

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

МАТЕРИАЛЫ

VII научно-технической конференции магистрантов
Рязанского государственного радиотехнического
университета

Рязань 2021

УДК 004

Материалы VII научно-технической конференции магистрантов Рязанского государственного радиотехнического университета. – Рязань: РГРТУ, 2021 - 286 с.

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

Авторская позиция и стилистические особенности публикаций полностью сохранены.

Ответственный редактор:

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

© Рязанский государственный
радиотехнический университет, 2021

СЕКЦИЯ РАДИОУПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗИ

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА МОНТАЖА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕРВИЧНОГО МУЛЬТИПЛЕКСОРА

Л.В. Трафимова

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

Монтаж первичного мультиплексора состоит из определенного алгоритма действий. При наличии основного и резервного блоков питания каждый из блоков подключается к клемме и автомату устройства ввода, независимо друг от друга. Включается питание, переводятся тумблеры на автоматах защиты в верхнее положение «ВКЛЮЧЕНО». При наличии в конфигурации мультиплексора первичного двух блоков питания – основного и резервного, оба блока должны находиться во включенном состоянии. Если один из блоков питания находится в выключенном состоянии, то высвечивается индикация аварийного светодиода - красный индикатор на панели выключенного блока питания. В случае аварии мультиплексора наблюдается - на блоке красная постоянная индикация светодиода «АВАРИЯ», сопровождаемая звуковой сигнализацией.

Устанавливается начальное конфигурирование сети с помощью терминальной программы и персонального компьютера. Контролируется визуально на мониторе компьютера конфигурация мультиплексора первичного. Устанавливается с персонального компьютера режимы работы базового блока мультиплексора. Блок является системным блоком, режимы его работы определяют режимы работы оборудования в целом. В основном окне системы конфигурации сетевого элемента необходимо открыть окно базового блока и установить режимы работы. Устанавливаются с компьютера режимы работы блоков из состава мультиплексора. Осуществляется кроссировка потока E1. Входные данные поступают на выходы коммутатора и далее через него направляются на выход. На вход управления подаются слова адресных каналов. Само устройство тоже может обладать специальным входом управления, которое дает возможность проходить или не проходить входному каналу на выход. Все нюансы работы мультиплексора зависят от его модели.

Библиографический список

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

РАЗРАБОТКА ПОИСКОВОГО АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ КОДИРОВАНИЯ РЕЧИ В СИСТЕМАХ IP-ТЕЛЕФОНИИ

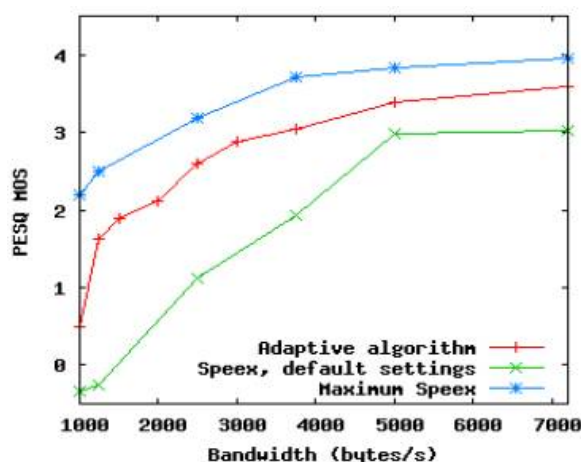
А.А. Приходько

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

Одним из методов для оценки и обеспечения качества голосового сигнала в сетях IP-телефонии является использование методов с адаптивным управлением. Представлено исследование, проведенное на системе IP-телефонии при использовании кодека Speex. Полученные результаты также можно применить к другим типам каналов и кодеков.

Алгоритм имеет два режима работы - режим поиска и режим наблюдения. В режиме поиска алгоритм производит исследование канала и выбирает наиболее оптимальные значения кодирования. Затем определяется значение качества Q_{opt} и алгоритм переходит в следующий режим - наблюдения. Качество Q оценивается, и рассчитывается в каждый момент времени $Q = |Q - Q_{opt}|$. Если значение Q превышает определенное пороговое значение, то тогда осуществляется переход в режим поиска.

При проведении экспериментов качество, полученное на выходе, определялось алгоритмом PESQ. Оценка возможностей ограничения адаптации проводилась посредством многократной передачи фиксированного звукового сигнала, который был закодирован при помощи всех возможных комбинаций параметров кодера и способа передачи сигнала. Для того, чтобы проиллюстрировать поведение системы адаптации, приведем данные для 6 % потерь.



Экспериментальная оценка качества речи

При оценке результатов видно, что использование адаптивного алгоритма дает возможность обеспечить приемлемое качество речевого сигнала в полосе пропускания 2000 байт / с (красная линия на графике). В то же время использование кодирования со стандартными параметрами обеспечивает приемлемое качество в этих условиях, начиная с полосы пропускания 3800 байт / с и более (зеленая линия на графике). Полученные результаты показывают, что реализованный адаптивный алгоритм позволяет значительно улучшить качество восстановленного сигнала на ряде каналов. Его использование целесообразно в системах IP-телефонии, которые работают на некачественных или узкополосных каналах.

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

Н.Р. Миняев

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

В связи с экономическим кризисом эксплуатация промышленной, коммерческой, а также некоммерческой недвижимости для обслуживающих компаний с каждым годом становится все дороже. В приоритете среди затрат по-прежнему остаются расходы на оплату электроэнергии.

Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) – важнейший инструмент в арсенале управляющих компаний, это полноценный аппаратно-программный комплекс, занимающийся сбором и анализом данных.

При проектировании системы АСКУЭ затрагиваются все уровни. А именно:

- подбор первичных измерительных приборов;
- оборудование для сбора и передачи информации;
- программное обеспечение для обработки полученной информации.

Для того, чтобы функционирование системы АСКУЭ было действенным, необходимо ответственно отнестись к подбору программного обеспечения. Программное обеспечение АСКУЭ должно обеспечить следующее.

Сбор данных с первичных измерительных приборов, а также защиту каналов связи от взлома и искажения данных.

Обработку данных, систематизацию и архивацию.

Оперативно реагировать и предупреждать при возникновении неполадок на участках сети.

Формировать отчеты и графики о потреблении электроэнергии в режиме реального времени и за выбранный период.

Автоматизированный расчет энергопотребления и возможность формирования электронных счетов абонентам для последующей оплаты энергоресурсов.

Возможность изменения тарифов путем перепрограммирования технических средств, установленных на объектах учета, с обязательным документированием этого события техническими средствами.

Передача данных осуществляется по проводному или беспроводному каналу связи.

Проводные АСКУЭ — это старый вид подключения сети, сегодня данный вид подключения практически не используется.

Беспроводные системы позволяют осуществлять передачу данных без использования проводов. Системы беспроводного учета, подключенные к GSM сетям, позволяют передавать данные через сотовую сеть мобильного оператора, где широкое распространение получила технология NB-IoT - стандарт сотовой связи для устройств с малым объемом данных [1].

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

ВЕРИФИКАЦИЯ УСТРОЙСТВ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДИРОВАНИЯ

А.Ю. Савченко

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

Помехоустойчивое кодирование передаваемой информации является результативным путем повышения достоверности передачи информации по каналам связи. Но существуют трудности оценки возможностей кодеков различного типа. Для решения задач верификации помехоустойчивых кодеков можно предложить на этапе проектирования телекоммуникационной системы применять программно-аппаратный комплекс, схема которого приведена на рисунке.

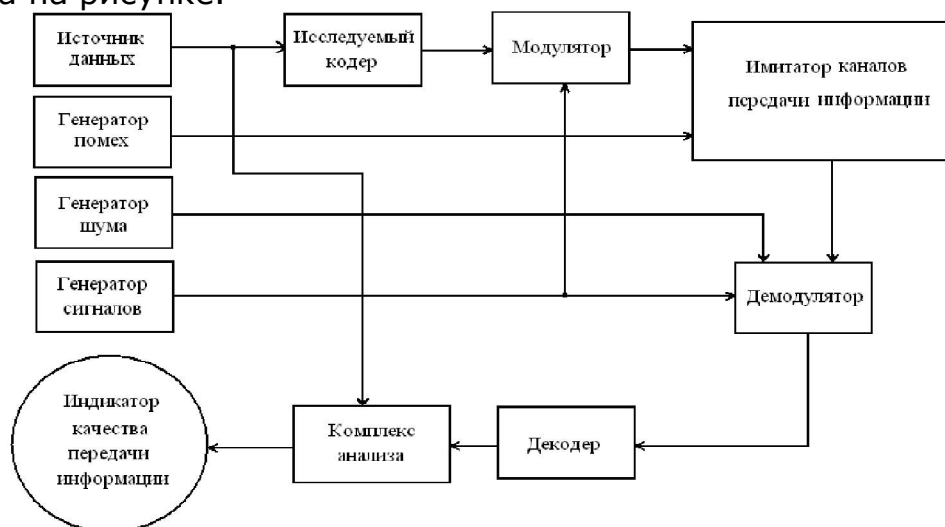


Схема программно-аппаратного комплекса

Комплекс содержит: адаптивную управляемую модель канала передачи информации; совокупность сигналов, несущих информацию и оценивающих помеховую обстановку; аналитическое устройство, осуществляющее оценку достоверности передачи информации. Для обеспечения высокого качества верификации необходимо иметь имитатор канала передачи информации, соответствующий реальному каналу, и генератор мультипликативных и аддитивных помеховых сигналов регулируемого уровня. Универсальный имитатор каналов, позволяющий моделировать особенности как кабельных, так и радиоканалов, воспроизводит изменения множителя ослабления сигнала в канале связи. Реальные каналы связи являются каналами со случайными параметрами. Поскольку большинство каналов имеют нестационарные параметры, то математическое описание замираний обычно приводят для интервалов локальной стационарности, под которыми понимают временные интервалы, за которые медианное значение множителя ослабления передаточной функции канала существенно не изменяется. Комплекс позволит имитировать искажения сигнала на различных трассах связи и оценивать эффективность кодеков разного типа, определив наилучший для определенного канала связи при разнообразных условиях помеховой обстановки.

РАЗРАБОТКА СОВМЕСТНОГО АЛГОРИТМА КОДИРОВАНИЯ И МАСКИРОВАНИЯ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА

Р.С. Спиряков

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

В наше время задача защиты речевой информации от несанкционированного доступа является одной из главных задач современного мира, ей уделяется все большее внимание. Это обусловлено, во-первых, большой информативностью речевых сообщений, а во-вторых, огромным разнообразием угроз в отношении к речевым сигналам. Это сказывается на потребности в изобретении все новых методов и средств защиты речевых сообщений от несанкционированного доступа.

В современных устройствах речевого маскирования применяются различные методы и алгоритмы обработки речевых сигналов, основанные на применении цифровых фильтров, технологиях вейвлет-преобразования, применении маскираторов речи. На последнем остановимся подробнее.

Использование маскираторов - это наиболее простой метод закрытия речи, и применяется он в том случае, если передаваемую речевую информацию требуется скрыть на короткое время при прямом прослушивании злоумышленником линии связи. Известные виды маскираторов построены на основе алгоритмов инверсии речевого спектра, на перемешивании отдельных полос речевого спектра, на перемешивании отдельных полос спектра с инверсией по определенному правилу, на внесении ложного спектра и т.д.

При сочетании кодека с маскиратором желательно брать алгоритмы первичного кодирования, которые обеспечивают максимальное закрытие речи. К таким алгоритмам можно отнести модификации низкоскоростных кодеков MELP и CELP. Желательно брать не описанные в известной литературе модификации, с неизвестным широкому кругу алгоритмом формирования кодовой книги, тогда сигнал на выходе данного кодека будет уже маскированный. Примером такой системы служит стандарт NATO STANAG, реализованный на основе кодека MELP.

Маскирование речи – эффективное средство, обеспечивающее высокую степень защиты речевых сообщений, но при использовании маскираторов возникает проблема – наличие сильного шума на передающей стороне, в силу этого восстановленный речевой сигнал обладает достаточно низкой разборчивостью.

Одним из вариантов решения проблемы помехоустойчивости является использование восстановления сигналов на основе алгоритма Хургина - Яковлева, использующего представление исходного сигнала в виде совокупности отсчетов сигнала и его $N-1$ первых производных. Использование алгоритма Хургина - Яковлева позволяет повысить помехоустойчивость и криптостойкость системы маскирования, а также позволяет использовать возможности параллельной обработки сигнала. Кроме того, при применении данного алгоритма возможно использование производных с порядком выше первого, что позволяет задействовать больше двух каналов обработки сигнала, что обуславливает меньшие требования к вычислительным затратам.

РАЗРАБОТКА МОДИФИКАЦИИ НИЗКОСКОРОСТНОГО АЛГОРИТМА КОДИРОВАНИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ С ПЕРЕМЕННОЙ СКОРОСТЬЮ ПЕРЕДАЧИ

Н.В. Николаев

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

Основной задачей развития современных телекоммуникационных технологий является разработка системы, обеспечивающей хорошее качество речи в широком диапазоне. Для систем с ограничением скорости одно из решений состоит в том, чтобы позволить приемопередатчикам контролировать состояние канала связи и динамически распределять битовый поток между исходным и канальным кодерами соответственно. Для каналов с низким отношением сигнал/шум (SNR) исходный кодер работает с низкой скоростью передачи битов, что позволяет эффективно контролировать прямые ошибки. Для каналов с высоким SNR исходный кодер использует высокую скорость, которая приводит к высокому качеству речи. Адаптивный алгоритм выбирает наилучшую комбинацию кодирования источник-канал из набора доступных исходных и канальных кодеров, работающих с различными скоростями, на основе оценок качества канала. Канальные кодеры, избыточность которых позволяет варьировать, адаптируя скорость кодирования после того, как передатчик получает информацию об условиях канала, называются канальными кодерами с переменной скоростью [1].

В работе рассмотрены следующие кодеки: G.711, G.722, G.722.2, G.723.1, G.729, G.728, LTP, iLBC, GSM. Данные кодеки осуществляют преобразование на скоростях от 5,3 Кбит/с до 64 Кбит/с. Была рассмотрена устойчивость кодеков к ухудшению условий передачи информации путем уменьшения полосы пропускания канала. Начиная со скорости 10 Кбит/с, допустимое качество кодирования ($MOS > 3,5$) достигается моделями iLBC, G.729 и G.722.2. CELP кодеки имеют допустимое MOS (3,9), данные кодеки являются оптимальными для усовершенствования [2].

Библиографический список

1. Speech Transmission Using Rate-Compatible Trellis Codes and Embedded Source Coding, IEEE Transactions on communications, vol. 50, no. 2, february 2002 .
2. Кодеки в VoIP [Электронный ресурс].
URL: <https://www.terratel.eu/ru/voip-codecs.html>

СОВРЕМЕННЫЕ АЛГОРИТМЫ НИЗКОСКОРОСТНОГО КОДИРОВАНИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ

С.В. Володин

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

В настоящее время можно проследить устойчивый рост потребителей речевых услуг и развитие речевых сетей и систем связи. Реализация этих потребностей требует повышения числа и увеличения эффективности использования имеющихся каналов связи [1].

Кодирование речи передачи данных со скоростью ниже 4 кбит / с необходимо как для приложений связи, так и для приложений хранения голоса. На таких низких скоростях полное кодирование сигнала невозможно; поэтому низкоскоростные кодеры вместо этого полагаются на параметрические модели для представления только наиболее релевантных для восприятия аспектов речи. Хотя существует ряд различных подходов к этому моделированию, все они могут быть связаны с базовой линейной моделью формирования речи, в которой сигнал возбуждения управляет фильтром голосового тракта.

Основные свойства речевого сигнала и восприятия речи человека могут объяснить принципы параметрического кодирования речи, применяемые в ранних вокодерах. Современные подходы к моделированию речи, такие как линейное предсказание смешанного возбуждения, синусоидальное кодирование и интерполяция формы волны, используют более сложные версии тех же концепций. Современные методы кодирования параметров модели, в частности с использованием теории векторного квантования, позволяют кодировать информацию о модели с очень небольшим количеством бит на речевой кадр [2].

Успешная стандартизация низкоскоростных кодеров позволила широко использовать их как для военной, так и для спутниковой связи со скоростью от 4 кбит / с до 600 бит / с. Тем не менее, цель низкоскоростного кодирования с качеством междугородных звонков по-прежнему представляет собой проблему для исследований.

Наиболее известными представителями низкоскоростного кодирования являются: кодирование с линейным предсказанием (LPC), кодирование с линейным предсказанием с кодовым возбуждением (CELP). Моделирование CELP делится на два этапа. Первый этап – это этап линейного прогнозирования, а второй этап – это этап на основе кодовой книги модели линейного прогнозирования. В CELP коэффициенты линейного предсказания (LPC) вычисляются и квантуются обычно в виде линейных спектральных пар (LSP). Для избежания потерь из-за передачи к собственному речевому кодированию сигнала часто используют канальное кодирование. Обычно методы кодирования речи и кодирования каналов должны выбираться одновременно, причем наиболее важные биты в потоке речевых данных защищены более надежным канальным кодированием, чтобы получить наилучшие общие результаты кодирования.

Библиографический список

1. Афанасьев А. А., Власов Р. С. Низкоскоростное кодирование речевого сигнала при переменной длительности сегмента анализа
2. Arjona M. Ramírez и Minami M. Технология и стандарты для методов низкоскоростного вокодирования// Справочник компьютерных сетей. изд. Н. Bidgoli, New York: Wiley, 2011, vol. 2. 447–467с.

АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ НИЗКОСКОРОСТНОГО КОДИРОВАНИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА – ЯКОВЛЕВА

С.А. Ермилов

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

Одна из основных задач современных систем передачи информации - создание устройств кодирования речевого сигнала, обеспечивающих максимально возможное качество речевого сигнала, восстанавливаемого на принимающей стороне, с наименьшими вычислительными затратами при минимальной скорости передачи. В настоящее время существующие системы кодирования не соответствуют полному набору этих требований.

Для создания кодирующих устройств, в значительной степени отвечающих всем этим требованиям, рассмотрено применение адаптивного алгоритма низкоскоростного кодирования речевых сигналов на основе представления Я.И Хургина и В.П. Яковлева.

Важнейшая область применения этого алгоритма - системы обработки речевых сигналов. Создание таких систем - одно из стремительно развивающихся направлений информационных технологий, во многом определяющее перспективы развития страны и ее научный потенциал. Наиболее известные результаты в этой области были получены российскими учеными М.А. Сапожковым, В. Михайловым, М. Назаровым, Ю.К. Канищевым, Ю.Н. Прохоровым.

Технические характеристики систем, реализующих речевые технологии, в большей степени зависят от эффективности алгоритмов сжатия голоса, которое обеспечивает высокое качество восстановленного сигнала при заданных вычислительных затратах. В этом случае одним из основных технических показателей этих систем является качество восстановленного речевого сигнала при фиксированной степени сжатия.

Кроме того, методы обработки речевой информации основанные на представлении Хуркина - Яковлева могут быть использованы в качестве маскираторов речевых сигналов, что дает возможность увеличить помехоустойчивость и уменьшить динамический диапазон маскированного речевого сигнала.

Таким образом, приоритетной задачей является разработка адаптивного алгоритма низкоскоростного кодирования речевых сигналов на основе представления Я.И Хургина и В.П. Яковлева.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭМС ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ РАДИОСЛУЖБ, СОВМЕСТНО ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ДИАПАЗОНЫ РАДИОЧАСТОТ

С.В. Володин

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

В настоящее время число радиоэлектронных средств (РЭС) стремительно возрастает. Их одновременное функционирование в ограниченном объеме радиочастотного ресурса приводит к возникновению взаимных помех, снижающих показатели качества функционирования РЭС. Это дока-

зывает, что при проектировании РЭС следует учитывать условия их эксплуатации, в том числе и электромагнитную обстановку.

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

Общая методология парных оценок ЭМС доступна для всех и активно используется [2]. В то же время специфические свойства РЭС различных радиослужб подтверждают необходимость внесения в общую методологию некоторых дополнений и изменений. Они могут влиять на список исходных данных взаимодействующих между собой РЭС, критерии обеспечения ЭМС, модели распространения радиосигналов и некоторые особенности учета методов снижения воздействия помех.

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

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

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

Библиографический список

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

АЛГОРИТМЫ КОДИРОВАНИЯ РЕЧИ В ПОЛУВОКОДЕРАХ

Минаев Н.Г.

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

В настоящее время вокодеры – это незаменимое устройство в системах передачи речи, которое позволяет анализировать и синтезировать человеческий голос. Актуальной задачей в наши дни является защита канала связи от утечки информации и перехвата ее злоумышленниками, с этим так же помогают вокодеры с помощью шифрования, обеспечивая безопасную передачу информации.

Компрессия вокодеров находится на высоком уровне, даже при записи нескольких частот и глухих звуков. При стандартной системе записи речи улавливаются частоты в пределах от 500 Гц до 3400 Гц. В данном диапазоне находится большинство частот, которые используются в речи, с частотой дискретизации 8 кГц. Для скорости передачи от 96-128 кбит/с выборка составляет от 12 бит. Также вокодер может обеспечить скорость передачи голоса 2,4 кбит/с.

Голосовые кодеры, например ITU G.729, повсеместно используются во множестве телефонных сетей. Так, G.729 имеет скорость передачи данных 8 кбит/с с высоким качеством речи. При понижении скорости меньше 5 кбит/с качество речи начинает резко ухудшаться [1].

Современные полувокодеры, которые используются в новейших системах передачи и хранения речи, основаны на различных алгоритмах кодирования. Данный тип вокодеров работает с блоками подготовленных отсчетов, при этом растут требования к вычислительной мощности и увеличивается задержка при передаче. Для передачи речи используется система с линейным предсказанием, она имеет несколько разновидностей, например LPC, MPLPC, RELP, CELP и др.

Кодер с возбуждением от частоты основного тона (LPC) используется для передачи речевого сигнала со скоростью 2400 бит/с. При скорости передачи 16 кбит/с на передачу сигналов возбуждения выделяется скорость 14,2 кбит/с. Главным его недостатком является высокая чувствительность синтезированной речи к ошибкам и амплитудно-частотным искажениям спектра входного сигнала.

При многоимпульсном кодировании (MPLPC) предсказывается не основной тон, а параметры принимаемых и передаваемых импульсов, что схоже с адаптированным кодированием. Такой тип кодирования широко применяется в системах передачи речи, например Skype, имеющий скорость, равную 9,6 кбит/с [2].

Алгоритм кодирования RELP отличается от других тем, что в результате обработки кодируется и предсказывается нижняя часть речевого спектра, что уменьшает количество обрабатываемых отсчетов. Кодирование с помощью RELP может уменьшить скорость передачи в канале, без снижения качества речи.

Метод CELP обеспечивает высокое качество речевого сигнала при скорости передачи от 4 до 16 кбит/с. Анализ речи производится на интервале времени 10-30 мс [3].

Алгоритмы кодирования основываются на корреляционных связях между отсчетами сигнала, что дает возможность использовать линейное

предсказание. Вместе с адаптированным квантованием это обеспечивает высокое качество речи. Также используется простая математическая модель голосового тракта, позволяющая использовать низкие скорости передачи информации.

Библиографический список

1. Маркел Дж.Д., Грэй А.Х. Линейное предсказание речи, пер. под ред. Ю.Н.Прохорова и В.С.Звездина. М.: Связь, 1980.
2. Калинин Ю.К. Разборчивость речи в цифровых вокодерах. - М.: Радио и связь, 1991.
3. Сапожков М.А. Акустика.Справочник. М.: Радио и связь, 1989.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АДАПТАЦИИ НИЗКОСКОРОСТНОГО КОДЕКА РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ К ТЕМПУ РЕЧИ

Э.А. Бронникова

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

На сегодняшний день системы передачи информации для обеспечения заданного качества на выходе кодека речевых сигналов (РС) требуют обеспечения нормального темпа речи. Эта проблема особенно актуальна для низкоскоростных кодеков со скоростью передачи ниже 2400 бит/с, таких как Codec2 и других низкоскоростных алгоритмов кодирования РС [1]. В основе методов низкоскоростной передачи речи лежит параметрическое кодирование, т.е. её представление не речевым колебанием, а набором медленно изменяющихся параметров, определяющих понятность речи и, в ряде, случаев узнаваемость говорящего, требующих для своей передачи меньшей скорости цифрового потока. У низкоскоростных кодеков есть ряд недостатков, которые влияют на качество передачи и разборчивость речи. Одними из основных факторов, влияющих на недостатки при использовании данных кодеков, являются искажения квантования, временная задержка, потери кадров, потеря пакетов, битовые ошибки, ухудшение разборчивости на приемной стороне при высоком темпе речи [2,3].

Под разборчивостью речи понимают относительное или процентное количество принятых элементов речи из общего числа переданных по каналу связи. На данный параметр могут повлиять многие факторы, включая точность произношения, слышимость и скорость речи [4].

Темп речи – скорость произнесения элементов речи. Элементы речи составляют слоги, звуки, слова, фразы, цифры. Согласно ГОСТ Р 50840-95 нормальным темпом считается 8 звуков в секунду.

Повышение темпа выше 8 звуков в секунду приводит к довольно сильному падению разборчивости речи на приемной стороне. Это обусловлено тем, что увеличивается скорость изменения параметров РС, которые вычисляются в низкоскоростном кодеке, следовательно, изменяется период, на котором производится анализ статических характеристик сигнала. В известной литературе он получил название «кадра». Длина кадра определяется в силу периода квазистационарности РС, который определяется в интервале от 10 до 32 мс, исходя из средних параметров речи. Особенно

сильно этот эффект проявляется при повышении в РС границы ускоренного темпа выше 12 звуков в секунду.

Предложен алгоритм адаптации кодека речевых сигналов к темпу речи, состоящий из двух процедур:

1. Исключение пауз, которые составляют до 30% общей длительности речевого сигнала, между фонемами и отдельными словами с помощью известных алгоритмов VAD.

2. Растяжение речевого сигнала по времени.

Растяжение речевого сигнала по времени за счет компенсации пауз реализуется во временной или частотной областях. Схема предложенного алгоритма приведена на рисунке 1.

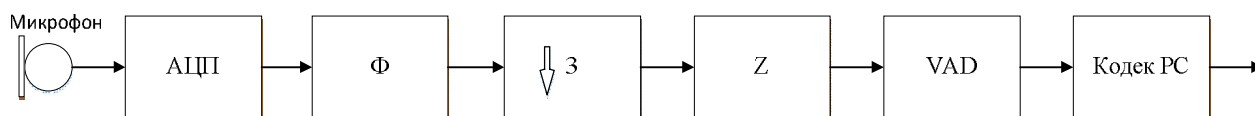


Рисунок 1 – Схема адаптации кодека речевых сигналов к темпу речи: АЦП – аналого – цифровой преобразователь; Ф – фильтр; VAD – детектор активности речи, Z – блок задержки

С помощью разработанного алгоритма можно значительно снизить темп речи в 1,3...1,5 раза, что обеспечивает хорошую разборчивость даже при исходном темпе в интервале от 16 до 18 звуков в секунду. Для оценки на примере «Codec2» при скорости передачи 1200 бит/с разборчивость речи, согласно ГОСТ Р50840 – 95, увеличилась с 55% до 80% и при скорости 600 бит/с с 35% до 65% соответственно.

Библиографический список

1. Цифровая обработка и передача речи / Под ред. О.И Шелухина. – М.: Радио и связь, 2000. - 456 с.: ил.
2. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Реализационные возможности и помехоустойчивость процедуры восстановления сигналов на основе алгоритма Хургина-Яковлева// Радиотехника. 2003. №1. С. 73-75.
3. В.Т. Дмитриев Помехоустойчивость кодеков речи на основе алгоритма Хургина-Яковлева// Вестник РГРТА. Вып. №12, 2003 – С.133-136.
4. В.Т. Дмитриев, А.Ф. Янак Исследование воздействия акустических шумов на первичные кодеки речевых сигналов. //Вестник РГРТУ. 2016. №2 (Выпуск 56) - С.38-44.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРИЕМА РАДИОСИГНАЛОВ ВЫСОКОИНФОРМАТИВНОЙ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ВИДЕОКОНТРОЛЯ ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

С.О. Алексенко

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

В докладе рассматривается вопрос целесообразности применения четырехпозиционной фазовой манипуляции (OQPSK) в бортовых системах видеоконтроля (БСВК), устанавливаемых на изделия ракетно-космической техники. Оценка возможности применения данного вида манипуляции производится путём сравнительного анализа эффективности БСВК с применением четырехпозиционной фазовой манипуляции со сдвигом квадратур и БСВК с применением двоичной фазовой манипуляции (BPSK).

В данный момент широкое применение в ракетно-космической отрасли находит БСВК, групповой телеметрический сигнал которой подвергается двоичной фазовой манипуляции [1].

В работе [2] отмечено, что одним из наиболее перспективных видов манипуляции является OQPSK.

В ходе сравнительного анализа установлено, что характер зависимости вероятности битовой ошибки от среднего отношения сигнал-шум в канале передачи информации для БСВК с применением видов манипуляций OQPSK и BPSK идентичен. При применении в радиотелеметрической системе манипуляции BPSK используется только синфазная составляющая, а при применении манипуляции вида OQPSK наряду с ней также используется и квадратурная составляющая. Благодаря квадратурной форме когерентного фазового демодулятора, при применении манипуляции типа OQPSK два канала детектора осуществляют независимый прием двух бинарных модулированных по фазе сигналов, что и объясняет идентичный характер поведения зависимости вероятности битовой ошибки для рассматриваемых видов манипуляций [2]. Также применение манипуляции OQPSK, по сравнению с BPSK, позволяет повысить скорость передачи телеметрической информации в 2 раза, с 3,14 Мбит/с до 6,28 Мбит/с, что приводит к возможности повышения информативности системы также в 2 раза.

Таким образом, обоснована целесообразность применения манипуляции типа OQPSK в радиотелеметрических системах видеоконтроля изделий ракетно-космической техники.

Библиографический список

1. Писака П.С., Алексенко С.О. Сравнение радиотелеметрических систем видеоконтроля // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXV Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов; Рязань: ИП Коняхин А.В.(BookJet), 2020, С.96-97.
2. Кириллов С.Н., Писака П.С., Алексенко С.О. Анализ перспективных методов кодирования и манипуляции группового телеметрического сигнала в современных бортовых системах видеоконтроля // Применение технологий виртуальной реальности и смежных информационных систем в междисциплинарных задачах FIT-M 2020: сборник тезисов международной научной конференции. – М.: Знание-М, 2020, С.44-47.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СИНТЕЗА ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА - ЯКОВЛЕВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНОГО ЧИСЛА ПРОИЗВОДНЫХ

В.А. Дынькова

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

В работе рассматривается представление Хургина – Яковлева при использовании до трёх производных включительно с использованием метода расчета производной в частотной области. Оценка эффективности проводилась по критерию максимизации отношения мощности сигнала к мощности шума, возникающего из-за ошибки аппроксимации. Результат получен путём усреднения 2500 замеров ОСШ в полосе речевого сигнала, на различных отрезках речевого сигнала без дополнительных акустических шумов. Длительность всех отрезков составляла 250 мс. Тестовый сигнал перед измерением подвергался процедуре передискретизации. Для разложения второго порядка использовалась частота дискретизации 8 кГц, для третьего – 16 кГц и 44,1 кГц для разложения четвертого порядка.

Синтезирующие фильтры в частотной области были рассчитаны через преобразование Фурье от импульсной характеристики фильтров, представленной в [1]. При этом использовалось различное число нулей импульсной характеристики и дополнительных отсчетов между нулями. Для соответствия длине обрабатываемого отрезка сигнала рассчитанная характеристика перед процедурой БПФ дополнялась нулями до необходимой длительности.

Были получены зависимости ОСШ от параметров фильтров. Из анализа полученных зависимостей можно сделать следующие выводы:

1. Наилучшее ОСШ наблюдается при использовании схемы второго порядка.
2. При всех порядках разложения максимум ОСШ наблюдается при использовании двух отсчетов между нулями импульсной характеристики.
3. При увеличении числа отсчетов между нулями импульсной характеристики эффективность применения представления Хургина – Яковлева падает.
4. При использовании одного отсчета между нулями график ОСШ от числа используемых нулей имеет хаотический характер, тогда как при большем числе отсчетов зависимость достаточно плавная.
5. Схемы с двумя и тремя производными имеют ярко выраженный максимум от числа используемых нулей импульсной характеристики, при этом в случае с тремя производными график ОСШ слабо зависит от числа используемых нулей.
6. При увеличении количества используемых нулей ОСШ начинает снижаться.

