиентам, которые ранее подписались на тему клиента. Для человека тема выглядит как иерархический путь к файлу. Клиенты могут подписаться на определенный уровень иерархии темы или использовать подстановочный знак для подписки на несколько уровней.

Протокол MQTT является хорошим выбором для беспроводных сетей, которые испытывают различные уровни задержки из-за случайных ограничений полосы пропускания или ненадежных соединений. В случае разрыва соединения подписывающего клиента с брокером брокер буферизует сообщения и отправляет их подписчику, когда он снова подключается. Если соединение между клиентом публикации и посредником будет отключено без предварительного уведомления, посредник может закрыть соединение и отправить подписчикам кэшированное сообщение с инструкциями от издателя.

Устройства MQTT используют определенные типы сообщений для взаимодействия с брокером, ниже представлены основные:

- connect – установить соединение с брокером;
- disconnect – разорвать соединение с брокером;
- publish – опубликовать данные в тему на брокере;
- subscribe – подписаться на тему на брокере;
- unsubscribe – отписаться от темы.

Поскольку протокол MQTT призван быть протоколом для устройств с ограниченными ресурсами и устройств интернета вещей, SSL/TLS не всегда может быть вариантом, а в некоторых случаях может быть нежелательным. В таких случаях аутентификация представляется в виде открытого имени

пользователя и пароля, которые клиент отправляет на сервер как часть последовательности пакетов CONNECT/CONNACK. Некоторые брокеры, особенно открытые брокеры, опубликованные в Интернете, принимают анонимных клиентов. В таких случаях имя пользователя и пароль просто оставляются пустыми.

MQTT называется облегченным протоколом, потому что все его сообщения имеют небольшой размер. Каждое сообщение состоит из фиксированного заголовка (2 байта), необязательного переменного заголовка, полезной нагрузки сообщения, которая ограничена 256 МБ информации, и уровня качества обслуживания (QoS).

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ОБРАБОТКА ПОТОКОВ ДАННЫХ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ

С.В. Засимов, А.А. Манакин

Научный руководитель – Корячко В.П.

д.т.н., профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Основная проблема традиционной сетевой инфраструктуры заключается в разрозненности управления потоками данных. Для построения маршрута требуется общее согласование всех узлов сети, что требует значительных временных затрат. Сегодня развивается новый подход программно-конфигурируемых сетей, позволяющий разрешить данную проблему.

Одним из важнейших механизмов передачи данных по компьютерным сетям является маршрутизация. Она решает задачу поиска оптимального маршрута между отправителем и получателем. При определении данного пути необходимо ссылаться на данные сети, такие как задержка и пропускная способность канала. Эти параметры определяют состояние канала сети и, соответственно, его загруженность.

Решением задачи маршрутизации занимаются специальные сетевые устройства – маршрутизаторы. Благодаря специализированному программному обеспечению (ПО), они обладают возможностями, необходимыми для качественной и своевременной передачи данных. С помощью ПО производится определение состояния каналов связи с соседними устройствами. Алгоритм маршрутизации также является методом маршрутизации. Получение работоспособного алгоритма подразделяется на несколько этапов:

- 1) Словесное описание. Общая постановка задачи.
- 2) Математическое описание. Постановка в виде задачи линейного целочисленного программирования.
- 3) Алгоритмическое описание. Создание блок-схемы алгоритма.
- 4) Написание программы. Составление программы на заданном языке программирования.
- 5) Отладка программы. Процесс обнаружения и исправления ошибок.
- 6) Общее тестирование. Процесс выполнения программы, с целью выявления ошибок. В этом случае, на вход программы подается исходная информация, и при этом, результат выполнения на выходе программы.

7) Тестирование в эмуляторе. Процесс выполнения отлаженной программы в эмуляторе, с целью выявления рассогласований. Это важный этап написания алгоритма, так как именно на нем оцениваются основные параметры.

8) Тестирование на реальном оборудовании. Процесс выполнения отлаженной программы на реальном оборудовании, позволяет определить основные параметры алгоритма, выявить область его использования, а также вывить возможные недоработки, связанные с искажениями эмулятора.

Библиографический список

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов, 4-е изд. – СПб.: Питер, 2010.

2. Кучук Г.А., Гахов Р.П., Пашнев А.А. Управление ресурсами инфотелекоммуникаций / Монография. — М.: Физматлит, 2006.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ С ДИНАМИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Лебедева И.С. магистрант гр.947М

Музюкин И.А. магистрант гр.947М

Научный руководитель - М.А. Бакулева канд.техн.наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Щучкин Н.Ю.