1. Хургин Я.И., Яковлев В.П. Финитные функции в физике и технике. – УРСС, 2010. – 416 с.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ ЭМС И УСЛОВИЙ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЭС СУХОПУТНОЙ ПОДВИНОЙ СЛУЖБЫ С РЭС ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Д.Д. Иваненко

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

В докладе рассматривается возможность построения мобильной сети связи 5-го поколения, используя частоты 3,4 - 4,2 ГГц. В России данный частотный диапазон занят различными службами, в том числе и спутниковыми.

При развертывании сети 5G необходимо обратить внимание на обеспечение ЭМС с РЭС различного назначения, в частности, предусмотреть организационно-технические мероприятия с функционирующими в настоящее время и планируемыми РЭС сетей спутниковой связи, занимающих выделенные полосы радиочастот. При этом в соответствии с радиорегламентом РЭС, применяемые в сегменте сетей связи 5G, не должны создавать мешающих излучений и не вправе требовать защиты от вредных помех, исходящих от РЭС спутниковой связи любого назначения [1].

При постановке задачи ЭМС между земной станцией фиксированной спутниковой службы космос - земля (ЗС ФСС) и базовой станцией (БС) сети 5G, работающих в полосе 3,4-4,2 ГГц, возможны следующие ситуации по влиянию источника помех на рецептор:

- Передатчик базовой станции сети беспроводного доступа на приемник ЗС ФСС.
- Передатчик ЗС ФСС на приемник БС (АС) РЭС сети беспроводного доступа.
- Передатчик, размещенный на космической станции фиксированной спутниковой службы (КС ФСС), на приемник БС (АС) сети беспроводного доступа.
- Передатчик БС сети беспроводного доступа на приемник КС ФСС.

Для оценивания норм частного и территориального разнosa, а также для разработки условий совместного использования ЗС ФСС и БС 5G в общей полосе частот 3,4-4,2 ГГц использовались базовые подходы, описанные в методике оценки ЭМС [2]. Также теоретически доказано [3], что для обеспечения ЭМС ЗС ФСС (космос-земля) с БС сети 5-го поколения, функционирующих в общих полосах частот, необходимо и обязательно территориальное разнесение на величину координационного расстояния (КР), которое должно составлять приблизительно от 50 км до 100 км (в зависимости от мощности излучения).

Библиографический список

1. Ефанов В.И., Тихомиров А.А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем/М.: серия издания «ТГУСУИР», 2012. – 10 с.
2. Электронный ресурс [<http://www.grfc.ru/grfc/>], сайт ГКРЧ.
3. Отчет о составной части работы по теме «Разработка условий совместного использования РЭС сетей связи 5G и РЭС фиксированной спутниковой связи в полосах радиочастот 3400–3800 МГц (Шифр "5G-СМ")». – М.: ООО «Спектрум менеджмент», 2018.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АДАПТАЦИИ СИСТЕМЫ OFDM К ДЕЙСТВИЮ СТРУКТУРНЫХ ПОМЕХ

А.И. Устинова

В работах [1, 2, 3, 4] для управления амплитудой поднесущих частот используют алгоритм waterfilling («заполнения водой»). Данный алгоритм позволяет на основе оценок АЧХ канала связи (КС) и амплитудного спектра структурной помехи (СП) сформировать амплитудный спектр OFDM сигнала с «провалами» в области действия помех и частотно-селективных замираний без потери пропускной способности, что позволит найти оптимальное решение распределения мощности при воздействии СП.

Результат применения алгоритма waterfilling (кривая «корр.станд.») для расчета вектора мощности поднесущих частот при воздействии помехи (кривая «помеха») для параметров OFDM показан на рисунке а) б)

Рисунок 1.

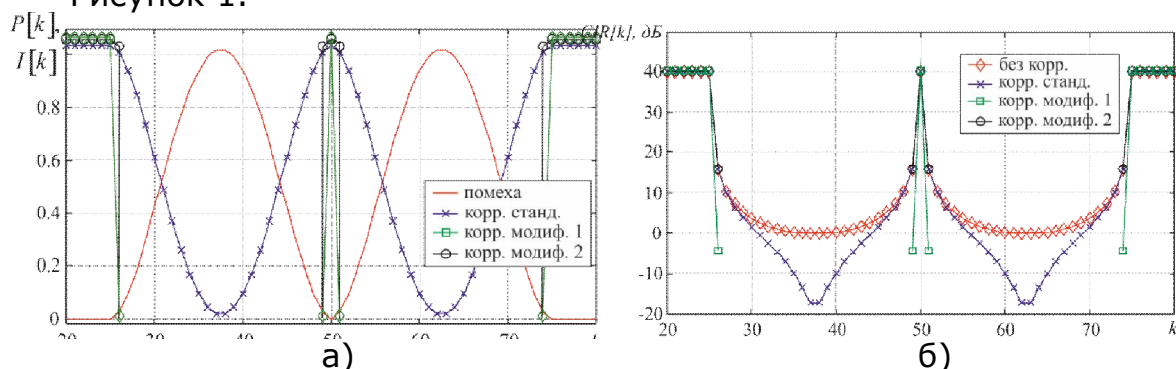


Рисунок 1 — Управление мощностью поднесущих частот на основе алгоритма WFA при использовании QPSK модуляции ($N_0 = 0$, $\hat{H}[k] = 1$):
а – мощность поднесущих частот OFDM сигнала и помехи;
б – отношение сигнал-помеха

Выражение для формирования вектора мощности поднесущих частот с учетом дополнительного показателя качества имеет вид

$$P[k] = \left(\frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 |\hat{H}[k]|^2 / (N_0 + I[k])} - \frac{N_0 + I[k]}{|\hat{H}[k]|^2} \right), P[k] \geq 0, \quad (1)$$

где $P[k]$ – мощность k -й поднесущей частоты, $I[k]$ – мощность помехи на k -й поднесущей частоте, $\hat{H}[k]$ – оценка АЧХ КС, N_0 – энергетическая спектральная плотность шума, λ_1 – множитель Лагранжа.

Из рисунка а)

б)

Рисунок 1,б видно, что в векторе мощности поднесущих частот (кривая «корр. модиф.1») по сравнению с вектором мощности поднесущих частот по одному показателю качества (кривая «корр.станд.») не используются некоторые поднесущие частоты, что приводит к увеличению вероятности битовой ошибки OFDM PCC при воздействии помехи. При этом видно, что в результате формирования вектора мощности (1) у небольшого числа поднесущих меньшее отношение мощности поднесущей к мощности помехи по сравнению со случаем отсутствия адаптации (кривая «без корр.»), что не приводит к потенциально возможному увеличению вероятности битовой ошибки.

Для исключения таких поднесущих частот при синтезе вектора P предложено использовать дополнительное ограничение мощности поднесущих частот, аналогичное условию Куна-Такера [5]. Правило ограничения позволяет исключить из формируемого OFDM символа те поднесущие частоты, для которых величина CIR до адаптации меньше величины CIR после адаптации.

Эффект от использования данного правила можно увидеть из анализа рисунка а) б)

Рисунок 16 (кривая «корр. модиф.2»). В сформированном векторе поднесущих частот отсутствуют поднесущие, у которых отношение мощности поднесущей к мощности помехи меньше, чем в случае отсутствия адаптации (кривая «без корр.»).

Библиографический список

1. Mohaisen M., Chang K. Maximum-Likelihood Co-Channel Interference cancellation with power control for cellular OFDM networks // 2007 International Symposium on Communications and Information Technologies. – 2007. – P. 198-202.
2. Zhen L., Qing Z., Weihua W., Junde S. An optimal bit loading algorithm in multicell multiuser OFDM systems // Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering. Toward a Caring and Humane Technology (CCECE 2003). – 2003. – P. 1613-1616.
3. Tse D., Viswanath P. Fundamentals of Wireless Communication. – Cambridge: Cambridge University Press, 2005. – 587 p.
4. Yamaguchi H. Active interference cancellation technique for MB OFDM cognitive radio // 2004 European Microwave Conf. – V.2. – P. 1105–1108.
5. Янг Л. Лекции по вариационному исчислению и теории оптимального управления. – М.: Мир, 1974. – 488 с.

РАЗРАБОТКА НИЗКОСКОРОСТНОГО АЛГОРИТМА КОДИРОВАНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ АКУСТИЧЕСКИХ ШУМОВ

Ю.В. Муравьева

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

В данной работе в качестве основы для разработки низкоскоростного кодека предложен первичный алгоритм кодирования CELP (Code Excited Linear Prediction – кодирование на основе линейного предсказания и кодового возбуждения), который осуществляет кодирование РС методом анализа через синтез метода кодирования. Это означает, что декодируемый сигнал оптимизируется в замкнутом цикле. Его использование позволяет улучшить качество кодирования по сравнению с используемыми ранее алгоритмами. Применение данного алгоритма позволяет обеспечить хорошее качество речи на выходе декодера. [1] Также по сравнению с используемыми ранее алгоритмами в CELP обеспечивается хорошая помехоустойчивость и устойчивость к ошибкам. Наилучший результат наблюдается при скорости передачи 14...16 кбит/с.

Принцип работы кодера CELP состоит в последовательности следующих операций:

1. РС делится на кадры и субкадры. В основном в кадре содержатся четыре субкадра. Длина кадра может меняться от 10 до 30 мс, а длина субкадра от 5 до 7.5 мс.

2. Для получения коэффициента линейного предсказания (LPC) для каждого кадра осуществляется краткосрочный анализ исходного сигнала, а затем для каждого субкадра осуществляется долгосрочный анализ ошибки предсказания. После выполнения этих операций становятся известны коэффициенты фильтра синтеза основного тона, фильтра синтеза формант и перцепционного взвешивающего фильтра.

3. Для каждого субкадра осуществляется поиск в кодовой книге. Следует отметить, что длина кодового вектора возбуждения равна длине субкадра. После чего осуществляется создание отфильтрованных последовательностей возбуждения с определенным усилением. Определяется сумма квадратичных ошибок для всех последовательностей и кодовых векторов. После чего определяется та последовательность, у которой ошибка минимальная, и для нее берется коэффициент усиления.

4. После получения всех необходимых параметров: коэффициента усиления, коэффициента линейного предсказания, параметров LP и индекса кодовой книги, они кодируются и отправляются по каналу связи в виде битового потока [2].

В процессе обработки алгоритм CELP использует минимизацию ошибок на взвешенной области, в то время как многие другие алгоритмы осуществляют минимизацию квадратичной ошибки. Это происходит из-за того, что при кодировании звуковых сигналов искажения кодируются на таких частотах, которые не воспринимаются человеком.

Благодаря отличительным особенностям алгоритм CELP нашел широкое распространение в сфере связи и стал модернизироваться.

Библиографический список

1. Bishnu S. Atal, AT & T Bell Laboratories. Code-Excited Linear Prediction (CELP): High-Quality Speech At Very Low Bit Rates. 1985. – 4p.
2. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Реализационные возможности и помехоустойчивость процедуры восстановления сигналов на основе алгоритма Хургина - Яковлева// Радиотехника. 2003. №1. С. 73-75.

ПАРАМЕТРЫ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА

Д.А. Долгова

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

Представление речи в виде сигнала (акустического колебания) является одним из распространенных способов описания речи. Речевой сигнал определяется как электрическое колебание на выходе электроакустического преобразователя, наблюдаемое при воздействии на вход формирующего устройства акустического речевого колебания. Радиосигнал состоит из символов, которые называются фонемами. Каждый язык имеет свое множество фонем, в среднем 30-50 [1].

В технической литературе можно встретить различные классификации фонем русской речи. Согласно Клименко Н.С. в зависимости от вида

сигнала возбуждения голосового тракта все звуки речи можно разделить на звонкие (вокализованные) и глухие (невокализованные). К первой группе относятся как гласные, так и согласные звуки, в то время как в группу невокализованных звуков входят только согласные, которые в свою очередь делятся на взрывные и шумные.

Для описания речевого сигнала используют следующие основные параметры: спектр речи; основной тон речи; временные характеристики звуков; распределение формантных частот, а также статистическое распределение звуков, слогов и слов при произношении речи. При построении систем речи названные параметры играют значимую роль.

Для вокализованных звуков важной характеристикой является частота основного тона (ОТ) $F_{0.T.}$, т.е. частота первой гармоники спектра вокализованных звуков. Для низкого мужского голоса она находится в пределах 60-70 Гц, а для женских высоких – 450-500 Гц [2].

Основная энергия в спектре русской речи находится в области низких частот. Около 300 Гц лежит наибольший уровень спектральной плотности речи, а в полосе 200-600 Гц сосредоточены наиболее «мощные» спектральные составляющие человеческого голоса. Эмоциональная окраска, называемая интонацией, создается медленным изменением частоты основного тона при произнесении речи.

Звуки речи имеют различный состав (число формант). Наибольшую информативность несут первые три форманты: F_1 , F_2 и F_3 . Как правило, первая форманта расположена на частотах F_1 – 150 – 900 Гц; вторая F_2 – 550 – 2800 Гц; третья форманта F_3 – 1500 – 3400 Гц. Основными являются первые две форманты, которые определяют произносимый звук речи, в то время как остальные (вспомогательные) описывают окраску, тембр речи, индивидуальные для каждого человека и играющие важную роль в процессе узнавания говорящего.

Речевые сигналы имеют ограничения по частотному диапазону от 100 до 1000 Гц и по уровням от 50 до 80 дБ. В диапазоне частот 100 – 250 Гц находятся основные голосовые тоны. Энергия гласных фонем сосредоточена главным образом в диапазоне 200 – 1500 Гц, а энергия согласных звуков – в диапазоне 1000 – 6000 Гц.

Библиографический список

1. Клименко, Н. С. Разработка структуры текстонезависимой системы идентификации диктора. - 2012. С. 161–171;
2. Фант, Г. Акустическая теория речеобразования / под ред. В. С. Григорьева. 1964 г. – 284 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ РАДИОРЕЛЕЙНОЙ ЛИНИИ С ПОВЫШЕННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ

А.В. Баранова

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

Радиорелейные линии связи (РРЛС) находят применение на протяжении уже многих лет. В настоящее время они широко используются в гло-

бальных, региональных, ведомственных и корпоративных сетях, а также для доступа в интернет, трансляций ТВ и др. В будущем потребность в РРЛС будет только увеличиваться благодаря ее неоспоримым преимуществам: надежности, гибкости, дешевизне и пр. Так, например, анонсируя внедрение сетей пятого поколения (5G), операторы говорят об использовании, в том числе, и данной технологии.

Применение РРЛС особенно целесообразно в условиях необходимости проведения линий связи через отдаленные территории, где отсутствует необходимая инфраструктура. Это обусловлено достаточно большими интервалами между ретрансляторами 40-70 км на равнинной местности, в горной и пересеченной местности данное расстояние может быть увеличено за счет установки РРС на возвышенностях. Указанный интервал вычисляется исходя из ряда факторов. Во-первых, радиосвязь по линии осуществляется обычно на дециметровых и сантиметровых волнах (диапазон частот 6-8 ГГц). Поэтому ретрансляторы могут находиться только на расстоянии прямой видимости. Чтобы увеличить это расстояние, антенны РРС устанавливают на высоте 70-100 м желательно на возвышенных местах. Во-вторых, максимальная дальность РРС определяется также радиовидимостью, т.е. 1-я зона Френеля для высоких частот не должна касаться поверхности. Отметим, что при использовании миллиметрового диапазона (30-80 ГГц) расстояние между РРС составляет несколько километров при той же высоте антенн. Однако этого достаточно для использования в условиях города.

Принцип построения РРЛС основан на создании цепочки ретрансляционных станций с различной топологией («звезда», «кольцо», «магистраль» и др.). Для того чтобы организовать работу современной ЦРРЛС, требуется комплексный подход к выбору аппаратуры и применяемых технологий. Рассмотрим подробнее техническую составляющую.

Приемопередатчик – устройство, служащее для приема и передачи электрических сигналов определенной частоты, которые прошли процесс модуляции. Приемник – устройство, которое из множества принятых антенной электрических сигналов выделяет сигнал нужной частоты, после чего подает его на демодулятор. Передатчик в свою очередь вырабатывает промодулированный электрический сигнал, который после этого излучается передающей антенной. Также в комплекс ЦРРЛС входят мультиплексор, системы автоматического резервирования, телеуправления и телесигнализации, контрольно-измерительная аппаратура, система электропитания.

Установленный на РРС комплект приемопередающей аппаратуры образует ствол. Для увеличения пропускной способности на РРС устанавливают несколько комплектов такой аппаратуры, создавая несколько стволов.

Таким образом, построение РРЛ требует проведения большого количества подготовительных работ, к которым относятся: выбор аппаратуры, выбор мест для установки антенн, проверка геодезических параметров профилей пролетов, выбор высот антенных опор, оптимизация и расчет качественных показателей. От правильного расчета указанных параметров зависят затраты на строительство, качество каналов связи и функционирование линии в целом. Из этого следует, что для решения задачи проектирования цифровой радиорелейной линии связи требуется выполнить оптимизацию данных параметров.

СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ УТЕЧКИ АКУСТИЧЕСКОГО И ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО КАНАЛА

Л.Р. Полякова

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

Средой распространения акустического канала является воздушное пространство, а вибрационного канала – упругая среда, например ограждающие конструкции помещения и инженерные коммуникации, такие как системы отопления, системы вентиляции, системы кондиционирования, оконные рамы, стеклопакеты и дверь.

Существуют пассивные и активные методы защиты акустического и вибрационного канала утечки информации.

Пассивные методы – такие методы, которые обеспечивают скрывание объекта защиты путем поглощения, отражения или рассеивания его информативного сигнала.

Пассивный метод защиты следует сделать так, чтобы акустический сигнал не распространялся дальше пассивных средств защиты, которые мы выбрали. Таким средством защиты является любой материал, который способен увеличивать звукоизоляцию. В основном этот материал представляет либо плиту, которая крепится к стене, потолку или полу, либо для удобства использования рулон с материалом.

Акустический сигнал проходит через такой материал – затухает. Установив такой материал в место, где нужна акустическая защищенность, материал не дает выйти акустическому сигналу за пределы контролируемой зоны, а если это и случается, то вероятность получения сигнала будет крайне мала.

В данный момент существует большое количество предложений по материалу акустической изоляции различной формы, толщины и коэффициента звукоизоляции.

Активные методы – такие методы, которые обеспечивают создание маскирующих помех за счет имитации специальным техническим устройством. В итоге за пределами контролируемой зоны основные характеристики информативного сигнала смешиваются с имитационными помехами, уловить сигнал можно, но на фоне помех выбрать информативный сигнал становится гораздо сложнее, в основном даже невозможно.

Активные методы заключаются в маскировке информативного сигнала различными средствами, которые издают шум. Тем самым отношение сигнала к шуму падает, и канал становится непригодным для снятия информации в силу того, что разборчивость становится очень маленькой.

Такие технические устройства называются генераторами шума. Такие генераторы могут выдавать шум через подключенные к ним излучатели. Для защиты акустического и вибрационного канала утечки информации используют акустический излучатель или вибрационный излучатель вместе с генератором шума.

Основными характеристиками генераторов шума являются:

- полоса генерируемых частот,
- количество каналов,
- количество подключаемых излучателей.

В данный момент существует большое количество предложений по комплексам акустической и вибрационной изоляции. Такими устройствами

достигается скрывание акустического информативного сигнала от злоумышленника.

Библиографический список

1. Хорев А.А. Техническая защита информации: учеб. пособие для студентов вузов: в 3 томах. Том 1. Технические каналы утечки информации. - М.: Аналитика, 2008.
2. Зайцев А.П. Технические средства и методы защиты информации / А.П. Зайцев, А.А. Шелупанов, Р.В. Мещеряков, С.В. Скрыль, И.В. Голубятников, под ред. А.П. Зайцева и А.А. Шелупанова - М.: Машиностроение, 2009.

РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО АЛГОРИТМА МАСКИРОВАНИЯ РЕЧИ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА - ЯКОВЛЕВА

Д.В. Антонов

Научный руководитель – Дмитриев В.Т., к.т.н., доцент каф. РУС

В настоящее время существует целый пласт проблем в области защиты информации. В данном направлении важно не только уметь шифровать сигналы, но и скрывать сам факт передачи. Для решения данной задачи разрабатываются маскираторы речи.

В области маскирования речи большое распространение получили асинхронные маскираторы. Особенностью данных маскираторов является их работа в условиях отсутствия синхронности передатчика и приемника информации. Также, говоря о асинхронных маскираторах, необходимо упомянуть их высокую эффективность при сокрытии речевого сигнала, значительное число ключей маскирования. Из недостатков – крайне слабая помехозащищенность сигнала, что приводит к снижению качества передаваемого сигнала.

Для решения задачи сокрытия факта передачи информации хорошим решением может стать применение представления Хургина - Яковлева. Согласно ему, исходный сигнал представляется как смесь исходного сигнала и его производной. Данная особенность снижает уровни спектра мощности исходного сигнала, а также позволяет повысить помехоустойчивость сигнала.

Для примера можно рассмотреть применение алгоритма Хургина - Яковлева при прореживании сигнала в 2 раза. Данная реализация уменьшает вероятность среднеквадратичной ошибки на 40-60 %, а также повышает помехоустойчивость восстановленного сигнала на 1,2-1,5 дБ (по сравнению с аналогичной обработкой сигнала на основе теоремы Котельникова).

Однако в процессе передачи информации возникает ряд осложнений, одним из которых является шумовая обстановка. Алгоритм маскирования должен обладать способностью к изменению своих параметров, в том числе понижению битрейта с целью увеличения помехоустойчивости сигнала. В идеальном случае маскиратор речи должен выполнять помимо своей основной задачи роль кодека.

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

А.О. Михайлин

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

На сегодняшний день очень широкое применение в повседневной жизни получили системы связи. Данные системы применяются практически во всех сферах деятельности человека, и их развитие не стоит на месте.

Одной из важных и актуальных задач в настоящее время является распознавание голоса диктора. Существует множество методов решения данной задачи, но все они имеют какую-либо погрешность распознавания, поэтому ниже предложен алгоритм позволяющий повысить скорость и точность идентификации диктора.

Данный алгоритм содержит в себе несколько этапов обработки речевого сигнала. Первый из которых носит название сегментация. Сегментация подразумевает использование уточняющего алгоритма VAD G.729. С помощью этого алгоритма происходит обнаружение голосовой активности во входном акустическом сигнале для отделения активной речи от фонового шума или тишины.

Для уточнения границ на стыке речь-пауза используется метод дихотомии, метод деления пополам участка анализа до 1 отсчета. Выделение точной границы особо важно при определении окончания первого сегмента паузы, так как в данной области существует вероятность потери отсчетов, соответствующих речи. Анализируется первый кадр паузы. Кадр делится пополам, и уточняющий алгоритм VAD принимает решение относительно каждой части. Данные действия выполняются вплоть до одного отсчета. Решение принимается посредством вычисления пороговых значений определенных для данного алгоритма критериев с дальнейшим их сравнением с текущими значениями анализируемых диапазонов [1].

После реализации уточняющего алгоритма VAD переходим ко второму этапу – обучению нейронной сети, которая состоит из трех слоев. Каждый слой нейросети отличен друг от друга, первый слой состоит из 250 нейронов, второй из 100, а третий слой это не нейроны, а уже количество классов.

Таким образом, при использовании совокупности уточняющего алгоритма и нейросети для обработки сигнала, получается универсальный алгоритм идентификации диктора, который позволяет быстро и с большей вероятностью определить говорящего.

1. Сорокин, В.Н. Распознавание личности по голосу: аналитический обзор / В.Н. Сорокин, В.В. Вьюгин, А.А. Тананыкин // Информационные процессы. – Том 12. – №1. – С. 1–30.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОВОЛНОВЫХ ПОЛОСКОВЫХ ПОЛОСОВЫХ ФИЛЬТРОВ С ПОДАВЛЕНИЕМ ПАРАЗИТНЫХ ПОЛОС ПРОПУСКАНИЯ

Д.С. Артемьев

В ходе исследования полосковых микроволновых полосовых фильтров было установлено, что появление паразитной полосы пропускания зависит от центральной частоты, ширины полосы пропускания, порядка (количества элементов) и от топологии. Самым влиятельным является порядок. Чем он ниже, тем больше вероятность появления паразитной полосы пропускания. Но повышение порядка фильтра влечёт увеличение стоимости устройства, так как возрастают требования к точности оборудования, также увеличиваются геометрические размеры подложки, что может привести к несоответствию техническому заданию. Поэтому на практике применяются методы подавления ППП, когда есть строгие требования и(или) ограничения к порядку фильтра и его топологии.

Выбор топологии также влияет на появление паразитной полосы пропускания. При выборе сложной структуры получается компактное и качественное устройство, которое лишь на определённых центральных частотах имеет ППП, в таком случае применение методов подавления или сдвига ППП достаточно сложно и часто малоэффективно. Например, попытка применения такого метода, как вырез в экране, в маленьком фильтре приведёт к сильному ухудшению АЧХ в зоне полосы пропускания.

Для малых фильтров применяются «химические» методы (запрещённые зоны PBG, участки с положительной и отрицательной дисперсией). Однако их применение крайне требовательно к чистоте подложки и не на всех материалах может быть применено.

Таким образом, проектировщику необходимо знать, какие методы наиболее эффективны к тому или иному фильтру. Это во многом зависит от центральной частоты, топологии и размеров подложки (длина и ширина). Разнообразие методов упрощает создание новых фильтров, но тем не менее, необходимо понимание, какой метод к какому фильтру применим.

Библиографический список

1. Туральчук П. А. Полосовые СВЧ фильтры на высокотемпературных сверхпроводниках.
2. Вендик И. Б. Микроэлектроника СВЧ. Линии передачи и линейные многополюсники СВЧ.

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

И.Г. Крысин

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

Рассматривается ряд проблемных вопросов, связанных с разработкой надежного алгоритма распознавания речи с высоким уровнем устойчивости к шумам и вносимым искажениям и с малым коэффициентом ошибок.

Описанные проблемы являются актуальными на сегодняшний день, так как при увеличении скорости передачи существующие алгоритмы перестают качественно удовлетворять требованиям. Вследствие увеличения числа абонентов, расширения числа услуг, предоставляемых провайдерами, повышения запросов абонентов на качество услуг, сильно возрастает уровень требований, предъявляемых к системам обработки цифрового сигнала и его преобразования в готовый для восприятия потребителем [1,2].

Система распознавания речи состоит из предварительной цифровой обработки сигнала, акустического моделирования и моделирования языка. На входе и выходе – речевой сигнал и последовательность слов соответственно. В общем, алгоритм имеет дело с речевым сигналом, в котором содержатся внешние шумы, которые в свою очередь могут негативно повлиять на способность распознавания речи. Для устранения любых видов шумов разрабатываются методики дискриминативного обучения и адаптации диктора. Также активно применяются многоуровневые нейронные сети DBN (возможность обучения алгоритма при изменении характеристик шумов). Сущность помехоустойчивых алгоритмов (прим. SPLICE) заключается в улучшении характеристик путем замены помех в зашумленном речевом сигнале наиболее вероятным вектором коррекции, который является ожидаемой разницей между чистой и зашумленной речью, ассоциируемой с наиболее вероятной областью акустического пространства [3].

Таким образом, имеет смысл разработка новых методик распознавания речи с минимальным количеством операций при сохранении качества сигнала на выходе, для возможности работы с уже установленным оборудованием, то есть модернизация чисто в установке совершенного программного обеспечения [4]

Библиографический список

1. Чучупал, В. Я. Цифровая фильтрация зашумленных речевых сигналов / В. Я. Чучупал // М.: Вычислительный центр РАН, 1998. – 52 с.
2. Современные речевые технологии. Сборник трудов IX сессии Российского акустического общества. – М. : ГЕОС, 1999. – 166 с.
3. Фланаган, Д. Анализ, синтез и восприятие речи / Д. Фланаган // М: Связь, 1968. – 396 с.
4. Червяков Н.И., Кучукова Н.Н. Проблемы автоматического распознавания слитной речи. Методы обработки исходного речевого сигнала.- М.: ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 2016. - 83с.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЫБОРА ВИДА МОДУЛЯЦИИ В ИНТЕРЕСАХ АДАПТАЦИИ РАДИОСИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ

А.П. Кирпиченко

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

На сегодняшний день очень широкое распространение в повседневной жизни получили радиосистемы передачи информации. Данные системы применяются практически во всех сферах деятельности человека, и их развитие не стоит на месте.

Одной из важных и актуальных задач в настоящее время является борьба с импульсными помехами, которые являются причинами ошибок при передаче дискретной информации. Существует множество алгоритмов адаптации, применяемых для решения данной проблемы, но все они имеют фильтры повышающие уровень флуктуационных помех, что ограничивает область их использования, поэтому ниже предложен алгоритм позволяющий произвести компенсацию импульсных помех без применения фильтров.

В предложенном алгоритме формируется псевдослучайная последовательность бит, которая кодируется помехоустойчивым кодом. Затем используется метод перемежения.

Перемежение является весьма эффективным методом борьбы с ошибками, имеющими структуру пакетов. Суть метода заключается в разнесении кодовых символов во времени. На передающей стороне происходит перестановка кодовых символов, а на приемной стороне исходный порядок сообщений восстанавливается. Благодаря такой операции идущие подряд ошибочные символы оказываются разнесенными во времени, и для декодера они становятся случайно распределенными, что позволяет в дальнейшем применить исходный код, исправляющий ошибки [1].

В дальнейшем сигнал модулируется с помощью какого-то определенного вида модуляции. Модулированный сигнал подается в канал либо с АБГШ, либо с АБГШ и импульсной помехой, на приемной стороне поток бит перемежается, демодулируется.

Таким образом, при использовании перемежения и помехоустойчивого кодирования получается универсальный алгоритм адаптации импульсных помех, который позволяет скомпенсировать импульсные помехи и получить высокую точность обработки сигналов и стабильность выходных характеристик.

1. Кларк, Дж., мл. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи: пер. с англ.; под. редакцией Б.С. Цыбакова / Дж. Кларк, мл., Дж. Кейн. – М.: Радио и связь, 1987. – 392 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КАДРОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ СЛОЖНЫХ СИГНАЛОВ

М.Ю. Шмакова

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

При разработке системы передачи информации важное место занимает синхронизация устройств передачи и приема. Самым распространённым вариантом системы синхронизация является кадровая синхронизация.

Для организации правильного декодирования кодовых групп и разделения сигнала по соответствующим им каналам приемного устройства необходимо обеспечить синхронизацию приемника и передатчика. С этой целью в групповом сигнале вводится специальный синхросимвол, который, как правило, имеет вид комбинации символов в строго определенном порядке.

При реализации кадровой синхронизации огромное значение имеет обеспечение обнаружения сигнала, требуемого времени вхождения в синхронизм и минимизация случаев ложного обнаружения сигнала.

Для исключения выделения ложного сигнала кадровой синхронизации необходимо определенным образом структурировать информационные посылки. В идеальном случае сигнал синхронизации не должен встречаться в информационном сигнале, или эти появления должны быть минимальны. Если же информационные посылки кодируются без избыточного кода, то в таком случае необходимо помещать синхронизирующий сигнал в одну и ту же часть позиции кадра.

Также в данной области обработки сигналов перспективным считается метод синхронизации не только кадров, но и слов. Данный способ сокращает долю синхро-слов в сигнале. Данный вариант, однако, имеет и негативные стороны, одним из которых является сильное ужесточение требований к структуре сигнала.

АЛГОРИТМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕНТРА ПЯТНА ДАТЧИКА ОСИ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ АОЛС

М.И. Краюшина

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

В настоящее время в связи с увеличением передаваемых объемов данных, в частности, на участке "последней мили", возрастает актуальность применения атмосферных оптических линий связи (АОЛС). Их распространению также способствует улучшение элементной базы оптических приемопередатчиков, а также появление и внедрение новых алгоритмов кодирования и обработки сигналов.

Главными составными частями аппаратуры АОЛС являются компоненты, реализующие передачу данных по беспроводному каналу. Остальные подсистемы предназначены исключительно для того, чтобы обеспечить оптимальное функционирование канала и основную функцию оборудования – передачу информации на заданное расстояние с максимальной скоростью, достоверностью и надежностью. Поэтому параметры информационного ка-

нала являются определяющими для разработки других частей аппаратуры [1, 2].

Для работы приемопередающего лазерного модуля используются две длины волны, и соответственно реализовано деление на служебный канал (СЛК), который выступает в качестве сервисного и отвечает за точное наведение и передачу служебных данных о состоянии удалённого терминала, и измерительный информационный канал (ИЗК), который используется для прохождения высокочастотных сигналов. Служебный канал (СЛК) работает на длине волны 785 нм. Предназначен для организации работы системы автоматической подстройки осей диаграмм направленности и точного позиционирования терминалов установки друг относительно друга на различных дистанциях.

В лазерных системах основным моментом работы является определение центра пятна датчика ОДН. Для решения этой задачи применяются различные алгоритмы по определению центра пятна лазерного излучения на поверхности позиционно-чувствительного приемника

Основное назначение алгоритма – это выработка целеуказаний для работы системы наведения приемопередатчика на удаленного абонента, выделение центра пучка для систем беспроводной оптической связи, обеспечивающей высокую точность определения положения маяка и устойчивость работы в условиях наличия шума и паразитной засветки.

Открытые оптические линии связи работают в самом широком диапазоне условий эксплуатации. Дальность связи L может изменяться от сотен метров до сотен километров. Даже из чисто геометрических оценок это дает изменение мощности на приеме более 60 дБ. При распространении света в атмосфере на него воздействуют все неоднородности канала: турбулентность среды, рассеивающие агенты, гидрометеоры и т.п. Под влиянием атмосферы в плоскости приема пучок сильно искажается. Эти искажения проявляются в изменениях угла его падения на лазерном модуле, деформации формы пучка, в «пляске» изображения в фокальной плоскости, а также в сильном ослаблении сигнала.

В исследовании были рассмотрены четыре вида алгоритмов определения цели: BR4, алгоритм третьей производной (D3), интегральный поиск (ИП) и дифференциально-интегральный алгоритм нахождения абонента – ДИАНА.

Собственная погрешность работы алгоритмов оценивается как отклонение рассчитанного значения центра пучка от истинного (заданного) положения центра пучка в условиях отсутствия вредных воздействий и представления сигнала идеальной функцией Гаусса с СКО от 1 до 3 пикселей. На рисунке 1 приведены результаты расчета погрешности по вычислению центра пучка с полушириной $\sigma=1$ при изменении его положения в пределах одного пикселя. Видно, что все алгоритмы обеспечивают примерно одинаковую собственную погрешность определения центра пучка, лежащую в пределах 8 % от размера пикселя. Увеличение ширины полезного сигнала пагубным образом сказывается только на алгоритме D3, увеличивая погрешность вычисления центра до 50 % пикселя уже при $\sigma=3$. При этом другие методы демонстрируют незначительное ухудшение точности своей работы [3].

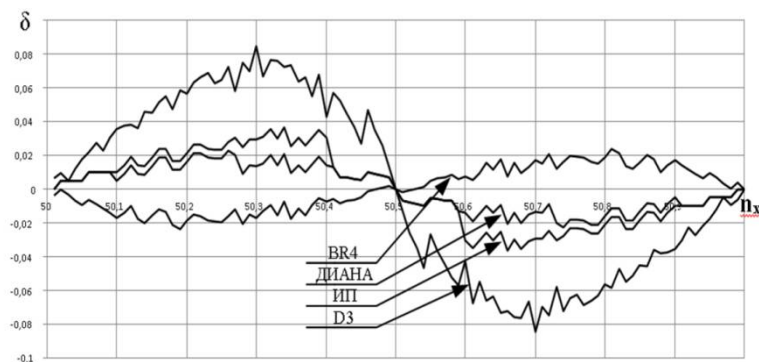


Рисунок 1 – Собственная погрешность алгоритмов определения маяка

Как уже указывалось, основная цель включения в состав оборудования датчика оси диаграммы направленности (ДОДН) в комплекте с системой позиционирования состоит в том, чтобы максимизировать попадание принятого излучения на площадку фотоприемника. Поэтому для корректной оценки работы алгоритмов в качестве критерия применяется функция ввода излучения в основной приемник. В качестве параметра эффективности используется коэффициент ошибки целеуказания (TER – target error ratio). Он означает вероятность ошибочного определения цели, приводящего к 50 % и большему снижению уровня принимаемой мощности в условиях воздействия случайных помех. Для его определения проведены серии вычислительных экспериментов, заключающиеся в воздействии на ДОДН входного сигнала с различными параметрами. В каждой серии случайным образом меняется амплитуда полезного сигнала в интервале от 20 до 4000 отсчетов, уровень фона в пределах от 100 до 10000 отсчетов и взаимное положение сигнала и фона. Одновременно накладывается случайное шумовое воздействие с заданным отношением сигнал-шум. Результаты расчетов приведены на рисунке 2.

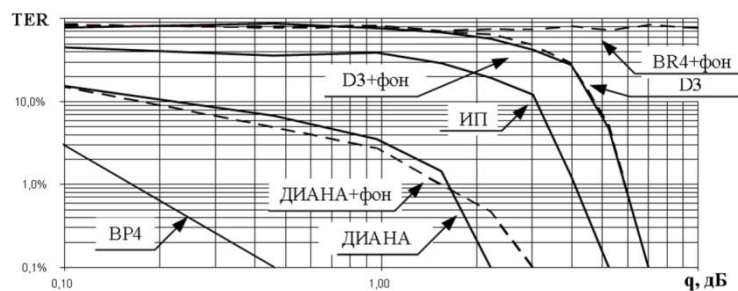


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента ошибки целеуказания (TER) от соотношения сигнал-шум для различных алгоритмов определения маяка

Как видно из графиков, наилучшие результаты по устойчивости работы в сложной помеховой обстановке демонстрирует алгоритм ДИАНА. Это связано с тем, что он был спроектирован с учетом всех преимуществ дифференциальных и интегральных методов и позволяет исключить их основные недостатки. С учётом особенностей использования датчика оси диаграммы направленности (ДОДН) в системах наведения оборудования беспроводной оптической связи реализован новый алгоритм определения центра пучка и определены критерии оценки качества его работы. Проведен

сравнительный анализ реализованного алгоритма и ряда известных алгоритмов. Показано, что реализованный алгоритм ДИАНА обеспечивает большую точность работы ДОДН в условиях сильных оптических помех, характерных для систем оптической связи [4].

Библиографический список

1. F.D. Kashani, R.H. Rad «Reliability analysis of an auto-tracked FSO link under adverse weather condition», Optik - International Journal for Light and Electron Optics, 2013. DOI: 10.1016/j.ijleo.2013.03.147
2. G.A. Cap, H.H. Refai, J.J. Sluss «FSO Tracking and Auto-Alignment Transceiver System», SPIE Vol. 7112, 2008.
3. Боев А.А., Кузнецов С.Н., Огнев Б.И., Поляков С.Ю. Алгоритм определения центра пучка для системы наведения беспроводной оптической связи. ISSN 1995-4565/ Вестник РГПУ. 2015. №54. Часть 1. с. 55-59.
4. Огнев Б.И. Диссертация «Лазерный модуль для беспроводной оптической связи через атмосферу». 2019, Рязань, РГПУ.

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РЕЧИ В КАНАЛАХ СВЯЗИ

А.В. Триль

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

В настоящее время методы оценки качества передачи речи по каналам связи можно разделить на субъективные и объективные. Субъективные методы позволяют получить наиболее адекватную оценку воспринимаемого качества, поскольку прямо отображают мнение конечных пользователей. Однако присутствие человека усложняет процесс оценки и ограничивает области применения субъективных методов. В частности, использование субъективных методов не дает обеспечить масштабность тестирования качества речи в реальном времени. Объективные методы оценки качества могут быть легко автоматизированы и позволяют исключить человека из процедуры оценки. В свою очередь, объективные методы классифицируются на интрузивный и неинтрузивный методы. Неинтрузивные алгоритмы построены на оценке качества речевых сигналов в реальном времени с использованием эталонного сигнала. Для неинтрузивной оценки качества речевых служб разработаны и рекомендованы методы PSQM (рекомендации МСЭ-Т Р.563) и E-model (рекомендации МСЭ-Т G.107). Активные (интрузивные) же методы основаны на сравнении двух речевых сигналов (эталонного и искаженного) при передаче по каналам связи с помощью математического инструментария расчета показателей. Последние методы заметно опережают неинтрузивные в части точности оценки и обеспечивают результаты, наиболее коррелирующие с результатами субъективных оценок. Так, для автоматизированной оценки качества принимаемой речи в современных сетях мобильной связи нашло широкое применение интрузивного алгоритма POLQA, пришедшего на смену более простому алгоритму PESQ и обеспечивающего более корректную оценку искажений речевого сигнала.

Для объективной оценки качества речи, в практике используется ряд алгоритмов, основанных на измерении статических и динамических показателей речевого сигнала. К временной области относят показатели оценки качества речи на основе среднеквадратического отклонения (СКО), отношения сигнал-шум (SNR), сегментного отношения сигнал-шум (segSNR). В частотной области показатель называется частотно-взвешенным segSNR. На основе линейного предсказания используются такие показатели, как логарифмическое отношение правдоподобия (LLR) и мера Итакуро-Саито, показатели взвешенной разности между наклонами спектра в критических полосах для двух сравниваемых сигналов (Weighted Spectral Slope, WSS), а также другие комплексные показатели. При оценке качества речи немаловажным является приведение шкалы объективной оценки полученных данных к шкале субъективной оценки, как более удобной для восприятия человеком. Для подобных целей формируется так называемая «кривая регрессии» - массив коэффициентов полинома для преобразования шкалы. Возможности современной версии алгоритма POLQA (P.863 Edition3) включают ряд усовершенствований, которые позволяют использовать его для работы с более широкополосными аудиосигналами, так как осуществляют измерения сигналов в традиционной полосе пропускания (от 300 Гц до 3,4 кГц), и измерения широкополосных и сверхширокополосных речевых сигналов (до 24 кГц).

СЕКЦИЯ «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

ПОЛУЧЕНИЕ АЧХ УСИЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ СВЧ ДИАПАЗОНА

А.А. Аппорогов

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

Известно, что важное значение для частотных характеристик усилителя имеют соединительные проволочки, которые нужны для подключения транзистора к согласующим цепям (СЦ) [1]. Поэтому при моделировании и расчете цепей согласования учитывалось то, что сигнал до и после транзистора должен быть равномерно распределен между всеми соединительными проволочками. Для проектирования цепей согласования [2,3] использовалась программа CST Studio Suite 2014 [4] – трехмерная САПР, позволяющая моделировать соединительные проволочки в трехмерном виде, что дает большую точность, чем при двумерном проектировании в таких программах, как AWR Microwave Office, и ей подобных.

Чтобы знать, как сигнал распределяется между проволочками, последовательно с каждой соединительной проволочкой были включены сосредоточенные элементы, моделирующие параметры затвора транзистора, с помощью которых можно было контролировать распределение сигнала по проволочкам (напряжения на емкостях, токи через катушки). Входная цепь оптимизировалась по критерию равенства амплитуды сигнала на всех конденсаторах. Таким образом было получено равномерное распределение амплитуды сигнала между всеми соединительными проволочками.

По невыясненным причинам в CST невозможно при подключении к СЦ входного и выходного портов получить равномерное распределение сигнала между соединительными проволочками. Поэтому передаточную характеристику входной СЦ получали исходя из напряжения на емкостях, имитирующих затвор транзистора.

При моделировании использовалась линейная модель полевого транзистора с затвором Шоттки. АЧХ усилителя получена путем перемножения Т-матриц входной СЦ, транзистора и выходной СЦ.

Библиографический список

1. Сечи Ф., Буджати М. Мощные твердотельные СВЧ-усилители. М.: ТЕХНОСФЕРА, 2015.
2. Шипило Е.М. Разработка инженерных методов проектирования и создания интегральных транзисторных усилителей мощности сантиметрового диапазона длин волн для передатчиков доплеровских РЛС.: дисс на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.27.01 / Шипило Евгений Михайлович. Фрязино, 2017. – 180 с.
3. Matthaei G.L., Young L., Jones E.M.T. Microwaves filters, impedance-matching networks, and coupling structures. Dedham, MA: Artech House, 1980.
4. Курушин А.А. Проектирование СВЧ устройств в CST STUDIO SUITE. -М.: СОЛОН-Пресс, 2018. – 150 с.

АЛГОРИТМЫ ФИЛЬТРАЦИИ ДОПЛЕРОВСКИХ СИГНАЛОВ НА ФОНЕ ПОМЕХ В БОРТОВЫХ РЛС

А.В. Белова

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

Доплеровская фильтрация сигналов может осуществляться на основе алгоритма дискретного (ДПФ) или быстрого (БПФ) преобразования Фурье. Однако их амплитудно-частотные характеристики имеют высокий уровень боковых лепестков [1]. Для их снижения вводят предварительную весовую обработку. Выбор весовой функции должен производиться с учетом компромисса между шириной главного лепестка и параметрами боковых лепестков [2].

Многоканальные по частоте фильтры применяются при обнаружении радиолокационных сигналов, у которых частота Доплера неизвестна. Если обнаружение сигналов осуществляется на фоне белого гауссовского шума, то условия для приема сигнала одинаковы во всех каналах, поэтому можно применить общее взвешивание до фильтрации с последующим вычислением ДПФ.

Общее взвешивание не является оптимальным при действии пассивных помех, так как условия для приема сигнала в разных каналах фильтра будут значительно отличаться. В этом случае целесообразно осуществлять фазовый поворот сигнала, а затем применять весовую обработку индивидуально для каждого канала. Однако при этом кратно увеличиваются вычислительные затраты. Компромиссным вариантом является применение группировки нескольких смежных каналов имеющих близкие условия для приема полезного сигнала.

Для оптимизации параметров фильтра необходимо определить банк векторов весовых коэффициентов путем решения оптимизационной задачи по критерию максимума средней по каналам вероятности правильного обнаружения или коэффициента улучшения отношения сигнал- (помеха+шум). Такое решение находится в рамках решения задачи определения собственных векторов преобразования корреляционных матриц процессов на входе доплеровского фильтра [3].

Библиографический список

1. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. - М.: Радиотехника, 2015. – 440 с.
2. Кошелев В.И. Методы и алгоритмы цифрового спектрального анализа сигналов: учеб. пособие. - М.: Курс, 2021. – 144 с.
3. Попов Д.И., Кошелев В.И. Синтез систем когерентно-весовой обработки сигналов на фоне коррелированных помех// Радиотехника и электроника.– 1984.– Т.24.– № 4.– 789-792 с.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОДИРОВАНИЯ ВИДЕОСИГНАЛА С ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДИСКРЕТИЗАЦИЕЙ ИЗОБРАЖЕНИЯ

К.А. Глухов

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

Рассматриваются основные методы кодирования и дискретизации, которые используются для сжатия, передачи и хранения видео и ТВ-изображений.

В качестве исходных данных было взято изображение разрешением 1920x1280 пикселей и размером 334 кбайт формата jpeg. Цель работы – использовать двойное прореживание данного изображения для перехода к шахматной структуре в кадре, что позволит сократить объём файла картинки, занимаемый на носителе информации.

Существуют несколько основных видов первичной дискретизации изображения, которые характеризуются тем, какой фигурой был ограничен спектр картинки: ортогональная, изотропная, анизотропная. Она является избыточной, поэтому для передачи изображений используют двойную (дополнительную) дискретизацию: шахматная структура в кадре или шахматная структура в поле [1].

Для сжатия или же кодирования изображений и видео существуют несколько общепринятых и используемых форматов, которые основаны на блочном кодировании: JPEG, MPEG, DV [2].

Для выполнения прореживания была использована программа MATLAB.

Исходное изображение было подвергнуто фильтрации и двукратному прореживанию. В результате этого изображение разобьётся на 2 поля, разнесённых во времени. Разрешение каждого - 960x540 пикселей размером 84 кбайт, в сумме 168 кбайт, поделим 334 на 168 и получим почти двукратный выигрыш в размере файла изображения. Данные картинки посылаются на устройство кодирования ТВ-изображения и передаются получателю.

Затем они декодируются и восстанавливается ортогональная структура, то есть возвращается разрешение 1920x1080 пикселей, после чего эти структуры суммируются и получается шахматная структура в кадре, что и было целью данной работы. Затем изображение подаётся на фильтр нижних частот, в результате чего полученная картинка будет практически не отличаться от исходной.

В итоге мы получили выигрыш в размере файла изображения почти в два раза за счёт того, что в картинке соседние пиксели мало чем отличаются друг от друга, а изображение было крупного плана, поэтому и кодирование изображений было очень эффективным.

Библиографический список

1. Сжатие спектра телевизионного сигнала в системах передачи видеоинформации: учеб. пособие / В.П.Косс; Рязан. гос. радиотехн. акад; Рязань, 1996. 64 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. 3-е изд., испр. и доп.: М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.

АДАПТАЦИЯ РЕКУРСИВНЫХ РЕЖЕКТОРНЫХ ФИЛЬТРОВ

И.Ю. Литвинов

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

Цифровые рекурсивные режекторные фильтры обладают весомыми преимуществами перед нерекурсивными режекторными фильтрами, что является причиной их широкого применения в цифровой технике [1]. Однако использование рекурсивных фильтров увеличивает время установления выходного процесса и снижает эффективность выделения сигналов в переходном режиме. Такие особенности вызваны наличием рекурсии, которая и вызывает подобные сложности в использовании рекурсивных фильтров. Решение проблемы временных затрат при проведении расчетов привело к методу перестройки структуры фильтра, который существенно ускоряет время установления выходного процесса [2]. При этом возникает задача оптимизации параметров рекурсивных режекторных фильтров [3, 4]. Одним из способов решения данной задачи является установление функциональной связи между оптимальными параметрами режекторного фильтра и характеристиками коррелированной помехи. Данный параметрический метод оптимизации рекурсивных режекторных фильтров позволяет не только определить оптимальные коэффициенты фильтра, но и в условиях априорной неопределенности предполагает адаптацию режекторных фильтров.

Конкретные значения коэффициентов корреляции ρ_{jk} и доплеровского сдвига фазы φ априори неизвестны, что соответствует параметрической априорной неопределенности. Метод параметрического описания позволяет использовать широкие возможности для учета различных степеней априорной неопределенности, при этом адекватным методом адаптации является вытекающий из методологии адаптивного байесовского подхода метод прямого использования оценок неизвестных параметров помехи. В таком случае адаптация рекурсивных режекторных фильтров так же, как и нерекурсивных, предполагает использование оценочных значений ρ_{jk} и $e^{i\varphi}$. Адаптация к доплеровской фазе помехи предполагает соответствующее смещение аргументов нулей и полюсов.

Библиографический список

1. Попов Д.И. Синтез и анализ эффективности систем адаптивной междупериодной обработки сигналов на фоне помех с неизвестными корреляционными свойствами / Д.И. Попов // Радиотехника и электроника. – 1983. – Т. 28. – № 12. – С. 2373-2380.
2. Попов Д.И. Анализ адаптивных режекторных фильтров / Д.И. Попов // Радиотехника. – 1991. – № 10. – С. 31-34.
3. Попов Д.И. Параметрическая оптимизация рекурсивных режекторных фильтров / Д.И. Попов // Вопросы радиоэлектроники. – 2015. – № 7. – С. 49-58.
4. Попов Д.И. Оптимизация цифровых систем обработки сигналов / Д.И. Попов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2017. – № 1 (43). – С. 96-105.

РАДИОЛОКАЦИОННОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

А.И. Ларионов

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

Радиолокационное обнаружение воздушных летательных аппаратов малых размеров можно обозначить как одно из приоритетных направлений развития современного радиоэлектронного наблюдения [1]. Необходимо учитывать такие преимущества беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), как скрытность базирования и боевого применения, заметная мобильность, малый вес, низкая энергозатратность и высокая точность [2]. В связи с этим возрастает потребность в разработке точных РЛС, способных к высокоточному обнаружению самых современных, высокоманевренных и миниатюрных БПЛА.

Одними из эффективных алгоритмов обнаружения цели являются алгоритмы, использующие турбинный эффект. Проявление турбовинтового эффекта выражено в наличии в спектре отраженного сигнала дополнительных спектральных компонент вместе с компонентами планерной составляющей [3]. Появление турбинных составляющих объясняется наличием у цели подвижных частей (например, винтов у вертолетов). По таким полученным радиолокационным портретам возможно распознавать класс или тип летательного аппарата, проводить селекцию истинных целей, а также определять реальные пространственно-геометрические размеры потенциальной цели.

Определение малоразмерного объекта бортовой РЛС с использованием турбинного эффекта позволяет обнаруживать и распознавать малоразмерные высокоманевренные БПЛА, в том числе и «зависшие» в воздухе. Дальнейшим направлением исследований в данной области можно считать дополнение алгоритмов обработки данных, получаемых с бортовой или наземной РЛС, усовершенствованными алгоритмами определения углового положения летательного объекта, алгоритмами получения траекторной информации и алгоритмами обработки сигналов в доплеровских каналах приемника.

Библиографический список

1. Филин Е.Д., Киричек Р.В. Методы обнаружения малоразмерных беспилотных летательных аппаратов на основе анализа электромагнитного спектра // Армейский вестник. 2018.
2. Ерёмин Г.В., Гаврилов А.Д., Назарчук И.И. Малоразмерные беспилотники – новая проблема для ПВО // Армейский вестник. 2015.
3. Кучерявенко А.В. Подавление турбинного эффекта радиолокационного сигнала в импульсно-доплеровской РЛС // Инженерный вестник Дона. 2017. № 4.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ НЕЛИНЕЙНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА СИГНАЛОВ В ЗАДАЧЕ ОЦЕНИВАНИЯ УГЛОВЫХ КООРДИНАТ

С.А. Лобков

Научный руководитель – Штрунова Е.С., канд. техн. наук.

Во многих практических задачах необходимо знать угловые координаты источника излучения. Ограничения разрешающей способности по угловой координате при применении классических методов определения направления прихода связаны с геометрическим построением антенной решетки (АР). Параметрические алгоритмы спектрального оценивания, применяемые в АР, позволяют определить количество и направление прихода сигналов при угловом разносе источников излучения, меньшем интервала разрешения по критерию Релея [1].

Алгоритмы спектрального анализа делятся на две группы: последовательные и параллельные [2]. К последовательным методам сканирования пространства относятся алгоритмы классификации множественных сигналов (MUSIC), собственных векторов (EV), максимального правдоподобия (метод Кейпона), максимальной энтропии (метод Берга), минимальной нормы (метод Кумаресана - Тафтса); к параллельным – метод Прони, Писаренко, Прони - Берлекэмпа, алгоритм поворота подпространств (ESPRIT), модификации алгоритма MUSIC.

Были рассмотрены алгоритмы MUSIC и EV для линейной эквидистантной M -элементной АР, основанные на разложении оценки M -мерной межканальной корреляционной матрицы входной реализации на матрицы собственных значений и собственных векторов [3]. На следующем этапе матрица собственных векторов разделяется на $(M \times N)$ -мерную сигнальную и $(M \times (M-N))$ -мерную шумовую подматрицы, столбцы которых состоят из собственных векторов для N максимальных и $(M-N)$ минимальных собственных значений матрицы соответственно. Определение оценки направления прихода производится на основе оценки максимума спектра пространственных частот.

Результат исследований, проводимых методом имитационного моделирования, показал, что выбор N максимальных собственных векторов зависит от количества J источников излучения. Минимальная погрешность оценивания угла прихода получается при $N=J+1$. Дальнейшее увеличение N приводит к появлению ложных максимумов спектра пространственных частот.

Библиографический список

1. Ратынский М.В. Адаптация и сверхразрешение в адаптивных антенных решетках. М.: Радио и связь, 2003. 200 с.
2. Защита радиолокационных систем от помех. Состояние и тенденции развития / под ред. А.И. Канащенкова, В.И. Меркулова. М.: Радиотехника, 2003. 416 с.
3. Джонсон Д.Х. Применение методов спектрального оценивания к задачам определения угловых координат источников излучения // ТИИЭР. 1982. Т.70, №9. С. 126–139.

АВТОКОМПЕНСАТОРЫ ДОПЛЕРОВСКОЙ ФАЗЫ ПАССИВНЫХ ПОМЕХ

А.А. Петунин

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

Выделение полезных сигналов в зоне действия пассивных помех существенно затрудняется в случае неизвестных характеристик помех, а также их неоднородности в зоне обзора и нестационарности во времени.

Полная адаптация к корреляционным свойствам помехи приводит к адаптивным режекторным фильтрам. Но данные фильтры имеют достаточно сложную структуру, а значит, необходимо повышение быстродействия арифметических операций, к тому же на выходе таких фильтров остатки помехи имеют доплеровские сдвиги фазы. Избежать указанных трудностей можно путем раздельного решения задач автокомпенсации доплеровских сдвигов фазы помехи и последующего режектирования фильтрами.

Задачу автокомпенсации могут решать автокомпенсаторы с прямой и обратной связью. В работе были рассмотрены принципы построения и точность автокомпенсаторов с обратной связью, которые строятся по принципу следящей системы: дискриминатор – сглаживающий фильтр [1].

Синтезированные методом максимального правдоподобия дискриминаторы позволяют построить автокомпенсаторы с обратной связью, которые существенно упрощают адаптивные режекторные фильтры путём их выполнения с действительными весовыми коэффициентами [2].

В сглаживающем фильтре осуществляется накопление взвешенных с помощью весового коэффициента оценок ошибки рассогласования от дискриминатора, что приводит к их сглаживанию.

Результаты моделирования автокомпенсатора показали, что необходимая точность автокомпенсации достигается выбором объема обучающей выборки и весового коэффициента. Повышение точности при уменьшении весового коэффициента достигается ценой соответствующего увеличения длительности процесса установления.

Для предложенных на основе синтезированных дискриминаторов принципов построения автокомпенсаторов с обратной связью открывается широкий выбор структур и параметров их узлов в зависимости от различных требований: точность компенсации, длительности процесса установления и сложность аппаратной реализации.

Библиографический список

1. Попов Д.И. Проектирование радиолокационных систем: учеб. пособие / Д.И. Попов. – Рязань. Рязанский государственный радиотехнический университет, 2004. – 80 с.

2. Попов Д.И. Адаптивное режектирование пассивных помех / Д.И. Попов // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2013. № 4. – С. 39-47 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://radio.kpi.ua/article/view/S0021347013040031>.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПОМЕХ

А.В. Петухов

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

В данной работе рассматривается моделирование схемы передачи информации в среде Matlab. Приводятся исследование этапов передачи информации и ее характеристики.

Существует множество видов каналов связи в зависимости от того, на какое расстояние и с какой точностью нужно передать информацию [1].

Цель эксперимента – моделирование канала связи и исследование влияния помехи на сигнальные созвездия в системах передачи информации.

Моделирование проводится в пакете прикладных программ MatLab и Simulink. Simulink - это среда имитационного моделирования, которая позволяет с помощью блок-диаграмм строить модели, включая дискретные, непрерывные, гибридные, нелинейные и др.

Собранная модель работает следующим образом: генератор двоичных чисел генерирует случайные числа согласно распределению Бернулли. Далее сигнал из генератора поступает в блок QPSK Modulator [2], который модулирует основную полосу сигнала с помощью метода основанным на кодировании двух бит передаваемой информации одним символом. После сигнал фильтруется с помощью фильтра с повышенным косинусом, который хорошо минимизирует межсимвольную интерференцию. После выхода из передающей части сигнал подвергается влиянию аддитивного гауссовского белого шума в блоке AWGN, отношение сигнал/шум выставляется равным -60 дБ, после чего складывается с помехой, которая представлена блоком Band Limited White Noise, после всего этого сигнал приходит в принимающую часть канала связи, демодулируется и выходит в блок Error Rate Calculation, который считает ошибку между сигналом до прохождения через помеху и после.

Результатом эксперимента стало получение двух графиков сигнальных созвездий – с помехой и без помехи. На исследуемом созвездии без помехи положения всех символов равноудалены от начала координат. Это означает равенство амплитуд всех символьных колебаний, что дает передачу большего количества бит и лучшее восстановление принимаемых символов, чего нельзя сказать об исследуемом созвездии с наложением помехи, хаотичное расположение точек способствует усложнению модуляции, побочным эффектом которой является вероятность ошибки при восстановлении принимаемых символов.

Библиографический список

1. Бакулин М. Г., Крейделин В. Б., Шумов А. П. Повышение скорости передачи информации и спектральной эффективности и беспроводных систем связи// Цифровая обработка сигналов. 2006. №1.
2. Дьяконов В.П. Simulink 5/6/7:Самоучитель. – М.:ДМК-Пресс, 2008.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОЦЕНИВАНИЯ УГЛОВЫХ КООРДИНАТ ИСТОЧНИКОВ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ

Е.А. Пилипчук

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

Рассмотрены 3 алгоритма оценивания угловых координат источников радиоизлучения (УК ИРИ):

Алгоритм MUSIC является особым случаем метода Писаренко [1], который заключается в оценке частот суммы комплексных экспонент в белом шуме.

Алгоритм ROOT – MUSIC основан на анализе собственных векторов корреляционной матрицы.

Метод Прони [2] основывается на оценке пространственных частот и априорно заданной пространственной конфигурации антенной решетки (АР), на основе этого определяется угол прихода сигналов.

В исследовании будет использоваться математическая модель линейной АР с количеством элементов, равным $N = 20$. Мощность собственных шумов аппаратуры -75 дБ. Данные моделирования приведены в таблицах.

Таблица 1 – Зависимость СКО от отношения с-ш.

$P_c/P_{\text{ш}}$, дБ	σ , гр.		
	Прони	MUSIC	ROOT – MUSIC
50	0.0004	0.0014	0.0015
30	0.0024	0.0073	0.0081
10	0.0042	0.0428	0.0476
0	0.0600	0.0704	0.0782

Таблица 2 – Зависимость разрешающей способности от отношения с-ш.

$P_c/P_{\text{ш}}$, дБ	Δ , гр		
	Прони	MUSIC	ROOT – MUSIC
50	0	0	0
30	1	0.7	0.8
10	4.9	5.1	5.7
0	>10	>13	>15

Анализируя полученные результаты, можно утверждать, что метод углового сверхразрешения Прони позволяет лучше оценивать УК ИРИ. Разрешение метода Прони при значениях отношения сигнал-шум до 40 дБ минимум вдвое лучше, чем у алгоритмов MUSIC и Root-MUSIC, при этом точность определения координат рассмотренных алгоритмов сопоставима, а при малых значениях отношения сигнал-шум (до 10 дБ) точность метода Прони до 1,5 раз выше.

Библиографический список

1. Сафонова А.В. Эффективные алгоритмы оценивания угловых координат источников радиоизлучения: [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.12.04, 05.12.14 – Рязань, 2016. – 113 с.
2. Кошелев В.И., Кирдяшкин В.В., Сычев М.И., Ясенцев Д.А. Актуальные вопросы радиолокации. – М.: Изд-во МАИ, 2016. – 216 с.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МОДУЛЯ ИНТЕГРИРОВАНИЯ УГЛОВЫХ СКОРОСТЕЙ ДЛЯ ЗАДАЧИ РАЗРАБОТКИ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С MEMS-СЕНСОРОМ ДЛЯ СИСТЕМЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

А.О. Пшенников

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

Для решения пользовательских задач навигации внутри помещения широкое применение получили инерциальные датчики, выполненные в виде микроминиатюрных электромеханических систем (MEMS) [1], не требующих внешней инфраструктуры. Инерциальные MEMS-датчики имеют высокую надежность и коммерчески привлекательны благодаря низкому энергопотреблению, малым габаритам и стоимости.

В работе с помощью системы на кристалле (программируемая логика и встроенный процессор Nios II) на отладочном макете с ПЛИС Altera семейства Cyclone II и микросхемы преобразования интерфейсов USB ↔ UART (FT232RL) реализованы чтение данных по интерфейсу SPI с MEMS-датчика MPU-9250 компании InvenSense [2] и их передача в ПЭВМ.

Обмен данными по интерфейсу UART предполагает использование протокола информационного взаимодействия (ПИВ) на основе передачи и приема пакетов данных. Формат кода согласно разработанному ПИВ имеет вид: Старт-байт – 6 байт угловой скорости – 6 байт ускорения – Байт контрольной суммы – Стоп-байт. Принятые отсчеты угловой скорости с частотой дискретизации 100 Гц были декодированы и записаны в файл для разработки математической модели.

С помощью имитационного моделирования на основании полученных данных исследованы ошибки измерения угловых координат по информации только от MEMS-гироскопа при постоянной угловой скорости вращения по курсу. Результаты приведены в таблице.