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Транспортная инфраструктура – один из важнейших элементов жизни городов, регионов, стран. В последнее время отмечается экспоненциальный рост количества личного транспорта, что приводит к таким проблемам как замедление трафика передвижений, нарушению целостности дорожного полотна, увеличению количества аварий на дорогах и проч. При этом в городах с численностью населения - менее 1млн., отмечается экстенсивное развитие транспортных сетей. Поэтому в данной ситуации одним из очевидных решений является ситуационная адаптация участников дорожного движения к текущему состоянию дорожной обстановки. С математической точки зрения ставится актуальная задача многокритериальной оптимизации маршрутов в условиях динамического изменения дорожной ситуации. При этом дополнительным аспектом исследования является сохранения статистических данных в виде формализованной многомерной модели, адекватно отражающей динамически изменяемые параметры транспортной сети. Полученные данные имеют особенное значение при моделировании оптимальных характеристик транспортной инфраструктуры, а также для планирования развития дорожной сети с учетом противоречивости управляющих факторов.

В докладе приводится разработанная многомерная математическая модель, сочетающая классический матричный способ описания транспортных сетей (матрица смежности графа) и многомерный способ отображения данных (согласно требованиям многомерной оптимизации параметров данного графа). Особенностью представленной модели является возможность

учета переменных характеристик, сложно формализуемого вероятностного характера. Таким образом, при анализе транспортной сети рассматриваются веса рёбер, где каждый вес представляет собой массив характеристик транспортной сети. Обобщив, задачу можно сформулировать следующим образом: необходимо найти цепь между двумя вершинами ориентированного графа, минимизируя сумму изменяющихся во времени весов дуг, при этом каждый вес является поименованной структурой данных типа массив.

В качестве данных подобных массивов могут выступать средние скорости движения, задержки, объёмы транспортировки грузов и т.д., то есть те величины, которые необходимо оптимизировать и которые обладают свойством аддитивности.

На основе предложенной математической модели будет разработан алгоритм итеративного анализа путей в графе и нахождения оптимального при постоянном изменении пропускных способностей.

Библиографический список

1. Michael Hausenblas, "Applying the Big Data Lambda Architecture", November 12, 2013. Retrieved February 10, 2018, from <http://www.drdoobbs.com/database/applying-the-big-data-lambda-architectur/240162604>.
2. Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ. — 2-е изд. — М.: Вильямс», 2006. — С. 1296.
3. В.А. Пышный. Моделирование загрузки транспортной сети // Известия ТулГУ. Технические науки. 2012. Вып. 2. С. 457-473.
4. Гасников А.В., Кленов С.Л., Нурминский Е.А. и др. Введение в математическое моделирование транспортных потоков: учеб. пособие. М.: МФТИ, 2010. — 362 с.
5. В. И. Швецов. Математическое моделирование транспортных потоков, Авто- мат. и телемех., 2003, выпуск 11, 3–46
6. Aleksandr Bakulev, Marina Bakuleva, Sergei Skvortsov, Maksim Kozlov, Tatiana Pyurova ,Vladimir Hrukin. Modern approaches to the development parallel programs for modern multicore processors.. Proceedings of 6th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Bar, Montenegro, 2017, pp.38-4
7. Bakulev A.V. Models and algorithms for organizing mobile parallel computing environment for multi-core processors. Dissertation for the degree of candidate of technical sciences. Ryazan RSREU, 2010. 177 p.
8. Bakulev A.V. Synthesis algorithm for parallel implementation of a sequence of programs for computing systems based on multi-core processors // Bulletin of the Ryazan State Radio Engineering University. 2009. № 30. Pp. 43-49.
9. Bakulev A.V., Bakuleva M.A., Avilkina S.B. Mathematical methods and algorithms of mobile parallel computing on the base of multi-core processors // European researcher. 2012. V. 33. № 11-1. P. 1826-1834.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ОБМЕНА ДАННЫМИ ЧЕРЕЗ ОДНОРАНГОВУЮ СЕТЬ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ LORA

М.А. Русин

Научный руководитель – Столбова А.А.

канд. техн. наук

Самарский университет

Несмотря на обилие беспроводных технологий для организации информационного обмена, на текущий момент остается не удовлетворённой потребность в программно-аппаратном комплексе, который позволил бы пользователям, находящимся в радиусе нескольких километров друг от друга, обмениваться текстовой информацией без взаимодействия с инфраструктурой провайдера (сотовая сеть или точка доступа Wi-Fi). Необходимость использования подобных технологий обусловлена следующими причинами:

- отсутствие покрытия инфраструктурой в данной местности;
- отсутствие возможности использовать существующую инфраструктуру;
- нежелание платить провайдеру за пользование инфраструктурой.