Таблица

Время интегрирования, с	Ошибка оценивания, °		
	Крен	Тангаж	Курс
5	0,380	0,040	0,016
10	0,552	0,010	0,010
15	0,550	0,164	0,002

Таким образом показано, что на интервалах времени порядка единиц и десятков секунд ошибки интегрирования не превышают долей градуса.

Библиографический список

1. Распопов В.Я., Матвеев В.В., Шведов А.П., Погорелов М.Г., Рябцев М.В., Алалуев Р.В., Ладонкин А.В., Глаголев В.М. Микросистемы ориентации // Известия ТулГУ. Технические науки. 2016. № 10. С. 239-265.
2. MPU-9250 Datasheet (PDF) – TDK Electronics [сайт]. URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1132035/TDK/MPU-9250.html> (дата обращения 12.04.2021).

ОБРАБОТКА ТЕПЛОВИЗИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ УТЕЧЕК ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

М.Р. Фошина

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

Тепловизионная диагностика проводится в целях обнаружения повреждений и дефектов исследуемых объектов. По результатам тепловизионной съемки должна быть составлена карта дефектов, выявленных при мониторинге тепловых сетей [1]. При решении задач цифровой обработки изображений используется пакет прикладных компьютерных программ матричной лаборатории MatLab, поскольку он является удобным инструментом для моделирования и исследования методов обработки изображений. В случае обработки тепловизионных изображений будет актуален программный пакет «Image Processing Toolbox», который включает в свой состав большое количество функций, реализующих распространенные методы обработки изображений. При использовании встроенных функций программного пакета «Image Processing Toolbox» можно анализировать изображения как в видимой, так и в ИК области. Результатами обработки являются как гистограммы, так и изображения, полученные в процессе обработки [2].

В данной работе рассмотрено решение задачи обработки полученного тепловизионного изображения. Данная задача была разбита на несколько этапов. Один из этапов – создание программы для обработки тепловизионных изображений в среде MatLab. Для получения данных используется специальное оборудование – тепловизоры. Однако при импорте изображения в известных форматах, таких как PNG, JPG, TIF, GIF, возникают трудности с дальнейшей расшифровкой по причине того, что нет специализированного общедоступного софта для обработки термограмм. Под обработкой термограммы подразумевается анализ изображения на предмет самых горячих или самых холодных точек. Для этого была написана программа, в которой можно на данный момент замерить температуру в любой точке изображения, опираясь на цветовую палитру, а также автоматически выявить самую горячую точку.

Таким образом, с помощью программы MatLab можно в реальном масштабе времени проводить мониторинг отопительной системы и эффективно анализировать полученные данные о температурном рельефе объектов, в том числе в динамике его изменения.

Библиографический список

1. Методика инфракрасной диагностики тепломеханического оборудования / Российское АО «ЕГС РОССИИ», ОАО «Фирма ОРГРЭС». 2000 [электронная версия]. — URL: <http://www.ntcexpert.ru/documents/docs/rd-153-34.0-20.364-00.pdf> (дата обращения 02.04.2021).
2. MATLAB. The Language of Technical Computing. Using MATLAB. The Math Works, Inc. USA, 2000. 187 с.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРИЁМНИКА АППАРАТУРЫ ПОТРЕБИТЕЛЯ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

А.А. Харитошкин

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

Рассматривается построение имитационной модели приёмника аппаратуры потребителя спутниковой навигационной системы с последующим анализом влияния изменения помеховой ситуации канала связи спутниковой навигационной системы на результаты качества обработки принятых сигналов.

На основе известных технических решений была разработана обобщённая структурная схема будущего устройства и построена его имитационная модель. Программной средой для построения имитационной модели была выбрана программа LabVIEW 2010.

Цель эксперимента – оценить влияние изменения помеховой ситуации, осуществляемого изменением амплитуды помехи и шума, на качество обработки спутникового сигнала во входном высокочастотном тракте спутникового навигационного приёмника.

Построенная модель имитирует поведение одного канала многоканального навигационного приёмника. В её состав входит предварительный малошумящий усилитель с коэффициентом усиления 20-30 дБ в диапазоне частот от 1570 до 1620 МГц, соответствующий совмещённому типу навигационного приёмника [1]. Полосовой фильтр служит для выделения полезного сигнала из входной смеси. Смеситель с подключенным к нему гетеродином, работающим в том же частотном диапазоне, что и входной сигнал, необходим для разделения входного высокочастотного фазоманипулированного колебания на положительную и отрицательную составляющие. Кроме того, модель включает в себя фильтр нижних частот, выделяющий низкочастотную составляющую фазоманипулированного колебания, усилитель для последующего его усиления, генератор самих высокочастотных фазоманипулированных колебаний, имитирующий поступающие на вход приёмника спутниковые сигналы и состоящий из высокочастотного генератора гармонических колебаний и генератора последовательности максимальной длины.

В результате выполнения эксперимента, при увеличении уровня шума и помехи, воздействующих на входной тракт, удалось установить, что при достаточно низком отношении сигнал-шум форма сигналов существенно искажается, что отрицательно влияет также и на форму автокорреляционной функции, являющейся результатом согласованной фильтрации навигационных сигналов. Изменение автокорреляционной функции, вызванное увеличением амплитуды шума и помехи, приводит к неправильному определению времени задержки сигнала со спутника, что непосредственно влияет на точность определения местоположения аппаратуры потребителя с помощью спутниковой навигационной системы.

1. Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС: монография / Тяпкин В.Н., Гарин Е.Н. Красноярск: СФУ, 2012. 260 с.

УМНОЖИТЕЛЬ В ФОРМАТЕ С ПЛАВАЮЩЕЙ ТОЧКОЙ ДЛЯ ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА НА ПЛИС РАДИОПРИЁМНОГО ТРАКТА РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ

М.А. Молчанов

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

Приводится сравнение формата одинарной точности (32 бит) стандарта IEEE 754 [1] и формата Float18 [2] (18 бит).

Умножитель одинарной точности стандарта IEEE 754 реализован в ПО Quartus II 9.0 с помощью инструмента MegaWizard Plug-In Manager. Умножитель по методу Float18 описан на языке Verilog HDL.

Указаны отличительные особенности при реализации умножителей по IEEE 754 (32 бит) и Float18 на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС): умножение по IEEE 754 выполняется за 5, 6, 10 или 11 тактов, для формата Float18 – за 1 такт; умножитель IEEE 754 (32 бит) задействует 7 аппаратных 9-битных умножителей ПЛИС, умножитель Float18 – 1 аппаратный умножитель.

Представлены сравнительные результаты оценки затрат логических вентилях на реализацию умножителя одинарной точности (32 бит) стандарта IEEE 754 и умножителя формата Float18 для российских ПЛИС (серии 5576XCxx, 5578TCxxx), аналогичных семействам FLEX10K, FLEX10KE, Cyclone II, Cyclone III ПЛИС фирмы Altera.

Приведены сравнительные результаты оценки затрат аппаратных 9-битных умножителей при реализации умножителя IEEE 754 (32 бит) и Float18 для российских ПЛИС, аналогичных семействам Cyclone II и Cyclone III.

Библиографический список

1. 754-2008 – IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic. Revision of ANSI/IEEE Std 754-1985.
2. Simplified Floating Point for DSP Cyclone 2 and Cyclone 4 version [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://people.ece.cornell.edu/land/courses/ece5760/FloatingPoint/>.

ОБНАРУЖЕНИЕ ДВИЖУЩИХСЯ ЦЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА 2D-FFT ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ РАДАРОВ FMCW

З.А. Королёв

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

Автомобильный радар FMCW используется в различных приложениях активной безопасности, таких как адаптивный круиз-контроль, помощь при смене полосы движения и предаварийного зондирования. Основной идеей использования этого радара является получение сигналов биения на основе информации о дальности и скорости цели. Было сгенерировано несколько последующих рамп частоты и представлен двухмерный алгоритм БПФ для радара с частотно-модулированным непрерывным сигналом.

Основным достоинством радаров с непрерывным излучением является то, что они позволяют добиться лучшего разрешения по скорости и дальности цели без неопределенностей [1].

Вычисление первого быстрого преобразования Фурье для результирующего сигнала биения с частотой дискретизации $f_s = 1/T_s$, в пике Фурье спектра содержится информация о дальности и скорости цели. При условии, что частота дискретизации во много раз меньше частоты, диапазон которой лежит между целью и радаром, мы можем получить приблизительную информацию о диапазоне частоты после первого БПФ. Второе быстрое преобразование Фурье выполняется для каждого диапазона. Тем самым мы можем получить более точную информацию о дальности цели после полученной информации о скорости после вычисления второго БПФ [2].

В эксперименте использовался радар AWR1642. Измерительные характеристики радиолокатора были рассчитаны: максимальная однозначная скорость равна 58,23 км/ч, а максимальный однозначный диапазон 84,375 метра при начальной частоте 76 ГГц, частотой дискретизации 5 МГц, время рампы 58 мс, количестве периодов модуляции 128. Наиболее сильно обнаруженной целью стал автомобиль, который двигался в сторону радара в диапазоне 40 м и со скоростью 7 м/с.

Библиографический список

1. Бакулев П.А. Радиолокационные системы: учеб. для вузов. – М.: Радиотехника, 2004. 320 с.
2. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. СПб.: Питер, 2003. 630 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ВНУТРИКАДРОВОГО КОДИРОВАНИЯ ТВ-СИГНАЛА

И.А. Кузнецов

Научный руководитель – Косс В.П., с.н.с., доцент

В настоящее время буквально каждый современный пользователь персонального компьютера хотя бы раз производил сжатие изображения с его последующим восстановлением, фактически не замечая этого. Однако сокращение данных, содержащихся в каждом изображении, необходимо для экономии пространства памяти и сокращения времени передачи информации. Данная наука имеет потенциал и постоянно увеличивает эффективность методов сжатия спектра телевизионных изображений.

В основе современного сжатия данных лежит идея сокращения избыточной информации за счёт некоторых особенностей зрительного восприятия человека.

При работе с непрерывным изображением на первом этапе фильтр нижних частот ограничивает пространственно-временной спектр исходного изображения. Далее происходит развёртка (процесс дискретизации) с последующим восстановлением телевизионного изображения.

В соответствии с 601-й Рекомендацией МККР в растре при первичном цифровом кодировании (аналого-цифровом преобразовании) видеосигнала дискретизации подвергается ортогональная структура отсчетов ТВ изобра-

жения. Однако остаётся возможность совершенствования методов дискретизации и структуры отсчётов с учётом зрительного восприятия человека и пространственного временных характеристик ТВ изображений.

Учитывая особенности вещательного ТВ, наиболее оптимальным вариантом является использование анизотропной модели пространственного спектра, при которой границы спектра ограничиваются ромбом. При такой модели отсчёты изображения будут располагаться в узлах треугольной решётки, благодаря чему количество отсчётов сократится в два раза.

Одним из вариантов с треугольной структурой является шахматная структура расположения отсчётов в кадре при чересстрочном разложении [1]. Такая структура состоит из двух полей (чётных и нечётных), сдвинутых на 180 градусов по фазе относительно друг друга, при этом расстояние в строках между отсчётами увеличивается в 2 раза. При использовании такой структуры уменьшается частота дискретизации, однако перекрытия основного и побочного спектров можно не допустить, если частота дискретизации ТВ сигнала кратна частоте строчной развёртки.

Другим примером треугольной структуры является шахматная структура расположения отсчётов в поле [1]. Она формируется путём сдвига на половину интервала дискретизации отсчётов соседних строк данного поля. Частоту дискретизации так же выбирают кратной частоте строчной развёртки. Амплитуды побочных спектров меньше по сравнению с шахматной структурой отсчётов в кадре.

При стремлении к наиболее плотной укладке трёхмерного спектра изображения Игнатьевым Н.К. был предложен метод трёхкратного сжатия спектра, основанный на передаче каждого третьего поля телевизионного изображения [3].

Параллельно с этими методами Вещательной Корпорацией Японии была разработана особая система телевидения высокой чёткости MUSE, в которой, благодаря пространственно-временной дискретизации, сокращение отсчётов было в 4 раза [2].

Однако данные методы оказались недостаточными для их реализации в вещательном телевидении из-за размытия движущихся изображений.

Совмещение шахматной структуры отсчётов изображения с прореживанием полей позволяет достичь предельного шестикратного сжатия спектра ТВ изображения с сохранением пространственного разрешения ТВ системы в вертикальном и горизонтальном направлениях [4].

Библиографический список

1. Цуккерман И.И., Кац Б.М., Лебедев Д.С. и др.; под ред. И.И. Цуккермана. Цифровое кодирование телевизионных изображений. – М.: Радио и связь, 1981. – 240 с.
2. Сжатие спектра телевизионного сигнала в системах передачи видеoinформации: учеб. пособие/ В.П. Косс. Рязань: РГРТА, 1996. – 64 с.
3. Игнатьев Н.К., Сорока Е.З. Метод сжатия телевизионного спектра, основанный на вертикально-временной фильтрации изображения//Сб.трудов/ Гос. НИИ Мин. связи СССР. 1960. Вып. 3(31). С.47-68
4. Бородинский А.А. Оптимальная дискретизация движущихся изображений// Электросвязь. 1983. № 3. С. 35-39.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ СЛОЖНЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ЦЕЛИ В РЛС С ВЫСОКИМ РАЗРЕШЕНИЕМ

В.И. Мартынов

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

В работе рассматривается возможность получения радиолокационных изображений (РЛИ) целей с использованием сложных сигналов и методов инверсного синтезирования апертуры, исследуется эффективность существующих алгоритмов обработки на основе сравнения коэффициента улучшения отношения сигнал-шум, выделяется наилучший подход к построению универсального алгоритма и осуществляется его разработка.

Сравнение производится для трех алгоритмов: Доплеровского, обратной проекции в частотной области (ОПЧО) и алгоритма максимальной корреляции (МК) в условиях действия нормального шума с нулевым средним и фоновой помехи, отраженной от водной поверхности. В таблице 1 приведены результаты сравнения.

Таблица 1 – Сравнение эффективности алгоритмов

Алгоритм	Коэффициент улучшения отношения сигнал/шум, дБ	Коэффициент улучшения отношения сигнал/помеха, дБ
Доплер	6,78	6,31
ОПЧО	7,89	7,41
МК	23,21	13,53

Сравнение показывает, что алгоритм МК превосходит алгоритмы, основанные на Фурье преобразовании. Вместе с этим, зависимость коэффициента улучшения от относительной мощности помехи для алгоритма МК оказывается существенно нелинейной. Причина такого поведения алгоритма заключается в коррелированности фоновой помехи и полезного сигнала, что приводит к потере составляющих принятого сигнала при постоянном значении порогового параметра. Попытка определения и использования функциональной связи между значением порогового параметра и косвенной оценки мощности помехи не приводит к желаемому результату, поскольку мощность помехи зависит от двух параметров распределения.

В целях нахождения общего решения проблемы был разработан адаптивный алгоритм МК, который основан на рекурсивной аппроксимации принятого сигнала. На каждом этапе выполнения алгоритма изображение цели дополняется, выполняется расчет ошибки аппроксимации, которая используется в качестве входного сигнала на последующих итерациях.

Итогом выполнения работы является разработка универсального алгоритма, не привязанного к параметрам помехи.

ЛАЗЕРНЫЙ ДАЛЬНОМЕР ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ

Е.А. Жирков

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

Преимущество лазерного дальномера над его радио-аналогом заключается в более высокой точности измерения, что позволяет производить более качественную оценку дальности до объекта (цели). В ряде случаев требуется точность до 0,1 м, чего можно добиться применением определённых методов повышения точности.

Целью работы является исследования методов повышения точности лазерных дальномеров. К таковым относят: фиксацию момента прихода импульса по его производной по времени, синхронизацию тактовых сигналов осциллятора со старт-импульсом, использование пачки когерентных импульсов с их последующим накоплением, а также алгоритм на основе вычисления центра тяжести накопленных выборок, подробно описанный в [2].

Фиксация времени прихода импульса по производной осуществляется пропуском принятого сигнала через дифференцирующую цепь и определения момента максимума функции либо её прохождения через ноль.

Синхронизация тактовых сигналов осциллятора позволяет осуществить временную привязку первого счётного импульса к старт-импульсу начала отсчёта дальности [1].

Использование когерентной пачки импульсов, аналогично радиолокации, даёт энергетический выигрыш и повышает точность измерений, что способствует более точному определению момента прихода отражённого импульса на фоне шума.

Для повышения точности измерения дальности используется двухпороговый обнаружитель с накоплением сигнала [1]. Повышение точности измерений производится путём вычисления начального момента первого порядка массива накопленных данных в окрестности отсчёта с максимальным значением, причём повышение точности измерений таким образом повышается в 5 раз при сравнении с любым другим. Кроме того данный алгоритм позволяет не предъявлять дополнительных требований к быстродействию системы [2].

В работе также представлены комбинации использования вышеперечисленных методов.

Разработанные способы находят своё применение при проектировании дальномеров повышенной точности для решения различных задач: от обнаружения и сопровождения воздушных целей до топографической съёмки местности и сверхточного измерения уровня жидкости.

Библиографический список

1. Лазерные приборы и методы измерения дальности: учеб. пособие / В.Б. Бокшанский, Д.А. Бондаренко, М.В. Вязовых, И.В. Животовский, А.А. Сахаров, В.П. Семенов; под ред. В.Е. Карасика. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 92, [4] с.: ил.
2. Morcom J. Optical distance measurement. US Patent No. 6753950, June 22, 2004, US CI. 356/4.01, Int. CI. G01S 17/00; G01C 3/08.

СИСТЕМА ОБРАБОТКИ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ НА ФОНЕ -КОМПЛЕКСОВ ПОМЕХ

А.Д. Голубев

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

Основной особенностью радиотехнических систем является то, что прием и передача сигналов происходит в условиях действия мешающих факторов – помех и искажений. Они снижают качество приема и передачи радиосигналов и соответственно всей системы в целом.

Повышение эффективности радиотехнических систем в условиях воздействия комплексов мешающих воздействий представляет собой важную научно-техническую и практическую задачу. Борьба с негативными для радиосистемы факторами заключается, в частности, в подавлении коррелированной и некоррелированной мешающих составляющих в принимаемом сигнале путем обеления помеховых процессов и накопления полезного сигнала [1,2]. Для решения этих двух задач необходимо оценивать параметры обеляющего фильтра путем пересчета коэффициентов обратной корреляционной матрицы помех при изменении уровня мощности некоррелированного шума. Однако обращение коррелированной матрицы и адаптация системы обработки сигналов к параметрам помех и шумов связаны с большими вычислительными затратами. В связи с этим, на практике часто отказываются от данного подхода. Альтернативное решение проблемы адаптации радиотехнических систем заключается в сохранении прежних значений вектора обработки, что характерно для режекторных фильтров при изменении мощности шумов. Отметим, что некоррелированные мешающие процессы ведут себя независимо от полезных сигналов – поэтому отношение мощностей полезного сигнала и шума может изменяться во времени. Использование режекторного фильтра вместо обеляющего несколько снижает эффективность обработки радиотехнических сигналов по критерию максимизации коэффициента μ улучшения сигнал-помеха-шум. Расчеты показали, что при воздействии унимодальной по спектру помехи с относительной шириной гауссовского спектра флуктуаций 0,1 и уровнем некоррелированных шумов (отношением шум-помеха по мощности) –10 дБ разность в коэффициентах улучшения может составлять до 3 дБ для нерекурсивных фильтров подавления помех с порядками от 1 до 10 и при малых различиях частоты узкополосного полезного сигнала и коррелированной помехи.

Таким образом, созданные программные средства дают возможность оценить потери в качестве обработки радиотехнических сигналов, поступающих на вход приемного устройства на фоне комплексов помех, за счет использования их режекции, а не обеления, с целью оптимизации вычислительных затрат на цифровую обработку.

Библиографический список

1. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. - М.: Советское радио, 1966.
2. Ширман Я.Д., Манжос В.Н. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех - М.: Радио и связь, 1981.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ЦЕЛЕЙ

Н.А. Шилов

Научный руководитель – Белокуров В.А., доцент, к.т.н., доцент

Постановка задачи. В радиотехнических системах (РТС) решаются следующие основные задачи:

- обнаружение сигнала;
- распознавание-различение сигналов;
- измерение параметров сигналов.

Обнаружение сигнала в РТС, как правило, осуществляется на фоне шумов и помех.

Технически задача защиты РЛС от АШП, действующих по боковым лепесткам диаграммы направленности антенны, решается устройством, получившим название автокомпенсатор АШП, а комплект аппаратуры защиты РЛС от активных шумовых помех - АЗАШП.

При помощи трех видов автокомпенсаторов рассмотрен алгоритм обнаружения малоразмерных целей.

Предложен способ компенсации мешающих излучений с помощью цифрового автокомпенсатора помех на основе адаптивного фильтра с применением эквалайзера для коррекции частотных характеристик приемных каналов.

Разработаны структурные схемы адаптивных фильтров : автокомпенсатора помех и эквалайзера, рассмотрен рекурсивного метода наименьших квадратов(РНК).

Исследованы и сравнены три типа автокомпенсаторов помех, проведено моделирование и получены результаты зависимости эффективности подавления помех от расстройки полосового фильтра по центральной частоте и от разброса частотных характеристик по полосе пропускания дополнительного канала для трех типов автокомпенсаторов помех в установленном режиме.

Наиболее эффективное подавление активных шумовых помех автокомпенсатором обеспечивается в том случае, когда число компенсационных каналов равно числу одновременно действующих групп постановщиков помех.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЛИС–ПЭВМ В АППАРАТНО-ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ТЕСТИРОВАНИЯ

Д.А. Аникеев

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

Рассмотрена эффективность использования протокола UART для обмена данными между ПЭВМ и устройством тестирования во взаимодействии типа точка-точка.

Для передачи данных необходимо определить разрядность отсчетов исходя из требуемого уровня шумов квантования. Для этой задачи определим мощность.

мощность шумов квантования:	мощность сигнала:
$P_{\text{ш}} = \frac{1}{\Delta u} \int_{-\Delta u/2}^{\Delta u/2} x^2 dx = \frac{\Delta u^2}{12}$	$P_c = \frac{1}{K_{\text{пф}}^2} (2^r * \Delta u/2)^2 = \frac{\Delta u^2}{4K_{\text{пф}}^2} * 2^{2r}$

Для случайного сигнала пик-фактор можно принять $\approx 1,7$, тогда отношение сигнал шум: $\frac{P_c}{P_{\text{ш}}} \approx 2^{2r}$ или в децибелах: $10 \log 2^{2r} = 6r$, то есть один разряд повышает отношение сигнал шум на 6 дБ. Если принять собственные шумы приемника ≈ -90 дБ, то эффективная разрядность отсчетов $r = 16$.

Состав пакета информационного взаимодействия представлен на рисунке 1

Передача из ПЭВМ в ПЛИС

номер байта	1	2	3	...	9	10-11	12	13	14
назначение	Старт байт	1ый инф. байт	2ой инф. байт	...	8ой инф. байт	16-ти разрядный номер посылки	Коэффициент деления частоты	Контрольная сумма	Стоп байт

Передача из ПЛИС в ПЭВМ

номер байта	1	2	3	...	9	10-11	12	13
назначение	Старт байт	1ый инф. байт	2ой инф. байт	...	8ой инф. байт	16-ти разрядный номер посылки	Контрольная сумма	Стоп байт

Рисунок 1 – информационного взаимодействия (ПИВ)

На рисунке 2 представлен алгоритм взаимодействия ПЭВМ и ПЛИС, для упрощения принято количество отсчет равным 2.

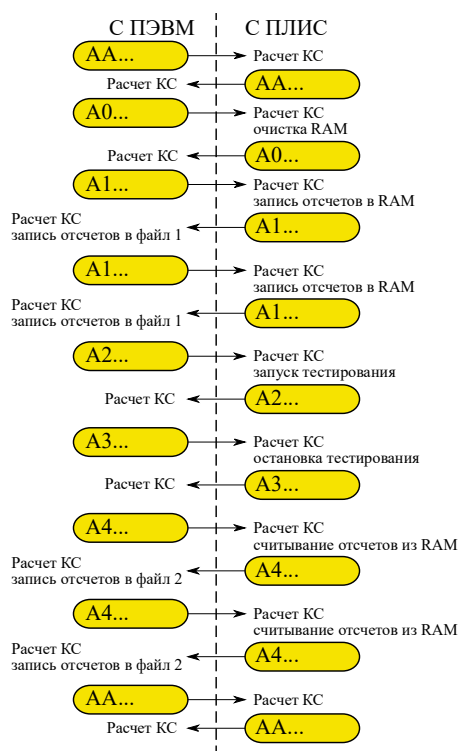


Рисунок 2 – Алгоритм ПИВ:

КС – контрольная сумма;
Назначение управляющих байт:
0xA0 – очистка данных в памяти (ОЗУ);
0xA1 – команда приема тестового массива данных с ПЭВМ;
0xA2 – команда для загрузки данных в тестируемое устройство;
0xA3 – команда для остановки загрузки данных в тестируемое устройство;
0xA4 – команда передачи данных с устройства управления на ПЭВМ;
0xAA – холостая команда (применяется для контроля передачи данных по UART).

СИСТЕМА ОБРАБОТКИ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ НА ФОНЕ КОМПЛЕКСОВ ПОМЕХ

А.Д. Голубев

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

Основной особенностью радиотехнических систем является то, что прием и передача сигналов происходит в условиях действия мешающих факторов – помех и искажений. Они снижают качество приема и передачи радиосигналов и, соответственно, всей радиосистемы в целом.

Повышение эффективности радиотехнических систем в условиях воздействия комплексов мешающих воздействий представляет собой важную научно-техническую и практическую задачу. Борьба с негативными для радиосистемы факторами заключается, в частности, в подавлении коррелированной и некоррелированной мешающих составляющих в принимаемом сигнале путем обеления помеховых процессов и накопления полезного сигнала [1]. Для решения задачи подавления необходимо оценивать параметры обеляющего фильтра путем пересчета коэффициентов обратной корреляционной матрицы мешающих процессов при изменении уровня мощности некоррелированного шума. Отметим, что обращение корреляционной матрицы и адаптация системы обработки сигналов к параметрам помех и шумов связаны с большими вычислительными затратами. В связи с этим, на практике часто отказываются от данного подхода. Альтернативное решение заключается в сохранении прежних значений вектора обработки, что характерно для режекторных фильтров при изменении мощности шумов. Известно [1], что некоррелированные мешающие процессы ведут себя независимо от полезных сигналов, поэтому отношение мощностей полезного сигнала и шума может изменяться во времени. Использование режекторного фильтра вместо обеляющего несколько снижает эффективность обработки радиотехнических сигналов по критерию максимизации коэффициента μ улучшения сигнал-помеха-шум. Расчеты показали, что при воздействии унимодальной по спектру помехи с относительной шириной гауссовского спектра флуктуаций 0,1 и уровнем некоррелированных шумов (отношением шум-помеха по мощности) –10 дБ разность в коэффициентах улучшения может составлять до 3 дБ для нерекурсивных фильтров подавления помех с порядками от 1 до 10 и при малых различиях частоты узкополосного полезного сигнала и коррелированной помехи.

Таким образом, созданные программные средства дают возможность оценить потери в качестве обработки радиотехнических сигналов, поступающих на вход приемного устройства на фоне комплексов помех, за счет использования их режекции, а не обеления, с целью оптимизации вычислительных затрат на цифровую обработку.

1. Ширман Я.Д., Манжос В.Н. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех. М.: Радио и связь, 1981. -416 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛОСОВОГО ФИЛЬТРА МОНОИМПУЛЬСНОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ

А.А. Аппоротов

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

Фильтры играют важную роль в радиотехнике. Без них невозможно построение большинства приборов и устройств, таких как усилители, цепи согласования, умножители и т.д. Фильтры проектируются на основе огромного количества различных элементов и линий передачи энергии: фильтры на сосредоточенных элементах, микрополосковые и полосковые фильтры, фильтры на коаксиальных резонаторах и т.д.

Расчет фильтра будем производить по методике, указанной в [1, с. 408]. Требования технического задания: потери не более 5 дБ на центральной частоте, полоса пропускания по уровню -3 дБ не менее 30 МГц, центральная частота фильтра 1344 МГц, избирательность при отстройке от центральной частоты на ± 42 МГц должна быть не менее 45 МГц, КСВН не менее -20 дБ.

Связь между резонаторами в проекте выбрана емкостная, так как при дальнейшем переходе от сосредоточенных элементов к микрополосковым линиям конденсаторы будет проще реализовать, чем индуктивности [2].

В фильтре используются керамические коаксиальные резонаторы. Длина крайних резонаторов – 7,4 мм, а центральных – 7,9 мм. Коаксиальные резонаторы задаются их S-параметрами, подключаемыми к модели фильтра.

При проведении расчетов был сделан вывод, что для получения требуемой АЧХ фильтра с подходящими потерями под требования ТЗ необходимо использовать фильтр Чебышева 6-го порядка.

Получен фильтр, характеристики которого полностью соответствуют требованиям технического задания. Соответствие требованиям технического задания подтверждено моделированием в Advanced Design System 2016. Данная модель фильтра будет взята за основу проектирования микрополоскового фильтра, который и будет использоваться в РЛС.

Библиографический список

1. Matthaei G.L., Young L., Jones E.M.T. Microwaves filters, impedance-matching networks, and coupling structures. Dedham, MA: Artech House, 1980.
2. Bakam Nguenouho O.S. Ceramical coaxial resonator filter in a CubeSat system. Master's of electrical engineering thesis, Faculty of Engineering, Cape Peninsula University of Technology, 107 P. 2017.

СЕКЦИЯ «БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ШУМА НА ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ БАЛАНСНОГО СМЕСИТЕЛЯ СВЧ ДИАПАЗОНА

М.В. Ионкин

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

Одним из основных параметров любого приёмника является чувствительность, зависящая от шумовой температуры системы.

Смеситель представляет собой наиболее шумящий узел. По этой причине весьма актуальным является исследование влияния шума на выходные параметры балансных смесителей СВЧ диапазона.

В ходе проведения исследования с помощью пакета прикладных программ Microwave Office был смоделирован балансный смеситель на двух диодах с мостом Ланге, обеспечивающий развязку входного СВЧ сигнала (4.25 ГГц мощностью -10 dBm) и колебания гетеродина (3.75 ГГц и мощностью от 0 до 16 dBm). Результатом работы смесителя является полезный сигнал с разностной частотой 0.5 ГГц, на основании которого рассчитываются выходные параметры смесителя.

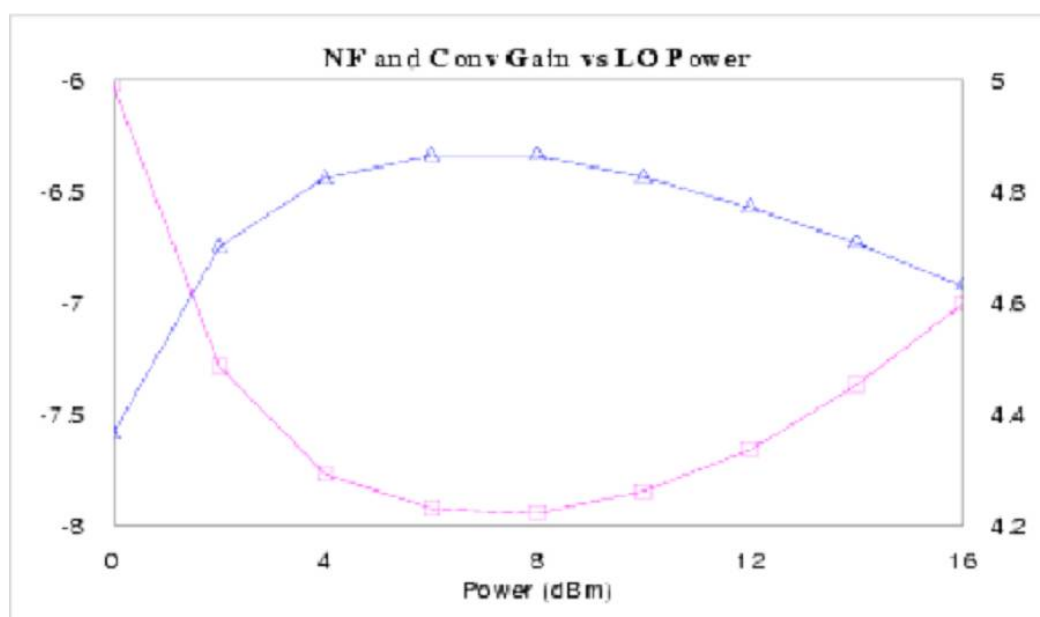


Рисунок 1 – Зависимости коэффициента шума и коэффициента преобразования от мощности колебания гетеродина

Из данных графиков можно сделать вывод, что оптимальной мощностью колебания гетеродина для данного смесителя является 8 dBm, так как при этом наблюдается минимальный коэффициент шума и максимальный коэффициент преобразования.