Решением данной проблемы является организация одноранговых сетей, представляющих собой сети, в которых каждый узел является клиентом и сервером одновременно. Между узлами устанавливается связь точка-точка, что позволяет реализовывать обмен данными, не прибегая к использованию базовых станций, шлюзов или роутеров. Данные пересылаются напрямую без использования средств маршрутизации за счет того, что за каждым узлом стоит пользователь.

В данной работе предлагается создать программно-аппаратный комплекс, позволяющий пользователям обмениваться текстовой информацией, организуя одноранговую сеть с помощью технологии LoRa. Данная технология является реализацией технологии LPWAN, позволяющей передавать небольшие по объему данные на дальние расстояния при низком энергопотреблении. Реализуемый программно-аппаратный комплекс состоит из устройства, которое производит обмен данными по сети LoRa, и приложения для смартфона на операционной системе Android. Собираемое устройство состоит из трех основных модулей:

- микроконтроллер STM32;
- LoRa модуль;
- BLE-модуль.

Приложение имеет графический интерфейс в виде мессенджера и используется для взаимодействия с устройством. Устройство соединяется со смартфоном по протоколу BLE.

В соответствии с характеристиками используемого LoRa модуля, конечное устройство позволит производить обмен данными на расстоянии до 15 км в идеальных условиях (в условиях прямой видимости), и порядка 1 км в условиях городской застройки.

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕДАЧИ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В СВЕРХСКОРОСТНЫХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ СВЯЗИ

К.И. Тодоренко, Г.В. Овечкин

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В настоящий момент самой быстродействующей и надежной средой передачи информации является волоконный световод. Около 70 % всего мирового информационного трафика передается через оптоволоконные линии связи. За десятилетия, прошедшие с момента появления оптоволоконных линий связи, суммарная длина всех проложенных кабелей составила 1 млрд. км, а скорость передачи информации выросла до 100 Тбит/с. Чтобы достичь таких скоростей передачи, разработчики используют технологию WDM (Wavelength Division Multiplexing — мультиплексирование с разделением по длинам волн), позволяющую передавать информацию по нескольким частотным каналам одновременно. Применяются также иные методы, в частности, все активнее прибегают к использованию форматов модуляции с высокой спектральной эффективностью (например, к квадратурно-амплитудной модуляции). Однако при уплотнении оптического сигнала в спектральной области на него начинают оказывать существенное влияние особенности среды передачи информации, главной из которых является наличие нелинейных воздействий на сигнал, и цветовосприимчивости, а также некоторые специфические тесты.

Нелинейные воздействия на сигнал приводят к тому, что различные виды данных передаются по каналу с различным качеством — одна последовательность символов передается практически без ошибок, в то время как на долю другой может приходиться половина всех ошибок в канале. Это явление называется паттерн-эффектом.

В оптических линиях паттерн-эффект может быть вызван различными причинами. Например, паттерн-эффект может возникнуть из-за перекрытия соседних импульсов, что создает опасность неверного детектирования символа в канале. С учетом постоянного увеличения скоростей передачи данных, сопровождающимся уменьшением длительности импульсов, можно предположить, что паттерн-эффект будет иметь место и в будущих оптоволоконных системах.

В данной работе проведен анализ особенностей искажения сигнала в высокоскоростных волоконно-оптических линиях связи. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Рязанской области (грант №18-47-620001).

Библиографический список

1. Кодирование и передача информации / Ю. И. Шокин // УДК 519.727, 621.391. – 2013. - № 3. – С. 54-59.
2. Редюк А. А. и др. Математическое моделирование экспериментального прототипа высокоскоростной линии связи на основе дифференциального фазового формата модуляции без возвращения к нулю // Квантовая электроника. 2011. Т. 41(10). С. 929–934.
3. Benjamin P. Smith, Arash Farhood, Andrew Hunt. Forward error correction for high bit-rate DWDM submarine systems. // Switzerland Geneva 2004. - С. 52.

ПРЕИМУЩЕСТВА И ВОЗМОЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ BLE В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

И.А. Тонко, Е.П. Ельников, Е.А. Житковский

Научный руководитель – Ионин В.С.

канд. техн. наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

В докладе приведен анализ функциональных возможностей технологии BLE, рассмотрены основные направления применения этой технологии, выделены основные ее преимущества.

Беспроводная связь предполагает любую форму связи без использования проводов. Информация может передаваться между двумя и/или более физически не связанными точками. Беспроводные технологии находят применение в различных сценариях, связанных со скоростями передачи данных от нескольких килобит в секунду (Кбит/с) до нескольких гигабит в секунду (Гбит/с). В нижней части спектра скорости передачи данных находятся такие технологии, как NFC, Bluetooth, Zigbee, RFID и ANT, которые предлагают скорости передачи данных в диапазоне нескольких сотен Кбит/с или менее. Эти технологии активно используются в телекоммуникационных системах, будучи встраиваемыми в широкий спектр устройств.

Bluetooth является глобальным стандартом для маломощных недорогих беспроводных технологий с малым коэффициентом мощности, которые позволяют устройствам связываться друг с другом по радиоканалу. Он возник как технология замены последовательных кабелей передачи данных, которые соединяют различные устройства. Позднее сценарии использования выросли до обмена файлами между ПК, мобильными телефонами, прослушивания музыки, печати документов, просмотра веб-страниц, принятия мобильных вызовов через гарнитуры Bluetooth, а также многих других случаев.

Bluetooth Low Energy является одним из последних усовершенствований технологии Bluetooth, добавленный как часть спецификации *Bluetooth 4.0*. Он нацелен на чрезвычайно маломощные устройства.

Bluetooth Low Energy расширяет функционал низкого энергопотребления Bluetooth еще больше. Ожидается, что устройства, соответствующие этому стандарту, потребляют очень мало энергии, поэтому они могут работать месяцами или даже годами на батарейках типа «таблетка» или меньших батареях без необходимости перезарядки или замены батарей. Это очень полезно в тех случаях, когда часто бывает трудно перезарядить аккумулятор и необходим продолжительный срок службы. Передача данных обычно происходит короткими пакетами, которые не должны быть очень частыми. Лучше всего подходит для устройств, которые не требуют высокой пропускной способности или потоковой передачи данных.

BLE иногда представляют как уменьшенную и оптимизированную версию классического Bluetooth, но BLE преследует другие цели. Основное внимание было уделено разработке стандарта радиосвязи с наименьшим возможным энергопотреблением, специально оптимизированного для низкой стоимости, низкой пропускной способности, низкой мощности и низкой сложности.

Технология BLE позволяет реализовывать решения как для промышленных, так и для бытовых нужд на основе устройств с низким энергопотреблением. Расширением этих возможностей являются сети с ячеистой (mesh) топологией.

Для систем с изменяемой структурой, где положение отдельных устройств в пространстве и относительно друг друга может изменяться, удобны в применении беспроводные самоорганизующиеся сети. Mesh-топология – сетевая топология, в которой узлы могут соединяться между собой независимо от остальных узлов сети и способны принимать на себя роль коммутатора сообщений для остальных участников. Одной из реализаций этой топологии является стандарт Bluetooth Mesh. Это стек протоколов, работающий поверх транспортного уровня Bluetooth Low Energy. Это решение позволяет реализовать устройства интеллектуальных датчиков как узлы mesh-сети с помощью систем на кристалле (SoC, System-on-Chip), поддерживающих стандарт BLE. При небольшом расстоянии между соседними узлами (в пределах помещения) можно организовать динамическую сеть, отличающуюся сравнительно небольшим энергопотреблением устройств.

Mesh-сеть позволяет каждому устройству взаимодействовать с любым другим устройством в сети. Связь организуется путем передачи сообщений, а устройства могут ретранслировать эти сообщения другим узлам, таким образом, увеличивая дальность связи за пределы диапазона радиосвязи каждого из отдельных узлов. Преимуществом является легкая масштабируемость – за счет использования ячеистой топологии сетей добавление узлов почти не сказывается на сложности устройства сети и ухудшения скорости передачи данных.

Одним из преимуществ BLE в сравнении с другими подобными технологиями в построении телекоммуникационных систем является то, что он сможет использовать существующую инфраструктуру Bluetooth, особенно смартфоны, планшеты и ноутбуки. В настоящее время уровень подключения Bluetooth к таким устройствам составляет почти 100%, и они могут действовать как шлюзы к устройствам на основе BLE. Разнообразные варианты использования могут быть включены с очень низкой добавочной стоимостью для конечного пользователя.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА «ВЗВЕШЕННЫХ НАИМЕНЬШИХ СОЕДИНЕНИЙ» РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКОЙ НА СЕРВЕРЫ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ

Д.А. Хлебест, Е.С. Омелюсик

Научный руководитель – Шаталова В.В.

канд.техн.наук, доцент

**Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники**

Алгоритм взвешенных наименьших соединений поддерживает взвешенный список серверов приложений с их числом активных соединений. Служба переадресует новое соединение с сервером на основе следующей комбинации:

- его пропорция к весу или предпочтению;
- количество активных подключений.

Этот алгоритм использует больше времени вычислений, чем алгоритм наименьшего соединения (алгоритм поддерживает запись активных соединений с сервером и пересылать новое подключение к серверу с наименьшим числом активных соединений). Однако дополнительные вычисления приводят к более эффективному распределению трафика на сервер, который наиболее способен обработать запрос [1].