Так же следует отметить достаточно низкий коэффициент шума, что обусловлено хорошей балансировкой моста Ланге, обеспечивающий развязку входного сигнала и гетеродина более 25 дБ.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ КООРДИНАТ ОБЪЕКТА В СОТОВЫХ СЕТЯХ

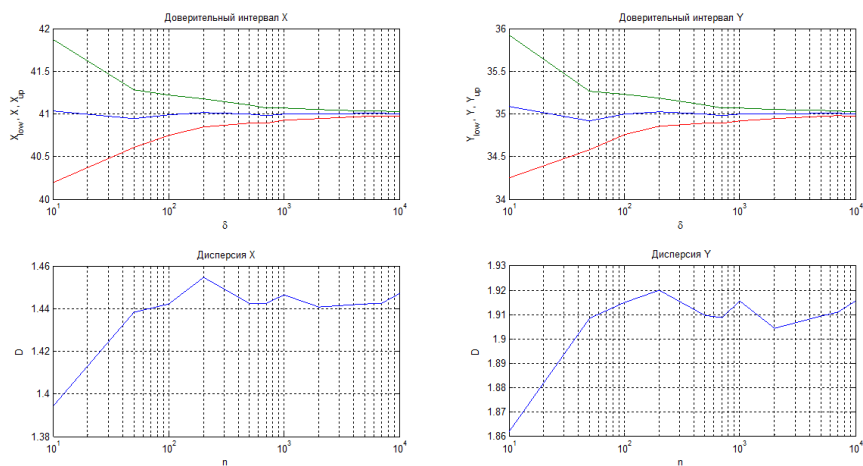
Ю.А. Концов

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

Для вычисления потерь радиосигналов в реальных условиях на трассе при распространении электромагнитной волны по направлению вдоль земной поверхности применяются результаты экспериментальных исследований. На их основании были созданы математические модели распространения радиоволн в статистически неоднородной среде, позволяющие рассчитать медианные значения мощности в зависимости от расстояния до точки приема, учитывая конкретные условия сотовой связи [1]. Комбинированные методы могут сочетать в себе отдельные черты статистических и детерминированных математических моделей распространения радиоволн [2]. Используем модель Уолфиша-Икегами, которая принадлежит к классу.

$$L_{LOS} = -42.6 - 26 \lg\left(\frac{r}{r_0}\right) - 20 \lg\left(\frac{f}{f_0}\right), \text{дБ.} \quad (1)$$

Формула Уолфиша-Икегами применяется для расчета величины потерь при распространении сигнала в зоне прямой видимости. Для определения координат объекта выполним расчет с помощью метода измерения мощности сигнала, принимаемого мобильной станцией. Расчет выполнен для мощности 170 дБ с погрешностью 0.001. Для более точного определения местоположения объекта используется метод под названием ТоА. При наличии ошибки измерения времени необходимо оценить статистические параметры оценки координат. Выполним построение графиков доверительных интервалов и дисперсии.



Графики доверительных интервалов и дисперсии

По результатам можно сказать, что с увеличением количества измерений точность значительно повышается, а дисперсия стремится к одному значению.

Библиографический список

1. Бабков В. Ю. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование. СПб., 2000.
2. Панченко В.Е, Ерохин Г. А., Гайнутдинов Т. А. и др. Сочетание статистических и детерминистских методов расчета радиополя в городских условиях // Электросвязь. 1998.

ФИЛЬТР КАЛМАНА КАК СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ОШИБОК ДРЕЙФА ГИРОСКОПА В СТАЦИОНАРНОМ РЕЖИМЕ

М.В. Лесников

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

В настоящее время одним из основных средств навигации является инерциальная навигационная система (ИНС). Основная задача ИНС - измерение относительно трёх осей летательного аппарата его угловых скоростей и ускорений. Сбор данной информации выполняют акселерометры и гироскопы, входящие в состав ИНС. Недостатком данных систем является накопление с течением времени ошибок в информации, получаемых от приборов. К ним относятся: ошибки калибровки датчиков, ошибки на уровне вычислителя, ошибки в связи с погрешностями выставки, собственные шумы датчиков.

Смещение нуля гироскопа в стационарном режиме относится к погрешности калибровки. Для её устранения производят интегрирование постоянной погрешности смещения, но это даёт угловую ошибку - дрейф угла, которая будет накапливаться с течением длительного времени.

Фильтр Калмана – эффективный рекурсивный фильтр для минимизации данной ошибки, который использует ряд неполных, а также подверженных шуму измерений, тем самым оценивая вектор состояния динамической системы. Для корректной работы фильтра необходима оценка состояния системы на предыдущем такте работы и на текущем.

Работа фильтра делится на два этапа:

1. Экстраполяция – предсказание значений системы.

В основе лежит модель анализируемого процесса, по которой строится предсказание состояния на один шаг вперед. Также на данном этапе предсказывается ошибка ковариации.

2. Корректировка.

Так как присутствуют экстраполированное значение и фактическое, и каждое из них с определенной долей вероятности характеризует истинное состояние системы, которое находится где-то между ними. Следовательно, на данном этапе фильтр определяет отклонение фактического состояния от экстраполированного. Затем рассчитывается ковариационная матрица для вектора ошибки, по которой получают коэффициенты Калмана для коррекции состояния системы и ковариационной матрицы оценки вектора состояний.

Настройка фильтра производится путём установки неопределённости исходных параметров системы на нулевом этапе. В технической документации к гироскопу прилагается график экспериментально определённой «дисперсии Алана», также известной как квадрат среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения, взяв квадратный корень из которой, можно определить $\sigma_{\text{шума}}$, вследствие чего устанавливается ковариационная матрица шума.

Таким образом, предполагается, что фильтр Калмана сможет минимизировать проблему накопления ошибок дрейфа гироскопа, тем самым улучшить возможность корректной работы всей ИНС.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА РАСШИРЕНИЯ СПЕКТРА НА МОЩНОСТЬ СИГНАЛА В ТОЧКЕ ПРИЕМА

Д.Л. Лобовиков

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

Параметром кодирования сигнала в LoRa является spreading factor (коэффициент расширения), определяющий распределение спектральных составляющих сигнала. Коэффициент расширения используется для разделения каналов в LoRa: на приемной стороне обрабатывается сигнал только с определенным значением SF. Таким образом реализуется мультиплексирование с кодовым разделением каналов (CDMA) на физическом уровне системы.

SF также определяет скорость передачи данных. В частности, при полосе пропускания 125 кГц и семи используемых SF диапазон скоростей передачи данных составляет от 300 бит/с до 5 кбит/с. Само по себе разделение CDMA не очень эффективно из-за недостаточного количества ортогональных кодов, а также из-за необходимости обеспечить близкие значения мощностей сигналов абонентов. Однако при использовании модуляции LoRa базовая станция может отправлять команду абонентам с более сильным сигналом на переход в SF на более высокой скорости, что приводит к уменьшению времени нахождения абонента в эфире. Кроме того, повышается энергоэффективность передачи, так как не требуется длительное излучение сигнала от абонента.

В процессе исследования выполнено измерение на лабораторном макете, состоящем из двух отладочных плат Semtech SX12xx и установленных радиомодулей Semtech SX1276RF1JAS, осуществляющих обмен данными по стандарту LoRa. В результате измерения получены зависимости показателя мощности сигнала на приемной стороне от мощности передатчика и расстояния между устройствами при различных несущих частотах и значениях коэффициента расширения спектра (рис. 1 и 2).

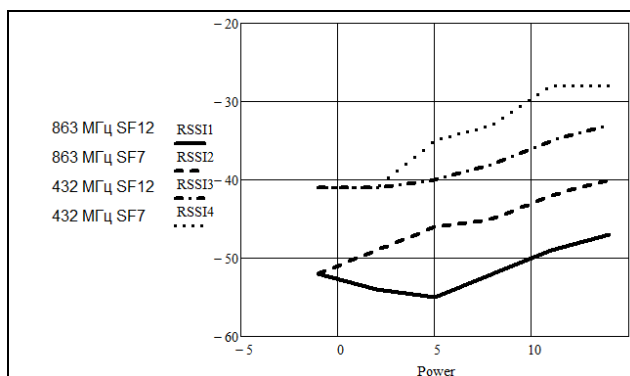


Рисунок 1 – Зависимость показателя RSSI от мощности передатчика

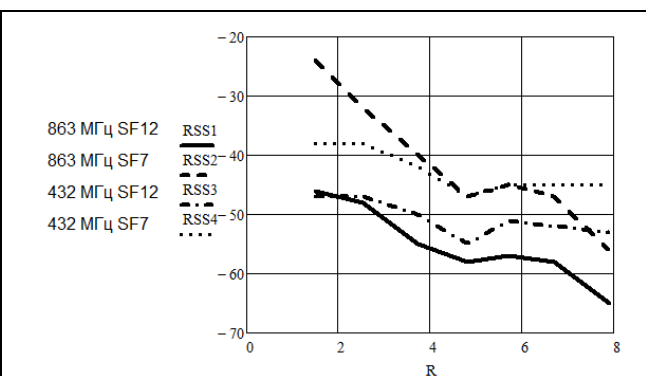


Рисунок 2 – Зависимость показателя RSSI от расстояния между устройствами

На рисунке 1 видно, что при большем значении коэффициента расширения показатель RSSI меньше при неизменной мощности передатчика. Увеличение несущей частоты также приводит к уменьшению мощности сигнала в антенне. На рисунке 2 показано снижение мощности сигнала в антенне при отдалении устройств друг от друга.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТУРЫ ПОТРЕБИТЕЛЯ ГНСС

Д.А. Назарков

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

Одним из актуальных направлений развития ГНСС является повышение точности позиционирования объектов с использованием аппаратуры массового потребителя, а также уменьшение времени вычислений и материальных затрат на производство и развертывание таких систем.

Классическими методами определения координат считаются автономный и дифференциальный методы. Автономный метод основан на расчете координат исходя из полученной от спутников навигационной информации. Плюсы данного метода заключаются в его простоте и небольших вычислительных затратах, однако искажение навигационных данных приводит к ошибкам. В дифференциальном методе используется корректирующая станция, которая рассчитывает и передает поправки потребителю, тем самым компенсируя возникающие ошибки, однако реализация данного метода крайне затратна.

Принципиально новым методом позиционирования является весовой метод обработки, основанный на взвешенном МНК:

$$\mathbf{Z} = (\mathbf{A}^T \mathbf{W}^{-1} \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{W}^{-1} \mathbf{R}$$

Частный случай весовой матрицы $\mathbf{W}$ представляет собой диагональную матрицу:

$$\mathbf{W} = \text{diag}(w_1, w_2, w_3, \dots, w_n),$$

весовые коэффициенты которой описывают дисперсию фазы несущей, заданную, как функцию от C/N_0 , представленную следующим образом:

$$w\left(\frac{C}{N_0}\right) = 1/\sigma_\phi^2\left(\frac{C}{N_0}\right).$$

Вторым параметром для описания свойств навигационных наблюдений является угол места спутника, от которого зависят индексы ионосферных мерцаний (зависимость несет обратный характер):

$$w(\text{el}) = \sin^2(\text{el}).$$

Поскольку ионосферные мерцания представляют собой быстрые изменения амплитуды и фазы сигналов ГНСС, они влияют на качество сигнала. По этой причине модель определения весов должна учитывать индексы ионосферных мерцаний. Модель предлагается следующая:

$$w\left(\frac{S_{\text{idx}}}{\text{el}}\right) = 1 + \alpha * \exp^{S_{\text{idx}}}.$$

Можно предположить, что весовой метод обработки навигационных данных, реализованный программно, в перспективе позволит повысить точность определения координат без значительных материальных и временных затрат. Однако наиболее важным результатом обеспечения широкой доступности позиционирования при более высоком уровне точности станет перераспределение ролей на рынке геодезической информации. Решение более широкого спектра задач станет доступно самим потребителям этой информации: строителям, геологам, персоналу сложных технических объектов, работникам коммунальных служб, а также любым другим пользователям массовых средств позиционирования.

СХЕМОТЕХНИКА СОСТАВНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

Д.А. Погодин

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

Применение составных активных приборов (САП) в генераторных и радиопередающих устройствах позволяет снизить массогабаритные показатели аппаратуры посредством уменьшения количества усилительных каскадов, а также каскадов умножения частоты.

Для создания устройств, использующих САП, можно использовать различного рода составные транзисторы: биполярные, полевые, гибридные.

Составной транзистор (СТ) – это сложный активный прибор, который получается путем составного соединения двух и более одиночных транзисторов (ОТ). Отличительной особенностью таких приборов является необходимость подбора транзисторов с близкими граничными частотами.

Применяя биполярные или полевые транзисторы, позволяющие реализовать, например, генераторный СТ, и учитывая три известных способа их включения, можно выделить девять возможных сдвоенных структур.

САП может включать и более двух ОТ. Это зависит от предъявляемых требований. Как и сдвоенные, строенные САП могут быть на основе биполярных (БСТ), полевых (ПСТ), а также комбинации биполярных и полевых транзисторов (ГСТ).

Поскольку сдвоенные и строенные СТ имеют достаточно большие значения коэффициентов усиления по току, данные структуры позволяют получить большие коэффициенты усиления по мощности.

Все вышесказанное относится к САП, работающим на низкой частоте в линейном режиме. Переход в генераторный режим с отсечкой выходного тока вызывает необходимость применения в структурах режимных цепей: режимных резисторов, диодно-дроссельных цепочек, диода Куликова, режимных транзисторов.

С увеличением частоты увеличивается фазовый сдвиг между выходными токами транзисторов в структуре САП, а также появляются сложности в обеспечении оптимального уровня возбуждения второго более мощного выходного БСТ, снижается устойчивость усилителя на САП в целом. Для устранения данных проблем используются межтранзисторные цепи коррекции фазы. Наиболее простое решение данных задач заключается в введении между общим электродом полевого и входным электродом биполярного транзисторов соответствующей цепи согласования и коррекции (ЦСК).

Сама по себе структура ОБ-ОЭ, рассматриваемая в докладе, неработоспособна в связи со встречным направлением тока базы первого транзистора структуры и тока базы второго, хотя введение в структуру САП транзистора, включенного по схеме с ОБ, способно в потенциале повысить устойчивость. Введение ЦСК, на которую планируется возложить согласование сопротивлений, выбор фазового сдвига, обусловленного инерционностью второго транзистора структуры, и поворот фазы на 180 градусов для согласования направления токов в цепи база первого транзистора – база второго, обеспечивает работоспособность исследуемой схемы.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ КОДИРОВАНИЕ АЛАМОУТИ В СЛУЧАЕ С НЕСКОЛЬКИМИ ПЕРЕДАЮЩИМИ АНТЕННАМИ В MISO-СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

В.В. Половинкин

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

В докладе рассматривался вопрос повышения эффективности пространственно-временного кодирования сигналов методом Аламоути в MISO-системах передачи информации при увеличении числа передающих антенн при наличии единственной приёмной и оценки эффективности использования комплексных информационных символов в пространственно-временных матрицах.

В ходе исследования написаны программы и проведено моделирование в среде MATLAB, по результатам которого построены графики для оценки эффективности кодирования сигналов методом Аламоути в случаях с 2 – 8 передающими антеннами. По оси X откладывалось значение ОСШ (SNR) в дБ, по оси Y – значение параметра бита по ошибкам (BER). Моделирование и построение каждого из графиков выполнены по среднему результату из 70000 опытов. Результаты занесены в таблицу.

Оценка выигрыша в дБ по ОСШ при увеличении числа передающих антенн

Число антенн BER	$N_{rx}=1, N_{tx}=1$	$N_{rx}=1, N_{tx}=2$	$N_{rx}=1, N_{tx}=3$	$N_{rx}=1, N_{tx}=4$	$N_{rx}=1, N_{tx}=5$	$N_{rx}=1, N_{tx}=6$	$N_{rx}=1, N_{tx}=7$	$N_{rx}=1, N_{tx}=8$
10^{-1}	-1	-1	-1	-6	-4	-5	-6	-7
10^{-2}	11	11	8	0	3,5	3	1	0
10^{-3}	22	22	16	4	7,5	7,5	5	4
10^{-4}	32	32	24	8	13,5	13	8	7,5

Установлено, что увеличение количества передающих антенн в MISO-системе с пространственно-временным кодированием методом Аламоути даёт выигрыш в дБ по ОСШ, однако такой эффект менее выражен при установке нечётного количества антенн. Также можно заметить, что наилучшие значения в выигрыше показала установка четырех и восьми передающих антенн.

Также выяснено, что использование комплексных информационных символов в пространственно-временных матрицах обеспечивает выигрыш в дБ по ОСШ. По сравнению с использованием действительных коэффициентов в случае с двумя передающими антеннами, он составляет около 2-3 дБ.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА В СЕТИ 5G

А.И. Рябов

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

Необходимость исследования моделей распространения сигнала определена широким их применением и, как следствие, возможностью улучшить результаты моделирования. Сейчас существует множество математических моделей, которые позволяют рассчитать усредненное значение мощности, принимаемой в городских условиях, в зависимости от различных параметров, которые характеризуют определённые условия мобильной связи [1]. В сети пятого поколения было решено использовать модель Lee. Данная модель используется для имитации многолучевого режима в условиях плотной городской застройки [2]. Она описывает большие затухания в городе на малых расстояниях и сравнительно небольшие – в свободном пространстве.

Для определения местоположения объекта в сети пятого поколения были исследованы два метода: определение положения по мощности принимаемого сигнала и ToA (Time of Arrival). Второй метод основан на времени прибытия сигнала. Производится замер и сравнение временных интервалов прохождения сигнала от МС до нескольких БС. Поскольку при определении координат присутствует ошибка, для оценки погрешности метода ToA были построены графики доверительных интервалов и дисперсии. По ним можно сделать вывод, что для увеличения точности позиционирования требуется увеличение числа измерений. Это стоит учитывать при проектировании устройств, которые будут использовать данные алгоритмы.

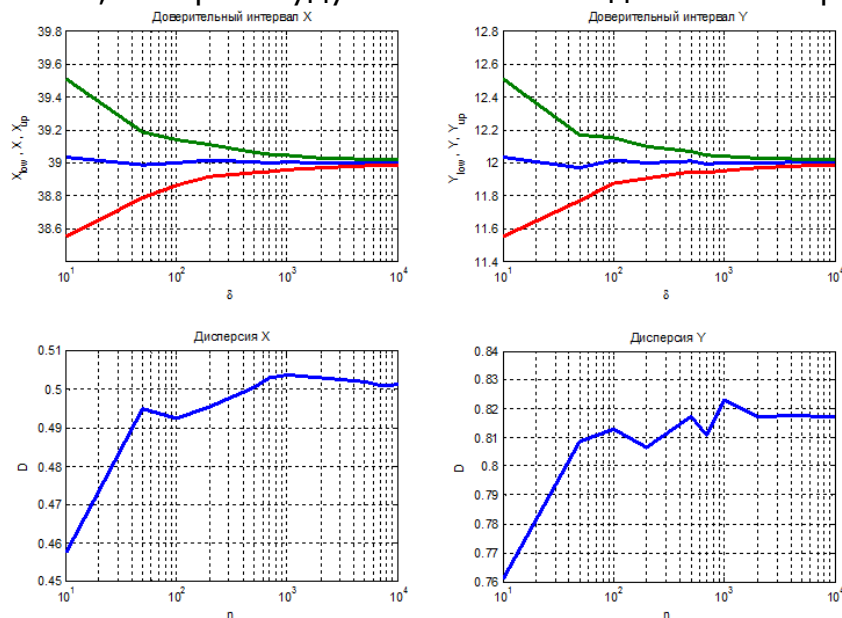


Рисунок 1 – Графики доверительных интервалов и дисперсии

Библиографический список

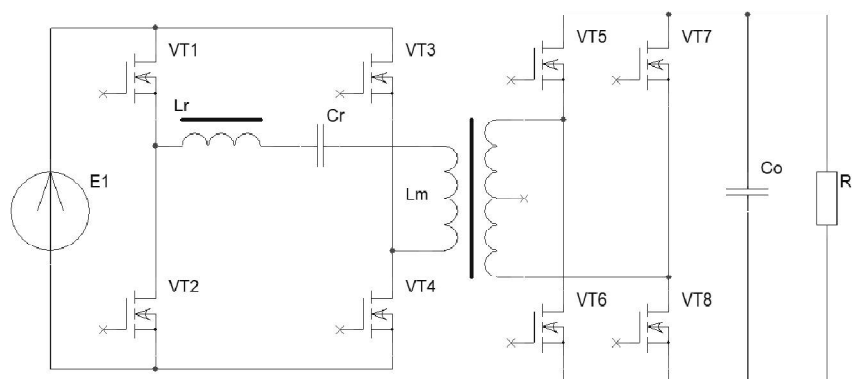
1. Утц В. А. Исследование потерь при распространении радиосигнала сотовой связи, " Вестник Балтийского государственного университета им. И. Канта. 2011 г. №5.
2. Lee W.C.Y. Mobile Communications Design Fundamentals, 2nd Edition, McGrawHill, New York, 1993.

РАЗРАБОТКА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ РАДИОАППАРАТУРЫ

Е.Д. Седов

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

Использование синхронного выпрямителя (SR) – хороший способ повысить КПД импульсного источника питания. Одной из топологий, обеспечивающей высокий КПД (до 96 – 98 %), является LLC (рисунок). Но для управления синхронным выпрямителем в этой топологии требуется рассчитывать моменты времени отпирания и запираания ключа SR.



LLC-преобразователь с синхронным выпрямителем

В ходе работы выведена формула для расчета момента времени отпирания ключа SR t_{on} , а также вспомогательная формула для определения напряжения на резонансной емкости C_r в начале полупериода U_{Cr0} :

$$t_{on} = \frac{1}{2\pi f_r} \arctg \frac{\rho i_{r0}}{U_{in} + U_{Cr0}} - \frac{1}{2\pi f_r} \arccos \frac{n U_{out}}{2\pi f_r L_m \sqrt{\frac{(U_{in} + U_{Cr0})^2}{\rho^2} + i_{r0}^2}},$$

$$U_{Cr0} = \frac{I_{out}}{n} \frac{1}{2f C_r} \frac{f_{avg}^2}{f^2} \sin \frac{f}{f_0}, \text{ где } f_{avg} = \frac{f_0 + f_r}{2}, f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_r C_r}}, f_r = \frac{1}{2\pi \sqrt{(L_r + L_m) C_r}}.$$

Проверка в программе OrCad показала, что формулы применимы в диапазоне частот от f_{avg} до f_0 , в диапазоне нагрузок от 25 % до 50 % от максимальной. При помощи аппроксимации функций $\arctg(x)$, $\arccos(x)$ и $\sin(x)$ первыми несколькими слагаемыми ряда Тейлора реализовано вычисление по данным формулам в реальном времени в микроконтроллере TMS320F28035PN макета LLC-преобразователя. Проверка на реальном макете выявила критическую ошибку в исходной модели для расчетов: для анализа была взята схема с выпрямителем на диодах Шоттки, поэтому не учитывалась выходная емкость ключа SR C_{oss} , которая значительно меняет процессы в преобразователе при переключении ключей первичной обмотки.

Резонансный контур для проверок на модели и на макете рассчитывался по методике [1].

1. Mladen Ivankovic, Jon Mark Hancock. Part I: LLC calculator. FHA analysis based on a vector algorithm. Infineon Technologies, 2017.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ДИАПАЗОНОВ 5G

А.Ю. Соломонова

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

В статье рассмотрены преимущества и недостатки диапазонов 5G. Радиоспектр разделен на две основные части: низкочастотный спектр ниже 6 ГГц (первичный) и выше 6 ГГц (Дополнительный, в свою очередь, данный диапазон можно разбить на поддиапазоны: см-волн 6-30 ГГц и мм-волн 30-100 ГГц) [1].

Диапазон менее 6 ГГц. Преимущества: Основным преимуществом низкочастотных участков спектра для сетей пятого поколения является в первую очередь обеспечение оптимального покрытия без дополнительных инвестиций в развитие сетевой инфраструктуры. Предоставляемое низкими частотами покрытие обеспечит хорошее проникновение беспроводной связи в помещения. В первую очередь эта возможность проецируется на диапазон 700 МГц, предназначенный для систем связи M2M, «умного» города и «умных» домов. Низкие диапазоны в рамках концепции 5G также актуальны для подключения различных, нуждающихся в надежной сети устройств, как, например, самоуправляемые автомобили. В этих целях предполагается использоваться как 700 МГц, так и 3,4-3,8 ГГц. На этих диапазонах можно автоматизировать промышленность, а также реализовывать чувствительные к задержкам сервисы. Частотный ресурс ниже 1 ГГц отличается хорошим покрытием при одновременно небольших затратах на строительство сетевых объектов. Недостатки: Одним из самых главных недостатков является «забитость» данного диапазона (т.е. ресурсы данного диапазона практически исчерпаны). Минимальная используемая ширина канала.

Диапазон выше 6 ГГц. Преимущества: Высокие участки частотного спектра необходимы сетям 5G для достижения предельных скоростей до 20 Гбит/с. Задействование широких полос частот и, как следствие, обеспечение большей пропускной способности. Высокочастотные сети позволят реализовать 3D-видео в формате UHD (Ultra High Definition), дополненную реальность (AR), облачные сервисы для работы и игр, голографическую связь, тактильный интернет и др. Недостатки: Минимальная дальность действия. Большие затраты на строительство сетевых объектов, так как требуются передатчики с высокой мощностью [1].

Для дальнейшей оценки параметров канала связи стандарта 5G автором были проанализированы преимущества и недостатков каждого диапазона 5G.

На следующем этапе исследования будет реализована программа предварительного расчета параметров канала связи 5G.

1. Диапазоны	частот	5G.	Режим	доступа	URL:
http://1234g.ru/5g/diapazonny-chastot-5g					

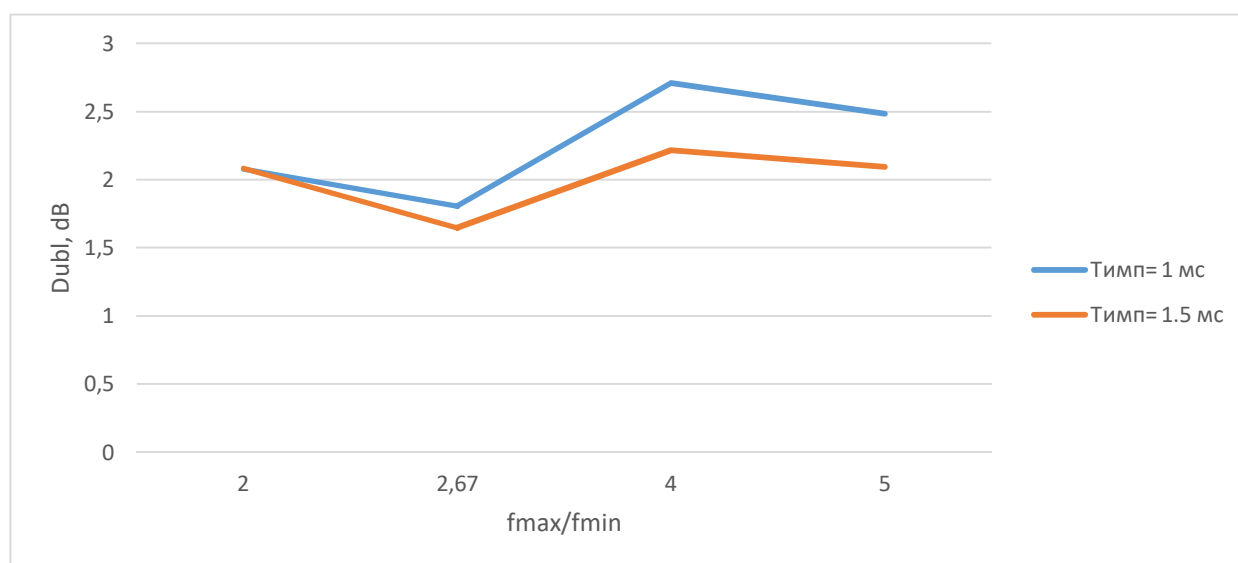
РАЗРАБОТКА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АППАРАТУРЫ ДЛЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ЛОКАЦИИ

А.А. Степанов

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

В докладе рассматривается проблема выбора основных параметров зондирующего акустического сигнала, имеющего внутриимпульсную линейно-частотную модуляцию (ЛЧМ). Основная задача - улучшение разрешения по дальности при наличии нескольких отражающих объектов, а также устранение ложных целей, что достигается в исследуемом акустическом локаторе при помощи оптимизации параметров импульсного зондирующего ЛЧМ сигнала акустического локатора. Результаты исследований были получены путем моделирования процессов формирования зондирующего ЛЧМ-импульса в пакете MATLAB и представлены в настоящей работе.

Для устранения ложных целей необходимо обеспечить минимизацию уровня боковых лепестков сжатого импульса, который зависит от параметров зондирующего импульса. Было исследовано подавление боковых лепестков в зависимости от длительности импульса и соотношения максимальной и минимальной частот в зондирующем импульсе (рисунок) с учетом практически достижимых максимальных частот широкополосных электродинамических излучателей, выпускаемых промышленностью, а также особенностей АЧХ таких излучателей в области верхних частот.



Зависимость УБЛ отраженных сигналов от параметров зондирующего сигнала

Полученные результаты позволят выбирать параметры зондирующего импульса акустического локатора для улучшения разрешения по дальности и устранения ложных целей.

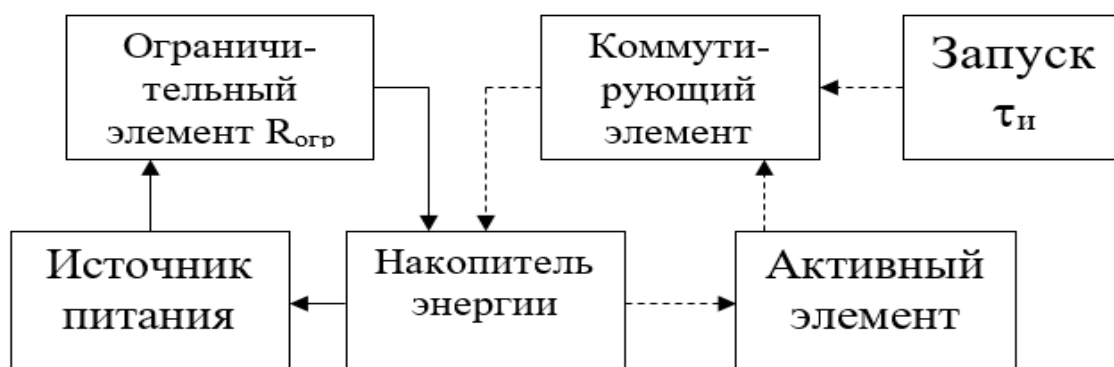
МОДУЛЯЦИЯ РЕЖИМОВ ПЕРЕДАТЧИКА НА ЛБВ

А.С. Тимакин

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

Для определения задач, решаемых импульсными модуляторами (ИМ) в схемах передатчиков, необходимо определить роль модулятора в структурной схеме передатчика, его взаимосвязь с другими каскадами.

В радиолокационных импульсных передатчиках применяются мощные выходные активные элементы (магнетроны, ЛБВ и т.д.), требующие значительных питающих напряжений и токов. Выходной каскад ИМ должен пропускать в течение импульса высокие токи и напряжения. При импульсной работе энергетические соотношения в модуляторе принято характеризовать значениями тока $I_{и}$, напряжения $E_{и}$ и мощности $P_{и}$ в импульсе и усредненными $I_{ср}$, $E_{ср}$, $P_{ср}$ за период повторения. Радиолокационные импульсные передатчики работают, со скважностью $Q \sim 1000$. Это значит, что напряжение питания через модулятор передается на генератор СВЧ только около одной тысячной доли периода повторения $T_{п}$, а в остальную часть периода напряжение на генератор не поступает, то есть модулятор заперт. Эти два состояния модулятора позволяют построить его схему таким образом, чтобы в течение паузы между импульсами ($T_{п}-\tau_{и}$) модулятор, находясь в закрытом состоянии, накапливал бы энергию от маломощного источника питания, а во время действия импульса $\tau_{и}$ эта накопленная энергия отдавалась бы в его нагрузку – генератор СВЧ. Подтверждением этому может служить соотношение, справедливое для импульсов прямоугольной формы: $P_{ср} = \frac{P_{и}}{Q}$, из которого видно, что для того же радиолокационного передатчика, работающего со скважностью $Q \sim 1000$ и формирующего короткие импульсы, величина $P_{ср}$ может быть незначительна, что позволяет применять маломощные источники питания. В этом случае в схеме модулятора должен быть накопитель энергии и коммутатор. Поэтому ИМ целесообразно строить по схеме на рисунке. Использование НЭ при работе модулятора с большой скважностью позволяет реализовать ИП на мощность, в сотни раз меньшую импульсной мощности передатчика [1].