Взвешенное планирование наименьшего соединения является расширенным набором планирования наименьшего соединения, в котором вы можете назначить вес производительности для каждого реального сервера. Серверы с более высоким значением веса будут получать больший процент активных соединений одновременно [2]. Вес сервера по умолчанию равен единице, и администратор IPVS или программа мониторинга может назначить любой вес реальному серверу. В алгоритме взвешенного планирования наименьших соединений новое сетевое соединение предоставляется серверу, который имеет минимальное отношение количества текущих активных соединений к его весу.

В алгоритме взвешенного наименьшего планирования соединений (Weighted Least Connections, WLC) каждому серверу может быть присвоен различный вес производительности. Алгоритм планирования взвешенного наименьшего количества соединений делает алгоритм наименьшего количества соединений тем же, что алгоритм взвешенного циклического перебора для алгоритма округлого, то есть он вводит «вес», основанный на спецификациях каждого сервера [3].

Балансировщик нагрузки, который реализует алгоритм WLC, теперь учитывает две вещи: вес (емкость каждого сервера) и текущее количество клиентов, в настоящее время подключенных к каждому серверу.

Алгоритм может быть применён в «диспетчере» – распределителе нагрузки на серверы и единой точке входа в распределённую систему, для последующего распределения клиентов на различные API-шлюзы (application programming interface, программный интерфейс приложения). Схема работы диспетчера распределителя нагрузки представлена на рисунке 1.

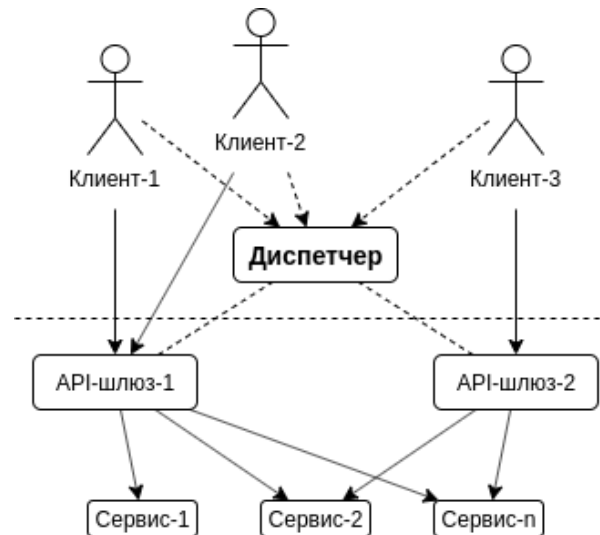


Рисунок 1 – Схема работы диспетчера распределителя нагрузки

Формула расчёта веса для «API-шлюза»:

$$W = \sqrt{(\rho_{mem} \cdot Q_{mem} \cdot R_{mem})^2 \cdot (\rho_{cpu} \cdot Q_{cpu} \cdot R_{cpu})^2},$$

где R_{mem} – простой памяти;
 R_{cpu} – простой процессора;
 Q_{mem} – объём памяти (Кб);
 V_{cpu} – скорость процессора (МГц);
 ρ_{mem} и ρ_{cpu} – коэффициенты пропорциональности.

Формула расчёта приоритета для «API-шлюза»:

$$P_i = \frac{C_i}{W_i},$$

где n – количество узлов;
 W_i – веса узлов ($i = 1..n$);
 C_i – количество текущих подключений ($i = 1..n$).

Алгоритм взвешенных наименьших соединений один из самых распространённых выборов при разработке больших проектов с распределёнными системами, реализация которого варьируется от особенностей системы, а разработка требует наиболее оптимального решения.

Библиографический список

1. Алгоритмы принятия решения по балансировке нагрузки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/SS9H2Y_7.6.0/com.ibm.dp.doc/bg_algorithms.html. – Дата доступа: 25.09.2019.
2. S.Sharma, S.Singh, M.Sharma. Анализ производительности алгоритмов балансировки нагрузки: всемирная академия наук, инженерии и технологии, 2008.
3. Управляемая передача файлов и сетевые решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.jscape.com/blog/load-balancing-algorithms>. – Дата доступа: 25.09.2019.

Содержание

Секция 6.

Информационные системы и процессы

В.С. Агейкова. Ключевые показатели эффективности бизнес-процессов	3
Е.Н. Андрианова. Инструменты подготовки данных для аналитических систем	4
А.А. Булойчик. Комплексная автоматизация учета, анализа и управления предприятиями автобизнеса	5
А.Ю. Голованов. Информационная система учета наличия и работоспособности программного и аппаратного обеспечения группы компьютеров	7
М.В. Гуськова. Методы сбора данных в бизнес-анализе	8
А.Е. Казачкин. Разработка алгоритма распознавания речевых сигналов	10
А.Т. Кежватова. Актуальные технологии в области рекомендательных систем	12
Н.В. Лукина. Сжатие изображений с использованием дискретного преобразования Уолша	13
Л.В. Майоров. Оценка эффективности функционирования микропроцессорных устройств с учётом их временных отказов	15
Д.М. Пантюшина. База данных автоматизированной системы хранения договоров на предприятии	16
Е.Е. Перевезенцев. Разработка информационной системы для учета и анализа рабочего графика предприятий	18
А.С. Привалов. Детектирование транспортных средств на аудиозаписи с использованием сверточных нейросетей	19
К.В. Пупынин. Интерактивное WEB-приложение микроскопического моделирования транспортных потоков	20
А.С. Танцев. Разработка информационной системы, реализующей методологию канбан	21
К.Ю. Цветков. Разработка информационной системы магазина	23
В.В. Чистотин. Разработка информационной системы кадрового обеспечения проектов в сфере информационных технологий	24
Ю.В. Шигина. Проектирование информационной системы автоматизации деятельности в сфере консалтинга	25
А.С. Щукраев, Д.А. Тарасов. Проектирование программно-аппаратных средств сжатия информации	26

Секция 7.**Обработка изображений в системах управления**

Ю.Р. Алланазарова. Корреляционно-экстремальный алгоритм слежения за объектом в последовательности изображений с реализацией в области пространственных частот	27
П.В. Бабаян, А.В. Яковлев. Нейросетевые алгоритмы слепого восстановления смазанных изображений	28
Ю.И. Баранова, С.А. Смирнов. Разработка алгоритма локализации дорожных знаков для системы транспортной видеоаналитики	30
А.И. Богданович, Ю.С. Бехтин. Применение симметричного плотного вейвлет-фрейма к методам комплексирования изображений на основе замещающей вейвлет-декомпозиции	31
М.Д. Богоманшин. Система управления роботом при помощи жестов	33
В.С. Воробьев, С.А. Смирнов. Разработка алгоритма анализа занятости парковочных мест для системы видеоаналитики	35
А.Е. Григорьев. Разработка и исследование алгоритма обнаружения и распознавания штрих-кодов в системах технического зрения	37
И.Е. Евтеев. Моделирование работы системы технического зрения со структурированным освещением	38
М.Д. Ершов, Д.В. Комков. Разработка лабораторной работы для изучения объектно-ориентированного подхода и методов слежения за объектами.....	39
М.Д. Ершов, Р.Г. Резванов. Разработка программного обеспечения для автоматизации создания базы данных видеосюжетов.....	40
Л.А. Зевалова, Ю.С. Бехтин. Субполосное комплексирование адаптивных пороговых правил и квантователей при вейвлет-компрессии изображений, полученных с помощью радаров с синтезированной апертурой	41
А.А. Ильин. Создание набора данных и обучение сверточной нейронной сети для оценки дорожной обстановки	43
А.А. Исаев. Робастное управление ориентацией квадротора	44
Д.В. Ловкин, С.Е. Корепанов. Слежение за объектом с использованием метода оценки оптического потока.....	46
Г.Н. Ломакин. Алгоритм оценки сдвига и поворота изображений в спектральной области	48
Я.В. Морозов. Измерение параметров потока расплава с применением методов обработки изображений.....	49
А.Ю. Овчинников, С.Е. Корепанов. Слежение за объектом с использованием алгоритма адаптивной фильтрации эталона MOSSE	50
Е.Ю. Овчинников, Ю.С. Бехтин. Алгоритм многоуровневого взаимодействия в коллективах интеллектуальных роботов.....	52
А.М. Орехова. Восстановление изображений в условиях смаза.....	54

Д.В. Слюсарь. Слежение за множеством объектов в видеопоследовательности на основе метода минимизации функции энергии	55
М.А. Смирнов, С.А. Смирнов. Разработка алгоритма цифровой стабилизации для системы видеонаблюдения.....	57
А.А. Федичкин. Исследование корреляционно-экстремальных алгоритмов определения координат объекта в последовательности изображений	58
К.Ю. Цветков. Электронный модуль обработки изображения оптико-электронного прибора.....	59
Д.А. Шестопалов. Алгоритм исследования транзисторного высокочастотного генератора	60
М.Ю. Яблоков. Цифровой стабилизатор зашумлённых импульсных последовательностей	62

Секция 8.