Структурная схема модулятора с накопителем энергии и коммутатором

1. Чернышов В.Ф. Модуляция в устройствах формирования радиосигналов: учеб. пособие / Московский институт радиотехники. М.: 1991.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДНОТАКТНОГО ПРЯМОХОДОВОГО ПОНИЖАЮЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ С АКТИВНЫМ ОГРАНИЧЕНИЕМ НАПРЯЖЕНИЯ

Г.А. Уласов

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

В статье рассмотрены одноконтные преобразователи и разные способы рассеяния энергии, накопленной в трансформаторе.

Для этого можно использовать стабилитрон и диод, подключенные параллельно первичной обмотке, что снижает КПД. Можно рекуперировать энергию в первичный источник (ПИ) посредством двух диодов и ключей на первичной стороне. Такая схема имеет большое количество элементов и требует управления дополнительным ключом. Можно отдавать энергию в ПИ установкой дополнительной обмотки на первичной стороне, но вызванный ею выброс напряжения требует сложных R-C-VD демпфирующих цепей, снижающих КПД устройства и увеличивающих габариты.

Возможна рекуперация энергии при замкнутом ключе и разомкнутом. С точки зрения потерь от нагрева первый вариант лучше, так как трансформатор и дроссель греются меньше, чем один трансформатор во втором варианте [1].

Для устранения вышеописанных недостатков автором была составлена и смоделирована принципиальная схема преобразователя с активным ограничением напряжения (рис.). При замкнутом основном ключе дополнительный разомкнут и ток на конденсаторе равен нулю, но и при замкнутом дополнительном ключе постоянной составляющей тока нет в конденсаторе, что приводит к размагничиванию сердечника трансформатора [2].

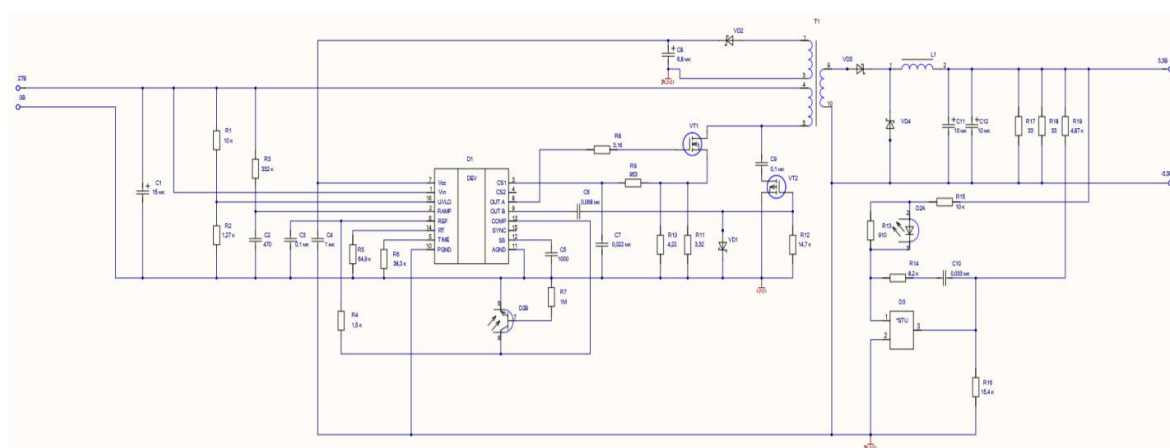


Рисунок – Принципиальная схема преобразователя

На следующем этапе исследования будет реализован макет преобразователя и измерены его характеристики с целью верификации модели.

Библиографический список

1. Какой преобразователь лучше: обратноходовой или прямоходовой? Режим доступа URL: <https://ryazan.terraelectronics.ru/news/6024>.
2. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. М.: Изд-во «Техносфера», 2006. 632с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В МНОГОАНТЕННЫХ МIMO СИСТЕМАХ

А.Э. Яковлев

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

При передаче информации в системах МIMO необходима оценка матрицы канальных коэффициентов $\underline{H}$ на стороне приемника для формирования собственных каналов. Информация о состоянии канала (служебная информация) отправляется передатчику в виде конечного числа бит, то есть данная информация квантованная. В результате передачи служебной информации становится известным состояние пространственного канала связи на стороне передатчика, но с некоторой ошибкой квантования. Из-за данной ошибки возникает нарушение ортогональности собственных каналов, появляются взаимные помехи между ними и энергетические потери в МIMO системе [1].

На практике оценка матрицы канальных коэффициентов $\underline{H}$ всегда производится с некоторой ошибкой $\Delta \underline{H}$, это объясняется влиянием собственных шумов системы передачи информации, конечной длиной обучающих последовательностей и тому подобных фактов. Матрица $\Delta \underline{H}$ приводит к ошибкам в весовых векторах передающей и приемной диаграммообразующей схеме, формирующих собственные каналы в МIMO системе.

Для исследования разработан алгоритм в программной среде MATLAB. Результатом вычислений данного алгоритма являются зависимости, представленные на рисунке.

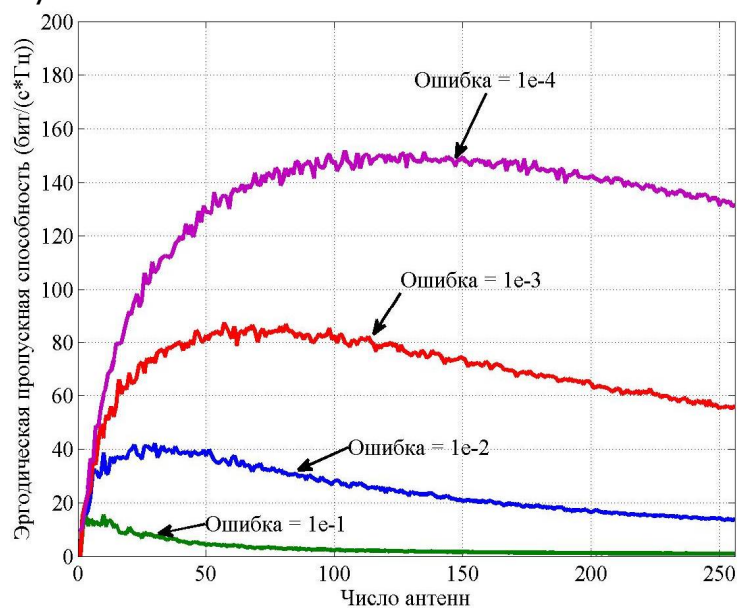


Рисунок – График зависимости эргодической пропускной способности от числа антенн для разных значений ошибки измерения МКК

1. Флакман А.Г. Адаптивная пространственная обработка сигналов в многоканальных информационных системах: дис. док. техн. наук: 01.04.03.: защищена:18.07.04: утв. 10.12.04 – с. 79-80.

УСТРАНЕНИЕ ЭФФЕКТА ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В РАДИОСТАНЦИИ

А.О. Янин

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

При проведении приемо-сдаточных испытаний радиостанции была выявлена проблема возникновения малых индексов синтезатора частот, при воздействии на него электроакустическими сигналами. Это приводило к выходу изделия в режим передачи, что не соответствовало заданным техническим характеристикам.

Синтезатор частоты с кольцом ИФАПЧ состоит из подборных компонентов. Он предназначен для генерации сигнала частотой от 350 до 428 МГц с шагом сетки 25 кГц.

Испытания проводятся в нормальных климатических условиях. Синтезатор помещается в акустическую камеру и подключается к технологическому приспособлению. После этого на генераторе низкой частоты задается частота 800 Гц и через динамик подается акустическое воздействие 90 дБ. Используя программу для цифрового приемника SDRSharp, наблюдаем за тем, что побочные составляющие спектра выходного сигнала (как показано на рисунке) гораздо выше требуемых, а именно выше $70 \text{ дБ} \pm 12 \%$.

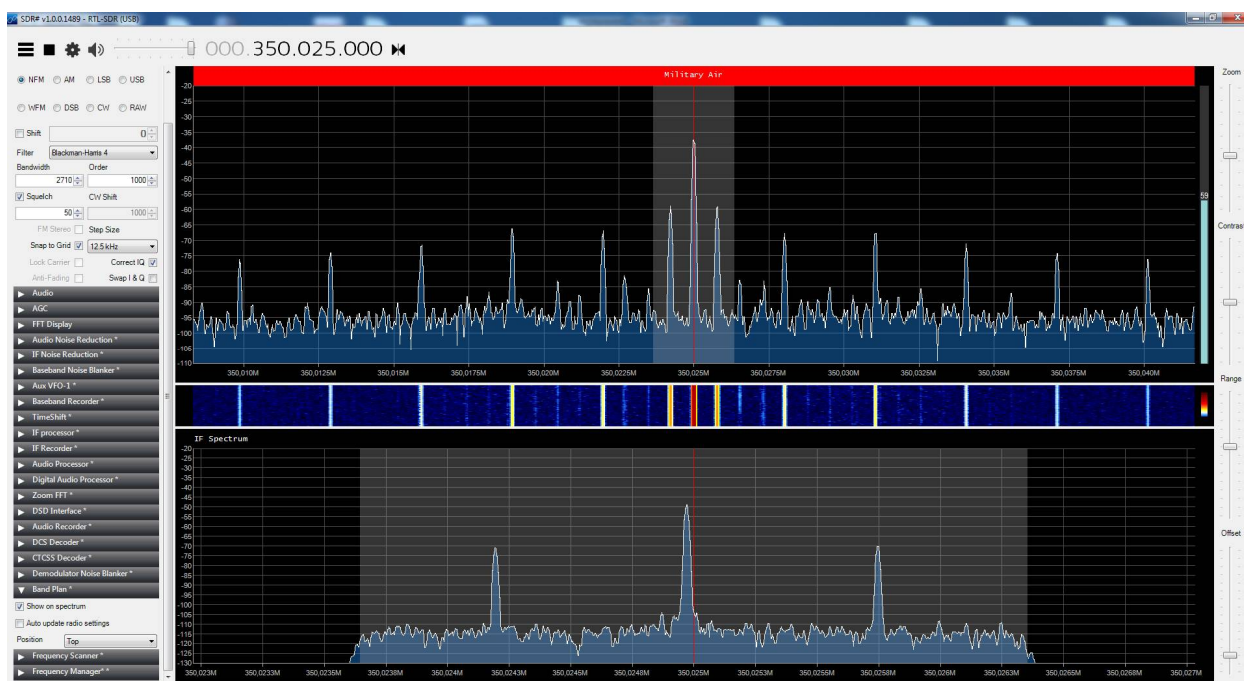


Рисунок – Побочные составляющие спектра выходного сигнала

Это приводит к переключению радиостанции из ждущего режима в режим передачи информации. Наихудший случай был замечен тогда, когда разница между синтезируемыми частотами и ближайшей частотой, кратной частоте сравнения, настолько мала, что фильтр нижних частот не может обеспечивать нужного подавления побочных спектров.

1. Тихомиров Н.М., Романов С.К., Леньшин А.В. Формирование ЧМ сигналов в синтезаторах с автоподстройкой. – М.: Радио и связь, 2004.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОЛОКАТОРА МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН

А.А. Якушев

Научный руководитель – Гусев С.И., д-р техн. наук, профессор

Радиолокаторы миллиметрового диапазона — это технология для обнаружения объектов и определения дальности, скорости и угла этих объектов, работающая в диапазоне от 30 ГГц до 300 ГГц. Существуют два семейства миллиметровых датчиков: миллиметровые датчики AWR для автомобилей и миллиметровые датчики IWR для промышленности, роботов и медицины [1].

В промышленности датчики используются для определения уровней жидкостей в баках, в медицине могут использоваться для мониторинга сердечных сокращений, а для роботов в качестве сенсора окружающего пространства для ориентации. Важное применение они имеют для автомобильной промышленности, так как снижают риск возникновения ДТП в условиях ограниченной или отсутствия оптической видимости [3].

В автомобильной сфере основные радиолокационные приложения радаров могут быть сгруппированы в угловые радиолокаторы и передние радары. Угловые радары (задние и передние) обычно представляют собой радиолокационные датчики ближнего действия, которые отвечают за обнаружение слепых зон, смену полосы движения и переднее/заднее предупреждение о перекрестном движении. Передние радары обычно представлены устройствами, действующими на средней и большой дальности, и отвечают за автономное аварийное торможение и адаптивный круиз контроль. Они используют непрерывную волну с линейной частотной модуляцией (Frequency-Modulated Continuous Wave - FMCW) [2].

Радиолокаторы FMCW передают частотно-модулированный сигнал непрерывно для измерения дальности, а также угла и скорости. В сигнале, используемом в FMCW радарх, частота увеличивается линейно со временем. Радиолокационная FMCW система передает ЛЧМ-сигнал и принимает сигналы, отраженные от объектов. Радар работает следующим образом: синтезатор генерирует ЛЧМ-сигнал, затем ЛЧМ-сигнал поступает на передающую антенну. Сигнал отражается от объекта в свободном пространстве и поступает на приёмную антенну. На смеситель поступают сигналы от приёмной антенны и с синтезатора, и с выхода смесителя поступает сигнал промежуточной частоты (ПЧ сигнал) для дальнейшей обработки. В АЦП происходит оцифровка сигнала, после чего выполняется БПФ по данным АЦП.

На входы смесителя поступают сигналы синусоидальной формы с различающейся частотой и фазой. Сигнал на выходе смесителя имеет постоянную частоту, равную разности частот сигналов на его входах. Фаза ПЧ сигнала также равна разности фаз синусоид на его входах. Каждый принятый сигнал задерживается на разное время пропорционально расстоянию до этого объекта. Различные сигналы переводятся на несколько тонов промежуточной частоты, каждый с постоянной частотой. Этот ПЧ сигнал, состоящий из нескольких тонов, должен обрабатываться с использованием преобразования Фурье чтобы отделить разные тона. Преобразование Фурье приведет к частотному спектру, который будет иметь отдель-

ные пики для разных тонов, каждый из которых будет означать присутствие объекта на конкретном расстоянии [4].

Библиографический список

1. AWR1243 Single-Chip 77- and 79-GHz FMCW Transceiver datasheet. URL:
<https://drive.google.com/drive/folders/1IPiRkOYrH0JSnSuTk1YIbIDh3VqragtC>
2. Introduction to mmwave Sensing: FMCW Radars presentation. URL:
<https://drive.google.com/drive/folders/1IPiRkOYrH0JSnSuTk1YIbIDh3VqragtC>
3. IWR16xx/14xx Industrial Radar Family Technical Reference Manual. URL:
<https://drive.google.com/drive/folders/1IPiRkOYrH0JSnSuTk1YIbIDh3VqragtC>
4. mmWave radar sensors in robotics applications. Documentation. URL:
<https://drive.google.com/drive/folders/1IPiRkOYrH0JSnSuTk1YIbIDh3VqragtC>

СЕКЦИЯ «ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И ОСНОВЫ РАДИОТЕХНИКИ»

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССОРОВ ARM В ЗАДАЧАХ ЦОС

И.С. Калинин

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

В современном мире электронные устройства занимают главенствующее место в жизни человека. Любой гаджет состоит из элементной базы и программного обеспечения, которое позволяет использовать максимально эффективно возможности «железа».

Главной составляющей в аппаратной части является процессор, который определяет основные характеристики конечного пользовательского продукта.

Исторически выделяют два типа процессорных архитектур: CISC (Complex Instruction Set Computing) и RISC (Reduced Instruction Set Computing) [1]. В кругах специалистов понимают, что к архитектуре RISC относится семейство процессоров ARM, а к архитектуре CISC – семейство x86. Основным отличием этих архитектур является сокращенный список инструкций или команд в пользу RISC. Кроме того, ARM процессоры предполагают использование меньшего числа транзисторов, а значит меньшее энергопотребление. Стоит также отметить преимущество RISC процессоров в объеме памяти.

Ярким представителем ARM архитектуры является процессор ARM Cortex-A9, который является самым распространенным процессором в среднеценовой категории [2]. В настоящее время он поставляется в больших объемах для смартфонов, цифрового телевидения, потребительских и корпоративных приложений. Процессор Cortex-A9 обеспечивает увеличение производительности более чем на 50% по сравнению с процессором Cortex-A8. Процессор Cortex-A9 может быть сконфигурирован с четырьмя ядрами, обеспечивающими пиковую производительность при необходимости. Конфигурируемость и гибкость делают его подходящим для широкого спектра рынков и приложений.

Целью работы является изучение возможности применения и оценка эффективности процессора ARM Cortex-A9 в рамках выполнения типичных вычислений в области задач ЦОС. Также по полученным данным выполнить сравнительный анализ с другими процессорами по нескольким показателям.

Достижение поставленной цели позволяет осуществлять грамотный и обоснованный выбор процессоров общего пользования и систем на кристалле с ARM-ядрами для применения во встраиваемых вычислительных системах с высокими требованиями к реализации цифровой обработки сигналов.

Библиографический список

1. Редькин П.П., «32-битные микроконтроллеры NXP с ядром CORTEX-M3 семейства LPC17XX», 2015, 766с.
2. А.В. Микушин, А.М. Сажнев, В.И. Сединин «Цифровые устройства и микропроцессоры» БХВ-Петербург, 2010 г., 832 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДВИЖЕНИЯ НОСИТЕЛЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ОБНАРУЖЕНИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ

Д.А. Дворянков

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

Обнаружение сторонних предметов на дорогах в настоящее время является актуальной проблемой. Этой теме посвящено множество научных исследований, например, в [1] представлена модель отражения от различных точечных целей. Движение носителя может в значительной мере влиять на вероятность обнаружения объектов на дорогах. Этот факт является особенно важным для систем содействия водителю, одна из основных целей которых детектирование объектов на дорожном полотне во время движения. В рамках предыдущих работ [2, 3] были исследованы показатели качества обнаружения препятствий на дорогах, при этом все эксперименты проводились с неподвижными объектами и носителем. В результате анализа проведённых экспериментов было выявлено, что диаграмма обратного рассеяния для всех объектов имеет изрезанный характер (рис.). Следовательно, вероятность обнаружения сильно зависит от ракурса цели и других условий, поэтому приходится сглаживать оценки по набору углов наблюдения и иметь в виду худший случай. В данной работе рассматривается следующее предположение. За счёт движения носителя диаграмма обратного рассеяния для дорожных препятствий приобретает более сглаженную форму, и вероятности обнаружения препятствий повышаются от худших к средним значениям. Таким образом, приводя носитель в движение, стало возможным получить более высокие значения вероятности правильного обнаружения для всех типов исследуемых объектов: для объекта «кирпич» вероятность обнаружения повысилась в 2.03 раза, для объекта «металлический уголок» – в 4.54 раза, для объекта «деревянный брусок» – в 1.51 раз.

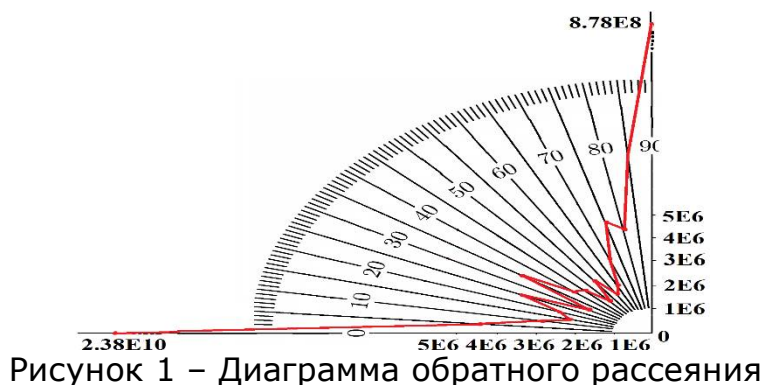


Рисунок 1 – Диаграмма обратного рассеяния

Библиографический список

1. Sarabandi K. Polarimetric characterization of debris and faults in the highway environment at millimeter-wave frequencies. - IEEE transactions on antennas and propagation, vol. 48, no. 11, november 2000. - pp. 1756-1768.
2. Дворянков Д.А., Витязев С.В. Вероятностные характеристики сигналов в системах предупреждения столкновений // VI научно-технической конференция магистрантов / Рязань: РГРТУ, 2020. С. 80.
3. Дворянков Д.А., Витязев С.В. Оценка статистических свойств сигналов в системе предупреждения столкновений – СТНО-2020: сб. тр. III междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.3. / Рязань: РГРТУ, 2020. С. 22-27.

СРАВНЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ СЕКЦИОНИРОВАННОЙ СВЕРТКИ НА ПРОЦЕССОРАХ ЭЛЬБРУС-8С И TMS320C6678

С.И. Тихонов

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

При проектировании систем цифровой обработки сигналов (ЦОС) важную роль играет производительность процессора, выполняющего обработку. Поэтому следует грамотно подходить к выбору процессора. Эффективность использования того или иного процессора в системе ЦОС целесообразно оценивать по скорости выполнения данным процессором типовых контрольных задач.

В данной работе проводится сравнение двух процессоров: высокопроизводительного процессора общего назначения «Эльбрус-8С» фирмы МЦСТ и цифрового сигнального процессора tms320c6678 фирмы Texas Instrument. Оба процессора имеют по 8 ядер с тактовой частотой 1,3 ГГц и 1,25 ГГц соответственно. Подробное описание «Эльбрус-8С» можно найти в [1], а tms320c6678 в [2].

В качестве тестовой задачи выбрана первая часть алгоритма обработки сигнала с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ). В ней выполняется разбиение сигнала на секции, согласованная фильтрация по алгоритму быстрой свертки, а также объединение секций. Подробное описание алгоритма, а также параметры сигнала можно найти в [3]. Программа для «Эльбрус-8С» была написана с использованием высокопроизводительной библиотеки для процессоров семейства Эльбрус eml и собрана с помощью оптимизирующего компилятора lcc. В свою очередь программа для tms320c6678 собрана в среде code composer studio и использует функции библиотеки dsplib. Проводились замеры времени выполнения как всего алгоритма, так и его отдельных этапов. Так, время выполнения БПФ – 1024 в одном ядре на tms320c6678 составляет 589 мкс, а на «Эльбрус-8С» 1966 мкс.

Также в ходе работы была проведена оценка эффективности использования библиотеки eml. Для этого проводилось сравнение реального времени выполнения быстрой свертки на процессоре «Эльбрус-8С» и теоретической оценки возможного времени выполнения исходя из характеристик процессора. Результаты данного эксперимента показывают, что при увеличении длительности обрабатываемого сигнала, реальное время выполнения стремится к потенциально возможному, что говорит о хорошем уровне оптимизации библиотеки eml.

Библиографический список

1. Альфонсо Д. М. и др. Микроархитектура восьмиядерного универсального микропроцессора "Эльбрус-8С" // Вопросы радиоэлектроники. – 2016. – №. 3. – С. 6-13.
2. TMS320C6678 Multicore Fixed and Floating-Point Digital Signal Processor Data Manual / SPRS691C — February 2012.
3. Д.Ю. Бобров, А.П. Доброжанский, Г.В. Зайцев и др., Цифровая обработка сигналов в многофункциональных РЛС (Часть 3) // Цифровая обработка сигналов, №2. – 2002.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОЦЕССОРА ОМАР-L138 В ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКЕ СИГНАЛОВ

П.В. Катков

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

В настоящее время стремительный рост небольших IT компаний обусловлен их стремлением угнаться за корпорациями-гигантами, но, к сожалению, не многим это под силу. В большей степени из-за недостатка средств на дорогое необходимое оборудование для разработки программного и аппаратного обеспечения. Недорогим, но в то же время практичным решением будет приобретение масштабируемой платформы Processor SDK RTOS. Данное решение облегчает и ускоряет разработку программного и аппаратного обеспечения повседневных приложений, требующих обработки сигналов в реальном времени и функционального управления, включая промышленное управление, медицинскую диагностику и связь.

Цифровые сигнальные процессоры (ЦСП) широко применяются для реализации различных алгоритмов ЦОС [1]. Преимущество ЦСП заключается в аппаратной реализации простых операций, таких как умножение, сложение и сдвиг.

Данная платформа выбрана не случайно. Платформа базируется на процессоре ОМАР-L138. Именно он представляет большой интерес, т.к. содержит два ядра – ARM926 и DSP C674x (в данном случае ARM ядро – это цифровой процессор общего назначения, DSP – это ЦСП). Так же процессор содержит всю необходимую периферию для создания программируемого устройства: набор последовательных и параллельных интерфейсов.

Цель работы – задействовать оба ядра процессора (DSP C674x и ARM926), используя тем самым их сильные стороны. Решение данной задачи достигается путём изучения и исследования обоих ядер, пониманием того, как они работают и функционируют, какие возможности они имеют. Эта задача решается путём изучения методических указаний и их практического применения, а именно: «Знакомство с командной оболочкой операционной системы Linux» и др. Далее, на основе этих исследований можно будет начать работу по совместному использованию этих ядер.

В качестве критерия оценки эффективности различных ядер используется время выполнения одного из алгоритмов цифровой обработки сигналов (ЦОС) – быстрое преобразование Фурье, для ARM и DSP ядер по отдельности, а также, для увеличения скорости, возможен параллельный запуск ядер. Работа будет проводиться на операционной системе (ОС) Linux.

1. Степанов А.Б. Реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов на отладочной плате ОМАР-L138 Experimenter kit»/ Естественные и математические науки в современном мире. -2014, №44: Санкт-Петербург. - С.40-44.

НАСЫЩЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ОШИБКИ LDPC КОДОВ

С.В. Ганин

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

LDPC (Low-density-parity-check) код - это линейный код коррекции ошибок, используемый в системах передачи и хранения информации [2].

Для любого типичного кода LDPC конечной длины при итеративном декодировании, кривая вероятности ошибки на кадр (frame error rate, FER) состоит из двух отдельных областей: области «водопада» и области «насыщения вероятности ошибки» (НВО). В области водопада (которая является областью низкого отношения E_b/N_0) частота ошибок значительно падает с увеличением отношения сигнал-шум, делая кривую похожей на водопад. С другой стороны, в области НВО (которая является областью высокого отношения сигнал-шум) степень падения ошибок уменьшается, и кривая имеет тенденцию к сглаживанию.

Этот феномен был приписан существованию двоичных кодовых слов $A(w, v)$ веса w , длины n , приводящее к v неудовлетворенным проверкам. Ричардсон [1] ввел понятие «наборов ловушек» для описания кодов с определёнными конфигурациями в графах Таннера, которые вызывают сбои конкретных схем декодирования. Набор ловушек (w, v) - это набор W переменных узлов (VNs), который индуцирует подграф с v нечетными проверочными узлами (CNs) (т. е. v неудовлетворенных проверок) и произвольным числом четных проверочных узлов. Стоит отметить что наборы ловушек имеют разные классификации, которые по-разному влияют на поведение декодера. Их можно разделить на стабильный набор ловушек, периодический набор ловушек, и аperiodический осциллирующий набор ловушек.

1. Стабильный набор ловушек - это наборы ловушек, который приводит к фиксированному уровню ошибок на выходе декодера.

2. Периодический набор ловушек - декодер периодически проходит через ряд различных паттернов ошибок по мере продолжения итераций декодирования.

3. Аperiodический осциллирующий набор ловушек - содержит паттерны ошибок, из которых ошибочные сообщения распространяются на ряд внешних переменных и демонстрируют случайный паттерн.

В данной работе исследуется феномен НВО или как ещё его называют, «пол ошибок» (error-floor). Проводится непосредственный анализ способов обнаружения множеств ловушек в графах Таннера. Это в свою очередь служит инструментом обнаружения, позволяющим локализовать проблему, и в последствии её «обезвредить». Так же в работе рассматриваются методы построения графов Таннера не имеющих в своём составе наборов ловушек различных типов.

Библиографический список

1. A. Worthen, S. Hong, R. Gupta, W. Stark, Performance optimization of VLSI transceivers for low-energy communications systems, in: IEEE Military Communications Conference Proceedings MILCOM 1999, vol. 2, 1999, pp.
2. Ryan W. E, Shu Lin Channel Codes. Classical and Modern. – Cambridge: Cambridge University Press, 2009. – 692 с.

АЛГОРИТМЫ АДАПТАЦИИ СКОРОСТИ КОДИРОВАНИЯ ДЛЯ LDPC КОДОВ

А.П. Кондратьев

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

Современные телекоммуникационные системы имеют разные требования к помехоустойчивости [1]. Масштабируемые видео и аудиокоды приводят к получению данных с разными приоритетами, т.е. разные типы данных требуют различного уровня избыточности. Это гарантирует, что важная информация останется неискаженной в несколько более неблагоприятных условиях канала.

Адаптация возможностей исправления ошибок кодов в этих системах является важной проблемой. Выколотые свёрточные коды Хагенауэра были первыми кодами, благодаря которым эту проблему можно было решить. С появлением схем кодирования, обеспечивающих максимальную пропускную способность, такие подходы пришлось расширить для турбо кодов, LDPC кодов и Rateless кодов [1].

Базовая концепция совместимых по скорости LDPC кодов (rate-compatible LDPC, RC-LDPC) описывается как процедура выкалывания: при кодировании некоторые биты четности не передаются (это «выколотые» биты), а декодер обрабатывает непереданные биты как биты стирания. Поскольку декодер для самой низкой скорости (базовый код) совместим с декодером для других, более высоких скоростей, совместимый по скорости выколотый код не требует дополнительной сложности для адаптации скорости [2].

Для достижения полной совместимости по скорости можно использовать другой подход, основанный на адаптации скорости с расширением проверочной матрицы [3]. Расширение кода начинается с высокоскоростного кода (дочернего кода), затем коды с более низкой скоростью получают путем расширения матрицы проверки на четность дочернего кода (протографа).

В данной работе исследуется ряд основополагающих концепций, посвящённых вариантам адаптации скорости кодирования LDPC кодов. Так же приводятся принципы, назначение, достоинства и недостатки данных процедур. Рассматривается пример применения адаптации скорости кодирования с расширением проверочной матрицы для LDPC кодов на основе протографов.

Библиографический список

1. Declerq D., Fossorier M., Biglieri E. Channel Coding. Theory, Algorithms, and Applications. – Oxford: Academic Press Library in Mobile and Wireless Communications, 2014. – 667 с.
2. Jeongseok Ha, Jaehong Kim, and Steven W. McLaughlin "Rate-Compatible Puncturing of Low-Density Parity-Check Codes" IEEE Trans. on Inform. Theory, vol. 50, no. 11, Nov. 2004.
3. Thuy Van Nguyen, Aria Nosratinia, and Dariush Divsalar, "The Design of Rate-Compatible Protograph LDPC Codes" IEEE Transactions on Communications, vol. 60, no. 10, Oct. 2012.

ОЦЕНКА ЧАСТОТНОГО РАССОГЛАСОВАНИЯ ПРИ ПРИЕМЕ OFDM-СИГНАЛОВ

Т.А. Чигрина

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

При построении современных телекоммуникационных систем широко распространена технология OFDM. При приеме OFDM-сигналов точная синхронизация приемника и передатчика очень важна. Благодаря успешному решению данной задачи, возможно значительно повысить помехоустойчивость системы.

В настоящее время существующие алгоритмы можно разделить на две группы: анализ сигнала во временной и в частотной областях. OFDM-система характеризуется высокой чувствительностью по отношению к частотным рассогласованиям, которые приводят к ухудшению ортогональности поднесущих сигнала на приемной стороне и ведут к снижению качества работы системы передачи. Поэтому распространенными способами оценки частотного рассогласования являются методы синхронизации. В статье приведено сравнение методов синхронизации, которые основаны на циклическом префиксе и с помощью вспомогательных символов.