Геоинформационные технологии

О.К. Головнин. Сеть обработки событий для геоинформационной системы в задаче распределенной обработки нештатных ситуаций	64
М.М. Егин. Разработка алгоритма определения линий стыковки фрагментов мозаичных изображений земной поверхности	66
В.А. Еремеев. Разработка программного обеспечения формирования индексных изображений по материалам гиперспектральной съемки земли ..	68
В.А. Зенин. Радиометрическая калибровка видеодатчиков в современных системах ДЗЗ.....	69
А.А. Камордин. Фильтрация изображения в спектральном представлении	71
А.М. Кочергин, С.А. Ларюков. Отображение спутниковых снимков высокого пространственного разрешения в картографическом WEB-сервисе.....	72
А.В. Ломаков. Аспекты применения алгоритмов классификации для мониторинга состояния окружающей среды по данным с космических изображений.....	74
А.С. Рыжиков. Обеспечение высоконадежного поиска одноименных объектов на разновременных снимках ДЗЗ	75

Секция 9.

Информационные технологии в промышленности

О.Д. Аксёнов, В.К. Ли. Анализ ускоренных режимов испытаний солнечных элементов	77
А.В. Богатов. Разработка автоматизированного стенда проверки функционирования блока летательного аппарата.....	79
Н.В. Бодров. Алгоритм ротации работы трех насосов по времени наработки	80

В.В. Васюков. Из опыта разработки программы по управлению установкой предварительного вспенивания полистирола	82
С.В. Гурский, В.К. Ли. Методика анализа микрорельефа и структуры пленок солнечных элементов на основе РЭМ	83
Н.Ю. Дронов. Классификация измерительных щупов для фрезерного обрабатывающего центра	84
Е.С. Еранцева, А.А. Денисюк. Алгоритм ввода данных для прогнозирования параметров качества электронных средств	86
А.П. Житко. О формировании информационной образовательной среды технического университета	88
А.П. Житко. Формирования инженерного мышления в условиях использования информационной образовательной среды	90
О.А. Жуков. Макет электромагнитного молота на основе линейного соленоида	93
Н.С. Заигров. Измерение расстояния до отражающей поверхности в присутствии мешающих отражений	94
А.А. Константинов, Н.А. Панасюк, Н.В. Яненко. Механизмы повреждений полупроводниковых структур, вызванные воздействием ЭМИ	97
А.В. Корвель. Анализ систем защиты информации и их моделей.....	100
А.В. Корвель. Анализ угроз информационной безопасности	102
А.В. Корвель. Анализ алгоритмов, средств и методов защиты информации.	105
Д.В. Корольков. Автоматические установки компенсации реактивной мощности.....	107
А.А. Лисовский, А.А. Константинов, Н.А. Панасюк. Дефекты полупроводниковых приборов, вызванные воздействием ЭМИ	109
Д.В. Марчев. Решение задачи классификации отказов работы сложных технических систем в рамках проактивного технического обслуживания	111
И.С. Митряйкина. Многоуровневые инверторы напряжения	112
З.Т. Нгуен. Влияние инструмента и его износа на геометрические характеристики зубчатых передач внешнего зацепления	115
Д.Н. Новомейский. Программа и алгоритм вычисления параметров факельной подгонки	117
Н.А. Панасюк, Н.В. Яненко, А.А. Лисовский. Инфокоммуникационные системы как объекты, потенциально уязвимые к воздействию ЭМИ.....	119
М.А. Плетнев. Автоматизация индукционной закалки	121
П.С. Романовский. Расчет теплового режима системы управления техническим средством для регулирования движения транспортом на микроконтроллерах типа AT89C4051	122

П.С. Романовский. Расчет электромагнитной совместимости системы управления техническим средством для регулирования движения транспортом на микроконтроллерах типа AT89C4051	124
Д.А. Тарасов, А.Е. Полуэктов. Автоматизированная организация хранения чертежей в электронном формате	126
Д. А. Тарасов, А.С. Щукарев. Автоматизированная организация хранения чертежей в электронном формате	128
К.Ф. Филькин. Разработка беспроводного зарядного устройства, основанного на принципах ШИМ регуляции	129
А.К. Фролов, Д.Н. Шарый. Обзор системы взвешивания транспортных средств в движении	130
А.К. Фролов, Д.Н. Шарый. Электронная цифровая подпись с открытым ключом	132
Ю.В. Ханенко, А.В. Николаев, М.А. Маркушин. Устройство измерения параметров плазмы методом зонда Ленгмюра	134
М.И. Цыцына. Анализ методов и стандартов в области менеджмента надежности и риска космических систем.....	135
М.З. Шаронова, Д.З. Шаронова. Информационные технологии в лесопромышленном комплексе	137
А.О. Шилин, А.И. Тараканов. Разработка технологической схемы для работа-манипулятора	140

Секция 10.