Оценка частотного рассогласования на основе циклического префикса достаточно проста и не требует дополнительной информации, однако имеет существенный недостаток – узкий диапазон оценок [1]. Что касается оценки частотного рассогласования с помощью вспомогательных символов, то, несмотря на простоту реализации и возможности обеспечить точные результаты, есть недостатки: снижается помехоустойчивость из-за расширения диапазона частотного рассогласования и возникает необходимость добавления дополнительных символов [2].

В результате оценки частотного рассогласования при приеме OFDM-сигналов были рассмотрены зависимости нормированной среднеквадратичной ошибки полученных оценок частотного рассогласования от SNR методами на основе циклического префикса и с помощью вспомогательных символов.

Графики позволяют сделать вывод, что наилучшим по качеству оценки частотного рассогласования является метод вспомогательных символов в связи с тем, что данный метод обеспечивает лучшее отношение сигнал-шум по сравнению с методом на основе циклического префикса [3].

Библиографический список

1. Бакулин, М.Г., Крейнделин, В.Б., Шлома, А.М., Шумов, А.П. Технология OFDM. Учебное пособие для вузов [Текст] / М.Г. Бакулин, В.Б. Крейнделин, А.М. Шлома, А.П. Шумов – М.: Горячая линия – Телеком, 2016 – 352 с.
2. Синхронизация OFDM-сигналов во временной и частотной областях: Учеб. пособие / К.С. Калашников, Б.И. Шахтарин.
3. Применение символов с частотной модуляцией для совместной оценки временного и частотного рассогласования при приеме OFDM-сигнала / А.В. Бакке, И.В. Лукашин.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ SOC ZYNQ В ЗАДАЧАХ ЦОС

Н.С. Виноградов

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

В современном мире алгоритмы цифровой обработки сигналов (ЦОС) получили широкое применение. Они применяются повсеместно в системах связи, радиолокации и других областях. Производительность системы ЦОС определяется архитектурой системы и ядром системы – базовым элементом, который главным образом участвует в реализации самих алгоритмов ЦОС. В связи с этим важным аспектом является выбор элементной базы, применяемой для ЦОС.

Наиболее привлекательным для реализации алгоритмов ЦОС является использование систем на кристалле (SoC), подразумевающие реализацию на одном кристалле нескольких базовых элементов [1]. Так, фирма Xilinx предлагает платформу Zynq, которая основана на объединении одного или нескольких процессоров общего назначения ARM и ПЛИС. Такой подход позволяет разнести задачи обработки сигналов между процессорной системой и программируемой логикой, что может значительно повысить производительность системы. Также благодаря тому, что система реализуется на одном кристалле и, как следствие, определены способы и интерфейсы взаимодействия элементов системы, процесс разработки значительно упрощается.

Процессорный модуль в системе Zynq-7000 может состоять из одного или двух ядер ARM Cortex-A9 с тактовой частотой 1 ГГц, а программируемая логика может быть основана на двух семействах ПЛИС фирмы Xilinx: Artix-7 или Kintex-7 [2].

Цифровая обработка сигналов, как правило, реализуется на ПЛИС Artix-7 (Kintex-7) из-за возможности распараллеливания алгоритмов, что обеспечивает высокие скорости обработки данных, а сложные последовательные алгоритмы могут выполняться на процессорах ARM. Также стоит отметить, что процессоры ARM могут использоваться для работы с операционной системой, управления функционированием всей системой Zynq и других задачах.

Таким образом, разнесение задач между процессорной системой и программируемой логикой может значительно повысить эффективность и производительность системы, что определяет важность исследования возможностей SoC Zynq для применения в задачах ЦОС.

Библиографический список

1. Кремис И.И. Обзор отечественных модулей цифровой обработки сигналов многоэлементного фотоприемного устройства ИК-диапазона // Прикладная физика №6/2010.
2. A generation ahead for smarter systems: 9 reasons why the Xilinx Zynq-7000 all programmable SoC platform is the smartest solution - Xilinx Backgrounder – 2014.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СИСТЕМЫ СВЯЗИ QPSK МОДУЛЯЦИИ

С.А. Шевлягин

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

Целью работы является разработка модели системы связи на языке C++, которая включает в себя приёмник, передатчик и канал связи. Модель представляет собой двухлучевой канал, который может быть реализован с помощью КИХ-фильтра, или многолучевой канал, такой как Райса и Релея [1-3]. Такие каналы используются, например, в авиационной радиосвязи, где возможны несколько ситуаций передачи сигнала: воздух-воздух, земля-воздух, земля-земля.

Разрабатываемая модель системы связи включает в себя приёмник, передатчик и канал связи. Программа генерирует поток из 256 символов (512 бит), преобразует их в символы, каждые из которых отображаются 4 точками на плоскости, и затем добавляет межсимвольную интерференцию. Сигнал представляется в виде двухмерной точечной диаграммы на комплексной плоскости. Декодер основной полосы частот является декодером максимального правдоподобия. Генерируемые два случайных числа с нормальным распределением используются преобразованием Бокса-Мюллера, чтобы создать межсимвольные искажения [4].

Библиографический список

1. Simon G. Simulation-based optimization of communication protocols for large-scale wireless sensor networks, IEEE Aerospace Conference, Big Sky, MT, March 8-15, 2003.
2. Simon G. Probabilistic wireless network simulator, 2003, <http://www.isis.vanderbilt.edu/projects/nest/prowler>.
3. Tam W.K. and Tran V.N. Propagation modeling for indoor wireless communication, Journal of Electronics and Communication Engineering, pp. 221-228, October 1995.
4. E. R. Golder, J. G. Settle. The Box-Müller Method for Generating Pseudo-Random Normal Deviates / E. R. Golder, J. G. Settle. Journal of the Royal Statistical Society Series C, Royal Statistical Society, vol. 25(1), pages 12-20, March, 1976.

РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО ЭКВАЛАЙЗЕРА ДЛЯ ПРИЕМНИКА СТАНДАРТА DECT

М.Д. Королев

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

В современных беспроводных системах связи для борьбы с межсимвольной интерференцией, возникающей в результате отраженных сигналов в канале связи, требуется эквалайзер на основе адаптивного фильтра, применение такого фильтра позволит уменьшить количество ошибок на приемной стороне [1]. Важным фактором является выбор адаптивного алгоритма, в данной работе использовался эквалайзер на основе адаптивного

фильтра, работающий на основе метода наименьших квадратов (LMS - Least mean squares). Выбор данного алгоритма обосновывается, тем что он экономнее по вычислительным затратам. И благодаря этому, он нашел широкое распространение [2]. Данный фильтр рассматривался на примере работы в системе связи стандарта "DECT" для приема частотно модулированного сигнала (ЧМ). Для моделирования данной системы были разработаны передающая и приемная часть системы, а также канал связи, представляющий собой цифровой КИХ-фильтр. Стоит отметить, что была реализована двухлучевая модель. Экспериментальные исследования были проведены в программе Simulink, где была собрана модель подвижной сети связи. В результате было замечено, что спектр сигнала после канала связи искажается, а адаптивный фильтр частично выравнивает его, что говорит об устойчивой настройке эквалайзера. Также была исследована устойчивость системы к шуму. После полученных результатов, можно сказать, что в целом система работает корректно.

Библиографический список

1. Джиган В.И. Адаптивная фильтрация сигналов: теория и алгоритмы: М: Техносфера, 2013. - 528с.
2. Сергиенко А.Б. Алгоритмы адаптивной фильтрации: особенности реализации в MATLAB // Exponenta Pro. – 2003. – №1(1). – 18-28 с.

СЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ»

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ МПФС ЛБВ W-ДИАПАЗОНА

В.А. Шальнев

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

В технике СВЧ используются электрические и магнитные поля, которые отвечают за формирование ускоренного электронного пучка и фокусировку электронного потока. Магнитное поле является силовым, основным свойством которого является воздействие на движущиеся электрические заряды. Магнитное поле используется для формирования электронного пучка с требуемыми для конкретного прибора параметрами. В России наиболее масштабно производством и разработкой магнитных периодических фокусирующих систем занимаются предприятия НПП «Исток» и НПП «Торий».

При использовании МПФС удастся достичь уменьшения массы на один-два порядка по сравнению со стандартным вариантом [1]. МПФС обеспечивают хоть и не гладкий, но слабо пульсирующий поток электронов в области пространства взаимодействия, при этом малый период колебаний угловой скорости обусловлен периодическим расположением постоянных магнитов [2].

Исходными данными были параметры электронной пушки, разработанной на НПП «Исток» г. Фрязино. МПФС с несинусоидальным распределением магнитной индукции разрабатывалась на основе обычной. Несинусоидальное распределение магнитной индукции на оси системы получается за счёт суперпозиции двух распределений магнитной индукции: синусоидального первой гармоники с амплитудой B_1 и синусоидального третьей гармоники с амплитудой B_3 .

В результате работы был собран рабочий макет МПФС со средним амплитудным значением магнитной индукции $B=205,6$ мТл и разбросом амплитудных значений $\gamma=1,92$ %. Экспериментальные исследования показали, что разработанная система полностью удовлетворяет требованиям технического задания. Используемая конструкция подтвердила возможность снижения массогабаритных параметров всего прибора. И удалось по сравнению с ранее применяемой конструкцией с синусоидальным распределением B увеличить КПД и улучшить выходные характеристики ЛБВ.

Библиографический список

1. Алямовский И.В. Электронные пучки и электронные пушки. // М.: Советское радио, 1966г.
2. Гилмор А.С.-мл. Лампы с бегущей волной. // М.: Техносфера, 2013 г.

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭОС ПУШКИ ПИРСА

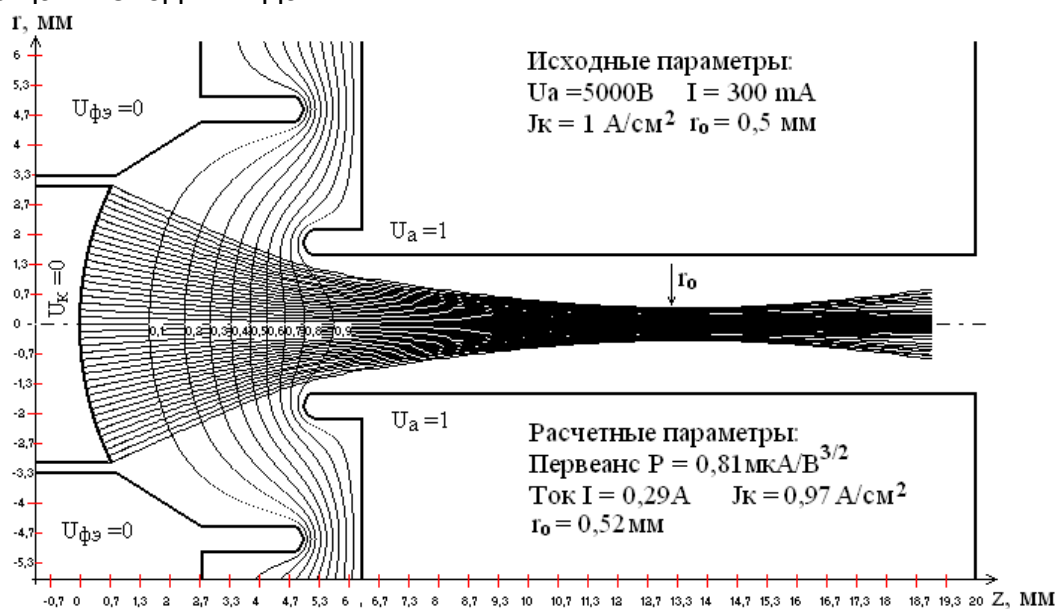
Т.С. Набатчикова

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

Стандартный подход к проектированию электронных пушек базируется на последовательном использовании сначала программы синтеза, а затем программы анализа. В данной работе вместо программы синтеза для получения исходного варианта геометрии пушки Пирса был использован метод, который предложил М. Vaughan [1]. Он основан на использовании итерационной процедуры сшивающего решения для крайней траектории электронного пучка в плоскости анодной линзы. В результате итерационного процесса углы наклона траектории до плоскости анода и после нее должны приблизительно совпадать.

В соответствии с этой методикой была разработана блок-схема и программа расчета на Delphi. Исходными данными являлись напряжение анода, значение тока и плотности тока катода, радиус луча в плоскости кроссовера. На основе этих параметров определялись первеанс, высота и угол сходимости катода, а далее с помощью итерационной процедуры рассчитывались основные геометрические размеры пушки: радиусы катода и анода, высота анода, расстояние между анодом и катодом, положение плоскости кроссовера и угол сходимости. По этим данным программа рассчитывает координаты характерных точек электродов пушки и передает их в программу анализа.

С помощью программы анализа была проведена оптимизация конструкции, в результате которой получена геометрия пушки (рис.), удовлетворяющая исходным данным.



Результаты оптимизации геометрии пушки

Таким образом, данная методика позволяет, не используя программу синтеза, оперативно провести проектирование ЭОС пушки Пирса.

1. Vaughan M. Synthesis of the Pierce Gun, IEEE Transactions on Electron Devices, vol. 28, no. 1, pp.37-41, 1981.

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО КПД ДИОДНОГО МИКРОВОЛНОВОГО АВТОГЕНЕРАТОРА

Н.М. Маранкин

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

Несмотря на то что на сегодняшний день существует немало типов электровакуумных генераторных приборов СВЧ как в виде экспериментальных, так и серийных образцов, проводятся исследования, направленные на разработку новых, целью которых может являться, например, получение устройств, существенно более простых по конструкции. Ими могут быть диодные автогенераторы, в которых отсутствуют электронно-оптическая и магнитная фокусирующая системы, а источником электронного потока является термоэмиссионный катод.

В проведенном ранее исследовании было показано, что такой прибор с плоскопараллельной системой электродов неперспективен для реального применения из-за низкого электронного КПД η_e , не превышающего 12 % [1]. Повысить КПД можно с помощью применения конструкций, в которых обеспечивается концентрация переменного электрического поля вблизи анода. Например, в цилиндрическом диоде с внешним катодом электронный КПД может достигать 24 %, однако на рабочих длинах волн анод такого прибора будет слишком тонким, что сильно затрудняет теплоотвод [2]. В упрощенном до диода сферическом монотроне достигается совсем небольшой выигрыш по КПД ($\eta_e = 14$ %) в сравнении с плоской конструкцией [3]. Требуемую конфигурацию электрического поля также возможно получить в системе с плоским катодом и анодом с выступами различной формы.

В данной работе проведена оценка электронного КПД диодного автогенератора с одним анодом-гиперболоидом. В качестве упрощения рассматривалось движение электронов в межэлектродном промежутке только вдоль оси анода, влияние пространственного заряда не учитывалось. Для расчета значений электронного КПД использована методика, изложенная в работе [1]. При составлении уравнений движения крупных частиц использовались аналитические выражения распределения электростатического поля в системе с гиперболоидными электродами [4]. Получены значения электронного КПД свыше 20 % ($\eta_e = 20-27$ %), которые имеют тенденцию к увеличению при уменьшении отношения радиуса закругления кончика анода к расстоянию от него до плоскости катода.

Библиографический список

1. Федяев В.К., Маранкин Н.М. Диодный автогенератор плоской конструкции // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2021. – № 75. – С. 142-152.
2. Кравченко В.Ф., Кураев А.А., Синицын А.К. Несинхронные взаимодействия // Успехи физических наук. – 2007. – Т. 177, № 5. – С. 511-534.
3. Кураев А.А., Матвеев В.В. Многопучковой сферотрон // Доклады БГУИР. – 2020. – Т. 18, № 4. – С. 5-12.
4. Егоров Н.В., Шешин Е.П. Автоэлектронная эмиссия. Принципы и приборы: учебник-монография. Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 704 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ВОЗМУЩЕНИЯ ПЛАЗМЫ ДВУХПЛЕЧЕВОГО ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА В ГЕЛИЙ-НЕОНОВОМ КОЛЬЦЕВОМ ЛАЗЕРНОМ ГИРОСКОПЕ

И.С. Филиппин

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

Рассматривается вопрос о симметричном двухплечевом разряде постоянного тока, образующийся в узких, заполненных гелий-неоновой смесью, каналах, в спектре следующих значений: $I/R = 0,5 - 1,0$ мА/см, $pR = 100 - 120$ Па·см. Здесь: I – ток в плече разряда, p – давление газовой смеси, R – радиус разрядного канала, возбуждающий активную среду кольцевого лазера, являющийся чувствительным элементом прецизионного датчика угловых скоростей и углов поворота [1].

Системы автономной инерциальной навигации такого типа датчики должны соответствовать жестким требованиям стабильности их выходных сигналов [2-3].

Применение двухплечевого разряда и искусственной стабилизации токов способствует минимизации систематической составляющей погрешности, связанной со «сдвигом нуля» кольцевого лазерного гироскопа.

Обзор результатов научных публикаций [4-5] не позволяет конкретно объяснить явления в плечах газового разряда, при стабилизации токов, вызывающие медленные нестационарные изменения дрейфовых потоков атомов неона.

Появляется необходимость исследования связи, присутствующей нестационарной медленной составляющей в сигнале гироскопа, с изменениями электрических характеристик разряда постоянного тока, вызываемые воздействием на ионизационный баланс в положительном столбе, реакции Пеннинга. Вследствие этого, произведены исследования идентификации различных механизмов возмущения плазмы тлеющего разряда постоянного тока в гелий-неоновом кольцевом лазерном гироскопе, способствующие непостоянству сигналов на частотах менее 10-1 Гц.

Были получены следующие результаты исследования:

1. Была исследована математическая модель положительного столба двух-плечевого газового разряда в кольцевом лазере, поскольку она позволяет грамотно обосновать высоко-чувствительность электрических характеристик разряда к наличию в смеси гелия-неона посторонних примесей и рост напряжения поддержания разряда из-за достижения высоких температур газа.

2. Связь нестационарной составляющей в выходном сигнале кольцевого лазерного гироскопа с изменениями напряжений поддержания двух-плечевого разряда была подтверждена в ходе экспериментального исследования.

3. При непрерывном функционировании кольцевого гелий-неонового лазера (временной промежуток был назначен от единицы до десятка часов) была определена и выделена причина возмущений ионизационного баланса в двухплечевом разряде. Она заключалась в изменении потока примесных атомов в газовую смесь из стенок разрядного канала.

Углубленное понимание природы невязности, генерируемых кольцевым лазером, встречных волн, порождает необходимые условия с целью

повысить точность измерения угловой скорости и является предпосылкой возможности создания наиболее точных навигационных систем.

Реализация данного механизма осуществляется при стационарной температуре окружающей среды, а также условиях стабилизации токов в плечах разряда.

Данные были обработаны благодаря ряду методов, особенно методу вариации Аллана и вейвлет-фильтрации. В первые 8 часов работы кольцевого лазера, в условиях медленного асимметричного роста напряжений поддержания двухплечевого разряда, с помощью указанных методов, в пределах $0,03^\circ/\text{час}$ была зафиксирована нестационарная составляющая выходного сигнала.

Библиографический список

1. Kuznetsov A.G., Molchanov A.V., Chirkin M.V., Izmailov E.A. Precise laser gyroscope for autonomous inertial navigation // Quantum Electronics – 2015 – Vol. 45, No. 1. – P. 78-88.

2. Молчанов А.В., Морозов Д.А., Ремизов Б.П., Чиркин М.В. Способ определения прогнозируемого срока службы кольцевого гелий-неонового лазера // Патент РФ № 2231858. Опубл. в БИ № 18 27.06.2004.

3. Молчанов А.В., Чиркин М.В. Новый подход к прогнозированию ресурса кольцевого лазера при испытаниях лазерного гироскопа // Приборы, 2007, № 11. – С. 16-23.

4. Виноградов В.И., Елецкий А.В. Дрейф возбужденных атомов в разряде неона постоянного тока // Опт. и спектр. 1971 Т. 30 С. 830.

5. Виноградов В.И., Елецкий А.В.

ГЕНЕРАЦИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ДАЛЬНОЙ ИК-ОБЛАСТИ

И.Д. Колядов

Научный руководитель — Козлов Б.А., д-р техн. наук, профессор

Излучение в дальней инфракрасной области, или терагерцовое излучение, эффективно поглощается различными вредными или опасными веществами (взрывчатыми, наркотическими), а потому легко позволяет их обнаруживать. Благодаря этому свойству терагерцовое излучение применяется в целях безопасности на вокзалах, аэропортах и т.д. Излучение в дальней инфракрасной области в отличие от, например, рентгена, неионизирующее, а потому успешно применяется в терагерцовых томографах, которые не причиняют вреда человеческому организму.

Для получения лазерного излучения применяются газовые лазеры с оптической накачкой (ГЛОН). Такие устройства состоят из двух основных элементов: лазера накачки и непосредственно источника генерации. В качестве первого используется импульсный TEA-CO₂ лазер с энергией до 5 Дж и длительностью импульса в 200 наносекунд. В качестве источника генерации используются молекулы NH₃.

TEA-CO₂ (аббревиатура из первых трех букв в выражении Transversely Excited Atmospheric Pressure Lasers) — лазер атмосферного давления с накачкой «поперечным разрядом». Классическая схема, когда

разряд развивается между электродами на концах трубки, в условиях атмосферного давления требует больших значений рабочего напряжения (в трубке длиной 100 см — до 300 кВ). Потому используется схема, представленная на рис. 1, где электрическое поле направлено перпендикулярно оптической оси лазера, а величина разрядного промежутка уменьшена до нескольких сантиметров [1].

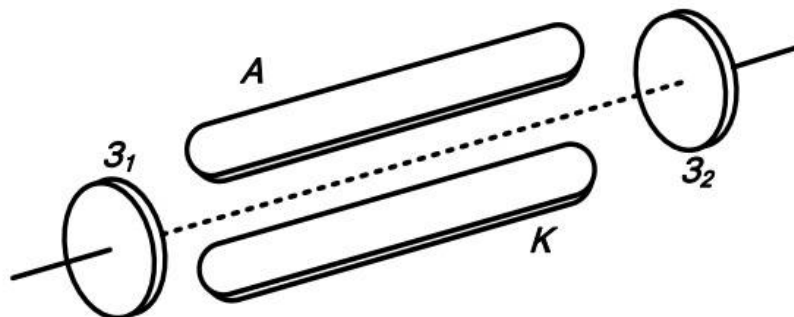


Рис. 1. ТЕА-СО₂ лазер:

$З_1$ и $З_2$ — зеркала резонатора, А — анод, К — катод

Простейшая схема оптической накачки изображена на рисунке 2. Здесь резонатор СО₂ лазера основан зеркалом $З_1$ и решёткой P_1 , которая направляет излучение накачки в кювету с аммиаком. Резонатор ГЛОН здесь образован решётками P_2 и P_2 [2].

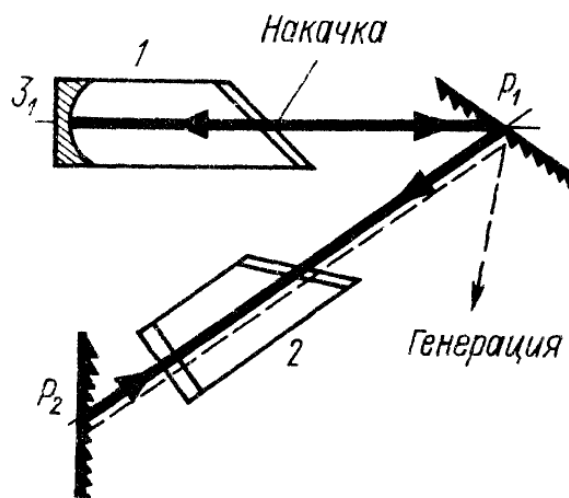


Рис. 2. Оптическая схема накачки ГЛОН:

1 — лазер накачки, 2 — кювета с молекулами NH_3 , $З_1$ — глухое зеркало, P_1 и P_2 — дифракционные решётки

Библиографический список

1. Козлов Б.А. Квантовая электроника. Ч.1: методические указания к лабораторным работам/Рязан. гос. радиотехн. ун-т — Рязань, 2011. — 96 с.
2. Балашин Ю.А., Крылов К.И., Шарлай С.Ф. Применение ЭВМ при разработке лазеров — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. — 236 с.: ил.

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТНОЙ ПОДСТАВКОЙ ЛАЗЕРНОГО ГИРОСКОПА

Н.А. Калинин

Научный руководитель – Мишин В.Ю., канд. техн. наук, доцент

В составе БИНС летательных аппаратов в качестве датчиков угловых скоростей наибольшее распространение получили лазерные гироскопы (ЛГ) на основе кольцевых гелий-неоновых лазеров.

Главным недостатком ЛГ является существование частотной синхронизации встречных волн (явление захвата), что вызвано микроскопическими дефектами на оптических поверхностях. При малых скоростях угловое вращение становится меньше определенного критического значения (порога захвата) и прибор становится нечувствительным к угловым смещениям [1].

Один из способов устранения данного эффекта – смещение рабочей точки из области захвата, за счет искусственно созданной разности оптических путей встречных волн, т.е. подставки [2]. Один из вариантов создания подставки – это сообщение кольцевому лазеру механических вращательных колебаний, амплитуда которых промодулирована случайным образом.

Традиционный подход заключается в использовании датчика угловой скорости (ДУС) в качестве источника сигнала обратной связи, а также сигнала, используемого для вычитания колебаний на частоте подставки из выходных отсчетов угловой скорости. Недостатком такого подхода является большой уровень шума в выходном сигнале, обусловленный методом обработки первичных сигналов, и необходимость использования намоточного узла.

В трудах [3, 4] была разработана система прецизионной регистрации перемещений интерференционной картины путем дискретизации и цифровой обработки информационных сигналов ЛГ, лишенная недостатков ДУС, которая позволяет выделять информацию о параметрах вибрационной частотной подставки (ВЧП), использовать цифровые фильтры вместо прямого вычитания колебаний, увеличить частоту отсчетов угловой скорости.

Была проведена работа по созданию цифровой системы управления ВЧП ЛГ, основанной на разработанном методе и использующей в качестве источника информации лишь перемещения интерференционной картины на выходе из смесительной призмы.

Библиографический список

1. V.O Gladyshev, D.D Goryushkina, V.N Kuryatov Nonreciprocal optical element of ring laser gyroscope based on the effect of light entrainment with moving medium // J. Phys.: Conf. Ser.– 918 (012024), 2017.
2. Хромых А.М. Электронная техника. Сер.11. Лазерная техника и оптоэлектроника, № 2 (54), 30 (1990).
3. Molchanov A.V., Belokurov V.A., Chirkin M.V., Koshelev V.I., Mishin V.Yu., Morozov D.A. Precision laser gyro with a digital channel for quadrature signal processing // Proceedings of 22nd Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems. – 25-27 May 2015 Saint Petersburg, Russia. – P. 307-314.

4. Koshelev, V.I., Belokurov, V.A., Chirkin, M.V., Mishin, V.Y. FPGA-based signal processing module for digital laser gyroscope // Proceedings of 6th Mediterranean Conference on Embedded Computing, MECO 2017 11-15 June 2017 Bar, Montenegro. P.74-77.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАЗОВЫХ ДОБАВОК НА УРОВЕНЬ ГАЗОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ АЗОТНОГО ЛАЗЕРА

Р.А. Шишов

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

В этой работе рассмотрена возможность увеличения выходных характеристик азотного лазера продольного разряда, с помощью добавления в активную среду примесей.

Были исследованы разрядные и энергетические параметры молекулярного азота в частотном режиме работы лазера. На их основании следует, что максимальные параметры излучения реализуются при низкой частоте следования импульсов 3 Hz, с импульсной мощностью 160 kW, с энергией излучения 0.8 mJ и самым высоким практическим КПД, равным 0.27 %. С увеличением частоты следования до 10 Hz эффективность лазера снижалась почти в 4 раза. Она слабо менялась с ростом частоты следования импульсов до 40 Hz. Максимальной средней мощности 3.8 mW соответствовала эффективность лазера 0.03 %.

Далее проводились исследования зависимости энергетических параметров от влияния инертных газов гелия или неона при рабочих давлениях от 30 до 760 Torr, при фиксированных давлениях азота от 15 до 150 Torr от добавок гелия и неона от 15 до 610 Torr при частоте следования импульсов 10 Hz. При этом выбор буферного газа большой роли не играет для рабочих давлений 0.5 ат. Для низких давлений азота или смесей азота лучше использовать гелий, а для смесей атмосферного давления неон.

Как выяснилось в проделанной работе, за счет буферного газа гелия или неона можно существенно повысить энергетические параметры излучения и соответственно КПД отпаянного азотного лазера.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ БИНС НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

А.В. Звонков

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

Целью данной научно-исследовательской работы является разработка интегрального электронного устройства - бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС) и создание ее экспериментального прототипа на базе микроконтроллера STM32 и инерциального MEMS-датчика. Инерциальная навигационная система позволяет автономно определять местоположение объекта в пространстве, а также управлять его перемещением. Наибольшее распространение БИНС получили из-за отсутствия громоздких, сложных и тяжелых электромеханических платформ (в БИНС датчики измерения линейных ускорений и угловых скоростей жестко соединены с корпусом устройства, а специальное электронно-вычислительное устройство играет роль платформы).

В качестве устройства управления БИНС был выбран 32-битный микроконтроллер STM32F429ZIT6. С его помощью устройство организует сбор информации с инерциальных датчиков и реализует алгоритмы первоначального ориентирования и навигации для определения географических координат объекта. Датчики линейного ускорения и углового вращения с инерциального модуля MPU-9250 передают информацию в контроллер через последовательную шину данных I2C со скоростью 100 кГц и могут измерять линейное ускорение до ± 16 g и угловое вращение до ± 2000 градусов в секунду соответственно. Для передачи информации с микроконтроллера на персональный компьютер используется последовательный интерфейс USB 2.0 класса USB HID (Human Interface Devices). Основным источником питания устройства является литий-ионный аккумулятор 4,2 В. Габаритные размеры устройства составляют 53 мм x 82 мм x 3,5 мм, а его вес составляет около 70 г.

Для отладки и прошивки этого устройства использовался программатор ST-LINK / V2 и макет. Результатом проделанной работы стали построенные на ноутбуке графические зависимости в специальной программе для визуализации траектории движения объекта. Однако алгоритм, реализованный в этом устройстве, не предусматривает расчета высоты. Это связано с тем, что в каждой точке траектории летящего объекта ускорение свободного падения меняет свое значение, увеличиваясь в направлении движения от экватора к полюсу Земли. Это вносит значительные вычислительные ошибки, которые накапливаются с каждым циклом обработки входных сигналов. Поэтому для вычисления этой координаты используются другие приборы, например, барометры.

Этот прибор может определять две географические координаты - широту и долготу. Его точность не настолько высока, чтобы использовать его на самолетах из-за небольшой разрядности микроконтроллера - 32 бита, что вызовет большую накопительную ошибку в расчетах. Однако он наглядно показывает алгоритм функционирования БИНС с использованием кватернионов в расчетах, что открывает перспективу использования созданной навигационной системы в качестве учебного лабораторного практикума.

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НАВИГАЦИИ И ОРИЕНТАЦИИ НА ОСНОВЕ КВАТЕРНИОНОВ

А.Е. Куцев

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

Одной из задач при создании летательных аппаратов, механических и электронный устройств является определение их положения в пространстве. В случае создания системы определения положения тела в пространстве для самолётов и ракет возникает важный момент: эта система не должна давать сбой при изменении погодных условий и не зависеть от каких-либо ориентиров. В таком случае создаются автономные навигационные системы, способные по своим внутренним данным определять положение летательного аппарата при начальном задании координат.

Бесплатформенные навигационные системы (БИНС) являются более развитым устройством, в котором компенсация угловых вращений тела производится электронным образом, то есть используется цифровой процессор. Сама БИНС установлена в корпус летательного аппарата и вырабатывает сигналы, пропорциональные угловым и ускоренным перемещениям тела. Возникает задача обработки полученных данных, переводу их от связанной системы координат с летательным аппаратом к географической или другой заданной системе координат.

В бесплатформенных навигационных системах (БИНС) вычисление производится по двум алгоритмам: ориентации и навигации. Алгоритм ориентации осуществляет определение углового положения объекта относительно его центра масс на основании показаний гироскопов в связанной системе координат.[1] Задача ориентации может быть решена с помощью различных кинематических параметров, например: углы Эйлера-Крылова, направляющие косинусы, параметры Родрига-Гамильтона, кватернионы и другие.

С математической точки зрения все способы приводят к одинаковым результатам, поэтому выбор параметров следует из простоты реализации на вычислительной машине, при наименьшем использовании её ресурсов.