Космические информационные технологии

Д.Ф. Алимов. Анализ современных методов моделирования микроволновых аэрокосмических систем.....	142
А.В. Бендарский, О.А. Бодров. Анализ методов сжатия мультиспектральных изображений	143
В.А. Туманов, М.В. Грачев, Д.И. Лбов, О.А. Бодров. Использование системы библиотек OSGEO для обработки метеорологических данных с низкоорбитальных космических аппаратов спутниковой группировки GEONETCAST	145
А.П. Капранов. Представление функционального элемента электронной схемы в виде комбинированной математической модели для повышения оперативности поиска неисправностей.....	147
А. А. Кашеев, С. И. Гусев. Определение границ зоны радиовидимости наземных пунктов приема космической информации	148
П.А. Князьков, Г.П. Медведев. Подходы к апостериорной оценке параметров качества изображений от космических аппаратов радиолокационного наблюдения земли.....	150
С.М. Ларионов. Кластеризация гиперспектральных изображений	151

Н.В. Макарова. Основные особенности построения модели качества программных продуктов космического назначения	153
И.С. Спирин. Экспериментальное исследование и разработка статистической модели сигнала акселерометра беспилотного летательного аппарата	156
В.А. Трубин. Поиск застраиваемых территорий на мультиспектральных снимках спутника LANDSAT 5.....	157
И.Н. Федотов. Повышение помехозащищенности и решение навигационной задачи БПЛА при условии активных помех.....	158

Секция 11.

Автоматизация проектирования в телекоммуникационных системах

Р.С. Гамазков. Контроль работоспособности и диагностика неисправностей выпрямительных устройств.....	160
Е.П. Ельников, Е.А. Житковский, И.А. Тонко. Использование технологии IoT в телекоммуникационных системах.....	161
Е.А. Житковский, Е.П. Ельников, И.А. Тонко. Использование протокола MQTT в телекоммуникационных системах	162
С.В. Засимов, А.А. Манакин. Распределенная обработка потоков данных в программно-конфигурируемых сетях.....	164
И.С. Лебедева, И.А. Музюкин, Н.Ю. Щучкин. Математическая модель транспортной сети с динамическими параметрами	165
М.А. Русин. Разработка программно-аппаратного комплекса обмена данными через одноранговую сеть на основе технологии LORA	167
К.И. Тодоренко, Г.В. Овечкин. Особенности передачи и обработки информации в сверхскоростных волоконно-оптических линиях связи.....	168
И.А. Тонко, Е.П. Ельников, Е.А. Житковский. Преимущества и возможности технологии BLE в телекоммуникационных системах.....	169
Д.А. Хлебест, Е.С. Омелюсик. Разработка алгоритма «взвешенных наименьших соединений» распределения нагрузки на серверы в распределенных системах	171

ДЛЯ ЗАМЕТОК

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
НИТ-2019

XXIV ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ

Материалы конференции

Том 2

Подписано в печать 30.10.19. Формат 60x84/16

Бумага офсетная. Гарнитура Times.

Усл. печ. л. 13,5.

Тираж 150 экз. Заказ № 1854

Отпечатано в типографии Book Jet
390005, г. Рязань, ул. Пушкина, д.18

Сайт: <http://bookjet.ru>

Почта: info@bookjet.ru

Тел.: +7(4912)-466-151

КАФЕДРА СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ (САПР ВС)



Кафедра САПР ВС осуществляет подготовку бакалавров и магистров по направлениям 11.03.03 (11.04.03) «Конструирование и технология электронных средств» и 09.03.01 (09.04.01) «Информатика и вычислительная техника». По направлению 11.03.03 (11.04.03) подготовка ведется по двум профилям (специальностям) «Информационные технологии конструирования электронных средств» и «Конструирование и технология электронно-вычислительных средств», а по направлению 09.03.01 (09.04.01) - по профилю «Системы автоматизированного проектирования».

Выпускники кафедры, получившие дипломы инженера или магистра, имеют возможность продолжить обучение в аспирантуре с целью подготовки и защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. При кафедре функционирует докторантура для подготовки научных кадров высшей квалификации - доктора наук.

На кафедре работают 6 профессоров, докторов технических наук и 16 доцентов, кандидатов технических наук.

Выпускники кафедры работают на предприятиях оборонно-промышленного комплекса; на предприятиях радиоэлектронной промышленности; в организациях среднего и малого бизнеса, занимающихся разработкой, созданием и эксплуатацией вычислительной и цифровой аппаратуры; на предприятиях сотовой связи; в банках и коммерческих структурах; в научно-исследовательских организациях Рязани, Москвы, Подмосквья и других регионов России.

Страница кафедры в Интернет: <http://sapr.rsreu.ru>



Страница конференции в Интернет: <http://nit.rsreu.ru>