Поэтому отдается предпочтение при численной реализации параметрам Родрига-Гамильтона или их гиперкомплексной конструкции – кватерниону. Такие уравнения линейны, имеют четвёртый порядок и определены для любых углов и подчиняются одному уравнению нормировки. Умножение кватернионов удобно осуществлять с помощью кватернионных матриц, что сводится к обычному умножению матриц (размера 4×4 и 4×1).

Общий алгоритм состоит из начальной выставки, при которой определяются начальные координаты (задаются извне или определяются с течением некоторого времени по показаниям гироскопов и акселерометров), далее решаются циклично и последовательно алгоритмы ориентации и навигации, на выходе которых имеются данные в географической системе координат.

При начальной выставке определяется кватернион перехода Λ .

Алгоритм навигации включает в себя формирование гиперкомплексного отображения вектора ускорения N и перехода из связанной системы координат в географическую (1).

$$N_g = \Lambda \circ N \circ \bar{\Lambda}^\# . \quad (1)$$

Затем путём численного интегрирования определяется скорость и координаты (в работе использовался метод трапеций).

Алгоритм ориентации служит для поиска новых значений кватерниона перехода Λ . Путём решения матричного линейного дифференциального уравнения (2).

$$2\dot{\Lambda} = \Lambda \circ \Omega - U_g \circ \Lambda . \# \quad (2)$$

Его решение сводится к аккумулярованию текущего и предшествующих значений кватерниона перехода.

Таким образом, данный метод решения задачи ориентации и навигации является предельно простым для численного решения на вычислительной машине (умножение матриц и суммирование) и при модификации (нормировка кватерниона перехода) высокоточным. Недостаток: более сложный для понимания.

Как результат работы, был собран и запрограммирован макет данной навигационной системы на базе микроконтроллера STM32F429I-DISC1.

Библиографический список

1. Матвеев В.В. Инерциальная навигационная система / 2012. - С.199.
2. Распопов В.Я., Матвеев В.В. Основы построения инерциальных навигационных систем произвольной формы / 2009. - С.280.
3. Бромберг П. В. Теория инерциальных навигационных систем / 1979 – С. 296.
4. Гамильтон В.Р. Лекции по кватернионам. Дублин. Ходжес и Смит, 1853 г.

СЕКЦИЯ «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

ПОСТРОЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ И МАКЕТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ПОЛУЧЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

С.В. Евстифеева

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

На сегодняшний день цифровая рентгенография является одним из наиболее популярных методов исследования внутренней структуры объектов. Получение изображений в цифровом виде дает возможность эффективного применения современных информационных технологий для обработки единичных рентгеновских снимков и восстановления трехмерной структуры исследуемых объектов (рентгеновская компьютерная томография).

Перед разработкой компьютерной модели было проведено экспериментальное макетирование для определения основных размеров конструкции детектора. Макетирование производилось без сцинтиллятора в оптическом диапазоне.

С использованием уточненных положений зеркала и камеры в среде SolidWorks была спроектирована трехмерная компьютерная модель детектора.

Предложенный способ изготовления основания [1], заключающийся в разделении опорной площадки камеры и основания на две разные детали, позволяет корректировать положение камеры, оставляя без изменений основание всего детектора [2].

В результате разработки детектора рентгеновских изображений были получены следующие результаты:

- построена CAD модель системы визуализации (рентгеновского детектора) и разработана соответствующая эскизная конструкторская документация;
- изготовлены узлы детектора, произведена их сборка и настройка собранного макета устройства;
- разработано программное обеспечение управления цифровой системой визуализации;
- проведены испытания и определены характеристики [3] (размер рабочей области 100 мм x 100 мм, пространственное разрешение – 160 мкм) разработанной цифровой системы визуализации рентгеновских изображений.

Библиографический список

1. Behling, Rolf. Modern Diagnostic X-Ray Sources, Technology, Manufacturing, Reliability. Boca Raton, FL, USA: Taylor and Francis, CRC Press, 2015.
2. Ободовский А.В. Разработка и исследование технических средств микрофокусной рентгеновской томографии: дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)». С.-Петербург, 2018. 135 с.
3. French standard NF E 01-010, Mechatronics Vocabulary, 2008.

СРАВНЕНИЕ СКОРОСТЕЙ РАБОТЫ STM32 ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ БИБЛИОТЕК

А.О. Мордвинов

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

На текущий момент для разработки микроконтроллерного ПО существует довольно много разных средств. Для STM32 существует среда CubeIDE, включающая в себя CubeMX, позволяющий проводить настройку сложной периферии контроллера графически, а также имеющая в себе библиотеки HAL (Hardware Abstraction Layer).

Большая часть программы для разрабатываемой метеостанции работает с прерываниями – часть связана с органами управления (кнопками), часть с используемыми аппаратными возможностями контроллера. Само по себе прерывание должно выполняться быстро, но так ли критично в применении к решаемой задаче использование HAL?

Для проведения тестирования была взята плата NUCLEO-F103RB и написаны код с применением функций HAL и код с прямым обращением к регистрам. Стартовая инициализация периферии создавалась с помощью CubeMX в обоих случаях: HSE – включен, 8 МГц; PLL – включена, на всех шинах и ядре частота 32 МГц; GPIOC вывод №13 – работа на выход, режим Push-Pull, без подтяжки, скорость – Low; USART1 – режим асинхронный, без аппаратного контроля потока (CTS и RTS отключены), скорость 115200 бод, 8 бит данных, контроль четности отключен, один стоповый бит.

Код выполняет простую операцию: сначала генерируется 8 импульсов на выводе 13 порта C, затем по UART передается строка из 2 символов "UA", после этого стоит задержка в 100 мс.

Анализ результатов производился с помощью прибора Analog Discovery 2 под управлением ПО WaveForms 2015. Триггер настроен по посылке стартового бита UART. Для прямого обращения к регистрам частота выборки соответствует 33,33 МГц, число сэмплов – 16384, для HAL частота 20 МГц, число сэмплов 8000.

В таблице приведены экспериментальные данные.

Данные, полученные в ходе эксперимента

	Ширина импульса, нс	Задержка перед передачей, мкс
HAL	1340	7,74
CMSIS	211	1,77

В применении к поставленной задаче быстродействия HAL достаточно: самая затратная задача в прерывании – инициализация LCD-дисплея программно эмулируемым интерфейсом, но сам дисплей требует времени на обработку обычной команды порядка 37 мкс [1]. Также не столь значителен выигрыш в уменьшении задержки перед началом передачи: при скорости 115200 бод это время сравнимо с временем передачи одного бита информации, а обмен данными ведется строками более 10 символов.

1. HD44780U (LCD II) / Dot Matrix Liquid Crystal Display Controller/Driver. Hitachi. Rev. 0.0.

И.А. БЫКОВ

Микропроцессорный счётчик ЭЭ представляет собой специальный промышленный компьютер, непрерывно функционирующий под управлением «жёсткой» программы в течение длительного времени [1]. Технические параметры и метрологические характеристики расчётных электросчётчиков, предназначенных для коммерческого учёта, должны отвечать требованиям ГОСТ 30206-94 [2].

1. Авдеев Б.Я. и др. под ред. Душина Е.М. Основы метрологии и электрические измерения, 1987. – 480 с.

2. Друзьякин И. Г., Лыков А. Н. Микропроцессорные средства автоматизации энергетических систем // Часть 1 Микропроцессорные счетчики электрической энергии: учеб. пособие // Издательство Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2011. – 10 с.

3. ADE 7755 Data Sheet. URL:
<https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADE7755.pdf>.

4. STPM10 Data Sheet. URL:
https://www.st.com/content/st_com/en/products/data-converters/metering-ics/stpm10.html.

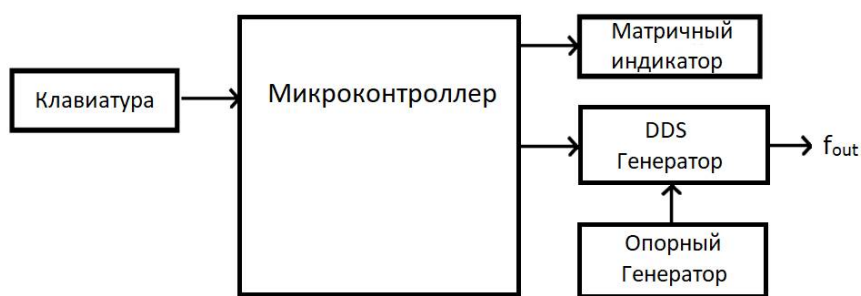
РАЗРАБОТКА НИЗКОЧАСТОТНОГО ГЕНЕРАТОРА С ЦИФРОВОЙ ПЕРЕСТРОЙКОЙ

Е.А. Чекмасов

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

Низкочастотный генератор сигналов – это электронный испытательный прибор, который выдает точно откалиброванный сигнал на частотах от 1Гц до 100кГц. Генератор выдает сигнал, который можно регулировать в соответствии с частотой, фазовым сдвигом и формой волны.

Разработка низкочастотного генератора с цифровой перестройкой основана на методе прямого цифрового синтеза сигналов DDS (Direct Digital Synthesizer) [1]. Данный метод позволяет генерировать сигналы специальной и произвольной формы и синтезировать гармонические сигналы множества частот. Основными преимуществами прямого цифрового синтеза перед другими методами являются: цифровое управление частотой и фазой выходного сигнала; высокое разрешение по частоте и фазе; быстрый переход на другую частоту (фазу), перестройка по частоте без разрыва фазы; цифровой интерфейс дает возможность легко реализовать управление с микроконтроллера.



Блок схема низкочастотного генератора с цифровой перестройкой

При использовании кварцевого резонатора 25 МГц точность выходной частоты генератора достигает 0.1 Гц, что является частотой дискретизации.

Через клавиатуру задаем коэффициент деления, который записывается в частотные регистры AD9833. В итоге на выходе DDS генератор вырабатывает суммированный сигнал в соответствии с коэффициентом деления и частотой дискретизации.

В результате выполнения работы были выбраны элементы, входящие в блок схему, составлена принципиальная схема устройства, разработана программа для ввода значения частоты с учетомдребезга контактов и отображения на матричном индикаторе.

1. Дьяконов В. П. Генерация и генераторы сигналов / В. П. Дьяконов. — М. : ДМК Пресс, 2009. – С. 52-53

РАЗРАБОТКА ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ ВЕНТИЛЯТОРА КОРОННОГО РАЗРЯДА

А.А. Коровин

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

В настоящее время для устранения запахов, обеззараживания воздуха и воды используются вентиляторы коронного разряда. Принцип работы таких устройств основан на явлении электрического ветра [1,2,3].

Вентилятор коронного разряда состоит из двух главных элементов: высоковольтный источник питания и электродная система [2]. Целью данной работы является разработка источника питания для озонатора.

Предлагаемая в данной публикации схема источника питания (рис.1) формирует напряжение сложной формы. Комбинированное напряжение - это подача на электродную систему постоянного напряжения, на которое накладываются высоковольтные импульсы малой длительности [2,4]. Такой вид напряжения позволяет не только увеличить скорость электрического ветра, но и уменьшить напряжение газового пробоя, массогабаритные показатели конструкции источника [2,4].

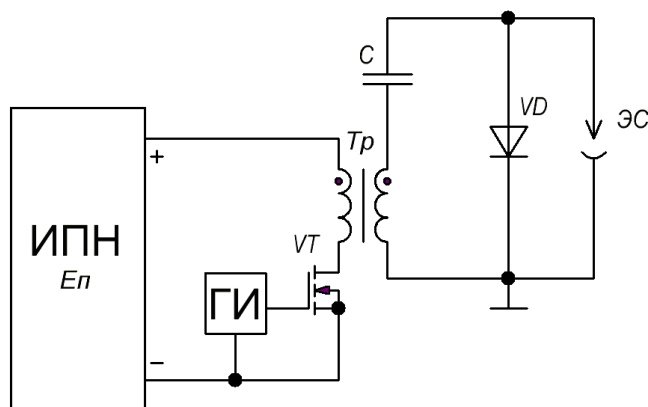


Рисунок 1 – Схема источника питания вентилятора коронного разряда

На рисунке1 приведена схема источника питания вентилятора коронного разряда, где ГИ - генератор импульсов, формирующий импульсы для управления транзистором VT, ЭС - электродная система, ИПН - источник постоянного напряжения, к которому подключен повышающий трансформатор Тр с коэффициентом трансформации n . Параллельно электродной системе подключаются выпрямительный диод VD и накопительный конденсатор C последовательно со вторичной обмоткой трансформатора.

На основе принципиальной схемы был собран макет и было произведено снятие выходного напряжения (рис.2).

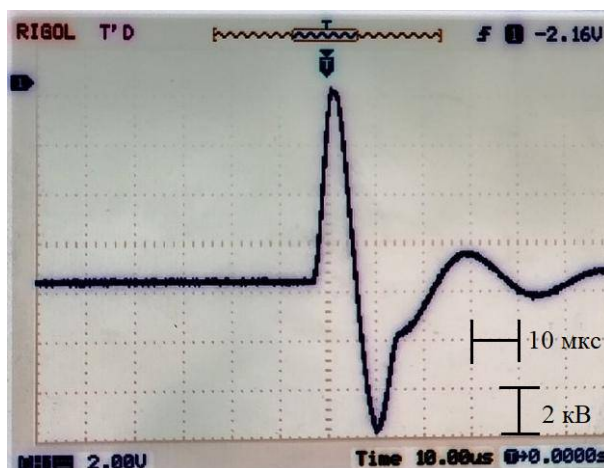


Рисунок 2 – Осциллограмма напряжения на нагрузке (отрицательная полярность)

Из рисунка 2 видно, что высоковольтное напряжение получается за счет зарядки конденсатора C через повышающий импульсный трансформатор при прямом включении транзистора. В дальнейшем конденсатор C выполняет функцию источника высоковольтного постоянного напряжения. На обратном ходе, при выключении транзистора, формируется высоковольтный импульс напряжения.

Таким образом, снятие осциллограммы напряжения на нагрузке показало, что полученная форма напряжения соответствует теоретической.

Библиографический список

1. Литвиненко Т.Н. Повышение энергоэффективности формирователей высоковольтных импульсов с наносекундной длительностью: дис.канд.тех.наук. - Запорожье, 2016.
2. Верещагин Н.М., Коровин А.А., Васильев В.В. О скорости электрического ветра // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2020: Сборник трудов Международного научно-технического форума. – Рязань: РГРТУ. - 2020. Т. 2. С. 155 – 160.
3. Коровин А.А. Изучение коронного разряда // Научный альманах.2020. №63. С.22-24
4. Коровин А.А., Сырова Е.С. Концепция проектирования устройств формирования напряжения комбинированного типа // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса: Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ им. П.А. Костычева. – 2020. Часть 2. С. 143-148.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО АЛГОРИТМА РАБОТЫ ГЕНЕРАТОРА ЗАДАЮЩИХ ИМПУЛЬСОВ ДЛЯ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОРАЗРЯДНЫМ ПРЕРЫВАТЕЛЕМ ТОКА ПОСТРОЕННОГО НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА СЕРИИ STM32

П.В. Нурғалиев

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

Газонаполненные разрядные переключающие устройства широко применяются для генерации высоковольтных импульсов. Многие уже существующие приборы, не могут решить все актуальные проблемы генерации, поэтому требуется изобретение новых переключателей с расширенным списком возможностей.

Генераторы, имеющие в своем составе газоразрядный прерыватель тока в сочетании с индуктивным накопителем энергии, способны формировать импульсы напряжения до 100 кВ.

Одним из ключевых элементов генератора импульсов напряжения является задающий генератор, который обеспечивает импульсы управления всей системы. В работе [1] были представлены основные функциональные возможности задающего генератора и блок-схема работы алгоритма программного кода для микроконтроллера, а далее были рассмотрены соответствующие особенности работы его элементов и проектирование на печатной плате. В данной работе приводятся характеристики работы основного элемента - микроконтроллера, полученные в результате исследования.

У Микроконтроллеров серии STM32 (далее МК STM32) имеются внутренние RC-генераторы, способные синхронизировать встроенную схему ФАПЧ, а также частотные делители, необходимые для создания нужной рабочей частоты.

У МК STM32 имеется четыре блока 16 битных таймеров, необходимые для генерации управляющих импульсов и регулировки их параметров.

Регулировка производится пользователем с внешних кнопок, которые подключаются к портам ввода-вывода МК STM32. [2,3]

Библиографический список

1. Материалы V Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы современной науки и производства». – Рязань: РГРТУ, 2020 - 564 с. – стр. 19.
2. Trevor Martin, «The Insiders Guide to the STM32 ARM based Microcontroller Hitex» - Hitex (UK) Ltd. Sir William Lyons Road University Of Warwick Science Park Coventry, CV4 7EZ United Kingdom. February 2008.
3. Datasheet STM32H7 series - <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32h750vb.html>

СЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ»

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ НА ПОДСТАНЦИИ 110/35/10

А.В. Сафрошкин

Научный руководитель – Суворов Д.В., канд. техн. наук, доцент

Главной функцией трансформаторной подстанции является прием и преобразование электроэнергии с последующей передачей ее потребителям. При этом, в зависимости от потребностей самих потребителей, трансформаторные подстанции обеспечивают повышение или понижение напряжения до его необходимого уровня [1].

Выключатель - основной аппарат в электроустановках. Он предназначен для включения и отключения цепи в ненормальных и аварийных режимах: длительная нагрузка, перегрузка, короткое замыкание и т.д.

Важным критерием для обеспечения надежности и бесперебойной работы энергосистемы является правильный выбор схем распределительных устройств на всех классах напряжения [2]. Определяющими факторами в выборе схемы распределения электроснабжения на стороне высшего напряжения являются:

- число присоединений;
- категория надежности электроснабжения;
- перспективное развитие района, в котором расположена ПС.

Анализ эффективности работы электрической сети является важным элементом в работе всей системы электроснабжения, так как позволяет оценить работу системы по следующим параметрам:

- 1) качество передаваемой электроэнергии;
- 2) надежность работы электрооборудования и систем электроснабжения;
- 3) живучесть электрической сети;
- 4) потери электроэнергии.

Анализ эффективности работы электрической сети позволяет контролировать данные показатели и своевременно реагировать на их изменения.

Анализируя эффективность работы систем электроснабжения, мы можем следить и поддерживать показатели качества электроэнергии и надежность электрооборудования на заданном уровне, обеспечивая тем самым качественную работу электрических сетей и надежное электроснабжение потребителей.

Библиографический список

1. Барыбин Ю.Г. Справочник по проектированию электроснабжения/Ю.Г. Барыбин, Л.Е.Федорова, М.Г. Зименкова, А.Г. Смирнова. – М.: 2010.
2. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб.для вузов / Б. И. Кудрин. - Гриф УМО. - М.: Интермет Инжиниринг, 2008.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗЕРВНЫХ ЗАЩИТ ТРАНЗИТНЫХ ЛЭП 110-220 кВ И АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ИХ СРАБАТЫВАНИЯ

И.Д. Ипец

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

При устранении КЗ существуют случаи отказов действия РЗ и выключателей. Подобного рода отказы нельзя игнорировать, поскольку отказ РЗ или выключателя является неотключением КЗ, то есть в сети снижается напряжение и длительно протекают токи короткого замыкания. Вкупе с применением мер по повышению надёжности срабатывания устройств релейной защиты (РЗ) и выключателей наиболее важное значение приобретает резервирование отключения КЗ в случае отказа выключателя или воздействующих на него устройств релейной защиты. Функции резервирования действия РЗ осуществляют резервные защиты [1].

Основные виды защит, устанавливаемых в качестве резервных:

- токовая отсечка (ТО);
- дистанционная 3-ступенчатая защита (ДЗ);
- направленная токовая 4-ступенчатая защита нулевой последовательности (НТЗНП).

Токовая отсечка чувствительна ко всем видам КЗ и работает без выдержки времени. Когда её применение в основном режиме не является целесообразным по критериям селективности, она вводится в действие в случае при включении линии устройством ТАПВ или ключом управления.

НТЗНП чувствительна к одно- и двухфазным КЗ на «землю» и не чувствительна к трехфазным, двухфазным КЗ без «земли» и к токам нагрузки.

Дистанционные защиты (ДЗ) – это защиты, действующие с относительной селективностью, формируемые с применением реле сопротивления. При качениях в ЭЭ системе применяется устройство блокировки ДЗ – для исключения ложного срабатывания. ДЗ выполняется для устранения междуфазных КЗ, а также и для действия при однофазном КЗ, но с более короткой зоной.

Совокупность устройств РЗ на панели резервных защит должна обеспечивать резервирование защит от всех видов повреждений.

Панель типа ЭПЗ-1636 – представитель наиболее распространенных электромеханических типов панелей защит в сетях 110-220 кВ.

ШДЭ-2801, ШДЭ-2802 – шкафы РЗ, выполненные на микроэлектронной базе, предназначены для работы в качестве основной, а также резервной защиты линий 110-220 кВ. Резервными защитами в данных типах шкафов являются: двухступенчатая токовая направленная защита нулевой последовательности и двухступенчатая дистанционная защита [2].

Библиографический список

1. Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем: учеб. пособие для техникумов. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 800 с.: ил. ISBN 978-5-283-03258-1.
2. Интернет-ресурс «Энергетика», foraenergy.ru. (Дата обращения: 11.04.21).

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ОБЪЕКТОВ

А.А. Васильев

Научный руководитель - Иваников А.С., канд. техн. наук, доцент

На данный момент фотоэлектрическая энергия является одной из основных форм использования солнечной энергии. А технология производства солнечных панелей стремительно развивается и является очень эффективной.

Сокращение объёмов энергетических ресурсов и загрязнение окружающей среды - неизбежная действительность. Основная форма использования солнечной энергии - это преобразование фототермической солнечной энергии. В этом случае происходят фотоэлектрические и фотохимические преобразования, использованные довольно чистым способом. Развивается данное направление энергетики пока медленно, но в будущем человечество может достичь значительного прогресса в сфере автономной энергетики.

Большая часть проектов по использованию альтернативных источников связана с солнечной энергией. Производителями солнечных батарей ведётся активная рекламная кампания для увеличения продаж преобразователей энергии и солнечных панелей. Они преподносят свои продукты как наиболее эффективные, выгодные, экологичные и бесшумные. Но здесь есть не только преимущества. Перед покупкой и установкой солнечных панелей в качестве основного источника тепла стоит помнить о некоторых недостатках подобного способа получения энергии:

- высокая стоимость солнечной электроэнергии;
- сравнительно небольшая мощность источника энергии;
- сложный ремонт и ограничения в сроке службы солнечных кремниевых панелей.

Все указанные недостатки такого источника энергии, в первую очередь, связаны с довольно высокой стоимостью самого солнечного элемента.

Главный показатель, который используется при расчёте проекта электрики жилого дома, - общая потребляемая мощность. После заказа проекта владелец дома получает цифру, означающую величину потребляемой мощности. Заказчику может быть полезно понять ориентировочную потребляемую мощность до заказа проекта, на этапе закупки «киловатт». Для этого используется предварительный расчет. Он может помочь заказчику определиться с величиной покупаемой мощности, а также переосмыслить свои потребности в части энергопотребления. Часто бывает выгоднее отказаться от некоторых электропотребителей, чем переплачивать за лишние киловатты.

После того как был произведён расчет потребляемой мощности, нужно подобрать оборудование, используемое в солнечной фотоэлектрической станции. Солнечная фотоэлектрическая станция состоит из фотоэлектрических модулей (ФЭМ), инвертора высокой мощности, аккумуляторных батарей (АКБ) и контроллера заряда.

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ НАДЕЖНОСТЬ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Д.И. Кочетков

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

Противоаварийная автоматика (ПА) – комплекс автоматизированных устройств, предназначенных для предотвращения, локализации и прекращения аварий в электроэнергетике.

Факторов, влияющих на надежность ПА, существует бесчисленное множество, однако среди них можно выделить основные: низкая надежность комплектующих элементов, схемно-конструктивные недостатки, технологические недостатки, недостаточный контроль качества изделия, низкая защищенность ПА от внешних воздействий.

Характеристики показателей надежности (ПН) подразделяют на две группы: качественные и количественные. Чаще используются количественные характеристики, поскольку их можно выразить математически в отличие от качественных. Самыми применяемыми критериями надежности являются вероятность отказов (интегральная функция распределения случайной величины) и вероятность безотказной работы (вероятность события, когда время безотказной работы больше общего времени) [1].

Согласно ГОСТ 27.301-95, различают следующие методы расчета и определения ПН: методы прогнозирования, структурные методы расчета, физические методы расчета.

Метод прогнозирования основан на использовании известных данных об изделии, таких как конструктивное исполнение, технология производства, элементная база, материалы, режимы работы. На основе этой информации выявляются тенденции изменения ПН и составляется общий ожидаемый уровень надежности.

Структурный метод расчета подразумевает представление изделия как логической схемы, учитывающей его состояния, переходы между ними, взаимодействие изделия с другими частями системы и выполняемой им работой. На основе полученной структурной схемы составляется математическая модель, с помощью которой и вычисляются ПН изделия.

Физический метод расчета также основан на математической модели, однако в данном методе модель учитывает различные физические процессы, приводящие к отказу. С помощью полученной модели вычисляются ПН по известным параметрам нагруженности изделия, а также характеристикам применяемых материалов [2].

Из анализа приведенных методов наиболее перспективным для расчета ПН ПА является структурный метод.

Библиографический список

1. Власова А.М., Андреев П.Г., Наумова И.Ю. Надежность и качество радиоэлектронной аппаратуры// Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». Том 1. 2016. 313-314 с.
2. ГОСТ 27.301-95. Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РЕЗЕРВНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Д.Б. Заборов

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

Возобновляемые источники электроэнергии (ВИЭ) – энергия полученная из солнечного света, ветра, с помощью больших и малых гидроэлектростанций, генераторов на биотопливе, приливная энергетика и энергия геотермальных источников [1]. Данная отрасль рассматривается особенно пристально с точки зрения стагнационного и инновационного сценариев развития энергетики. По данным Министерства энергетики РФ благодаря программе стимулирования ВИЭ в 2019 было введено в эксплуатацию около 531 МВт на основе ВИЭ, общая мощность данного сектора составляет 1,1 ГВт.

Проанализированы основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности за счет использования возобновляемых источников электроэнергии. Рассмотрены механизмы и меры поддержки ВИЭ, возведенные в последние годы электростанции и проекты, запланированные на ближайшее будущее. Исследована возможность возведения и эффективного использования ВИЭ в Рязанской области, в качестве резервного электроснабжения.

Для адекватного использования ВИЭ необходимо выяснить географические и климатические особенности местности. Рязанская область входит в зону умеренного климата и имеет порядка 1900 часов солнечных часов. Это не позволяет использовать крупные солнечные электростанции, но не исключает частного использования солнечных панелей на крышах домов. Выяснены средние показатели скорости ветра, что составило около 3,5 м/с, это подходит для выработки энергии с помощью ветряных электрогенераторов, наибольшая сила ветра наблюдается в осенний период 4,5 – 5,5 м/с [2]. Рассмотрена возможность использования малой гидроэлектростанции.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 54531-2011 Нетрадиционные технологии. Возобновляемые и альтернативные источники энергии. Термины и определения.
2. Ветроэнергетика России, морская (офшорная) ветроэнергетика, [Электронный ресурс], // elibrary.ru Научная электронная библиотека, 2018. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37728708> (дата обращения 01.03.2021).

ДУГОГАСЯЩИЕ КАТУШКИ НА ПП «ДЯГИЛЕВСКАЯ ТЭЦ»

П.В. Андрейкин

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

Целью исследования является подбор оптимальных вариантов, конструктивных составляющих, а также характеристик элементов, которые входят в состав устройств компенсации ёмкостного тока однофазного замыкания на «землю», с конденсаторным регулированием тока на Дягилевской ТЭЦ.

Дугогасящие катушки № 1 и № 2 (ДГК с переключаемыми отпайками), установленные на Дягилевской ТЭЦ в 1959 году, изготовлены в 1958 году. Они расположены в ячейках №№ 2, 22 ГРУ 6 кВ I – II секциях шин. Мощность их составляет 350 кВА, ток 100А, тип ЗРОМ – 350/6, маслонаполненные. Для регулирования тока катушки снабжены переключателями токов, которые имеют 5 положений. Регулировка напряжения сигнальной обмотки производится присоединением отходящих проводов к соответствующим выводам сигнальной обмотки.

Дугогасящие катушки подключаются к нулевым выводам обмоток трансформаторов собственных нужд посредством кабелей и разъединителей, расположенных в ячейках катушек. С помощью разъединителей дугогасящие катушки № 1 и № 2 могут быть подключены к соответствующим рабочим трансформаторам ТСН-1 или ТСН-2. ДГК-3, 4 (1981 года) и трансформаторы дугогасящих катушек установлены на ОРУ-110 кВ и питаются с ячеек №308 (ДГК-3) и №437 (ДГК-4) ГРУ-6 кВ (секции шин III, IV). Силовая обмотка ДГК подключается одним выводом к «земле», а вторым – через разъединитель к нулевому выводу трансформатора ДГК. Тип РЗДПОМ (плунжерным регулированием воздушного зазора магнитопровода).

К главным минусам такого типа реакторов относятся:

1. Относительно низкая надёжность, а также небольшой ресурс электромеханических узлов.
2. Малое быстродействие: как правило, в диапазоне от 40 до 60 секунд и в отдельных случаях до 120 секунд на весь диапазон регулирования ДГК.

Рассмотрим переход от плунжерных ДГК к ДГК с конденсаторным регулированием.

Выделим сильные стороны ДГК с конденсаторным регулированием относительно плунжерных ДГК:

- простая конструкция обмоток и магнитопровода;
- затраты на электроэнергию относительно небольшие, а также в токе реактора отсутствуют высшие гармоники;
- при использовании полупроводниковых коммутаторов для регулирования ступеней конденсаторов не исключен вариант абсолютно статического исполнения;
- быстродействие автоматического переключения тока и точность настройки.

Ресурс работы до капитального ремонта ДГК с конденсаторным регулированием зависит только от срока службы конденсаторных батарей, а также коммутационной аппаратуры.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СРАБАТЫВАНИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

Ф.Н. Бутаев

Научный руководитель - А.А. Трубицын, д-р техн. наук, доцент

В настоящее время быстрыми шагами в энергетические системы внедряется распределенная генерация. При этом существенно меняются соотношения рабочих токов и токов коротких замыканий. Для осуществления правильного функционирования релейной защиты в таких условиях необходимо автоматическое изменение параметров срабатывания релейной защиты и автоматики.

С внедрением современных информационных технологических решений в электроэнергетике рождается условие для разработки новых принципов функционирования систем релейной защиты и автоматики, повышения их технического совершенства и надежности. При разработке устройств релейной защиты и автоматики с использованием международного стандарта МЭК-61850 появляется возможность использования специальных вычислительных комплексов. Основным отличием данных комплексов от микропроцессорных терминалов является возможность свободной конфигурации и оптимизация состава выполняемых ими функций релейной защиты и автоматики.

Внедрение автоматической системы расчета параметров срабатывания релейной защиты позволит перейти к созданию интеллектуальных систем релейной защиты и автоматики, обладающих свойствами самонастройки и самоорганизации, что необходимо для создания интеллектуальной электроэнергетической системы, обеспечения автоматизированных расчетов.

Система автоматического расчета параметров срабатывания релейной защиты:

- значительно увеличит чувствительность защиты за счет адаптации уставок защиты к реконфигурациям электросети, изменениям ее нагрузок и режимов, наличию распределенной генерации,
- сократит количество неправильных действий защит за счет сокращения доли влияния человеческого фактора на расчеты;
- увеличит надежность системы.

Для реализации такой системы:

- необходимы дополнительные вычислительные и коммуникационные ресурсы;
- необходимы новые технические средства РЗА и ЛВС;
- возможно изменение подхода к проектированию, наладке и эксплуатации;
- возможно изменение подхода к обеспечению надежности РЗА.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УЧАСТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ПОДСТАНЦИИ 35/10 КВ «ДУДКИНО»

Р.Н. Лузянин

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

Анализ эффективности работы электрической сети является важным элементом в работе всей системы электроснабжения, так как позволяет оценить работу системы по следующим параметрам:

- 1) качество передаваемой электроэнергии;
- 2) надежность работы электрооборудования и систем электроснабжения;
- 3) живучесть электрической сети;
- 4) потери электроэнергии.

Качество передаваемой электроэнергии характеризуется показателями качества электроэнергии (ПКЭ) и показывает степень соответствия параметров электрической энергии их установленным значениям.

Надежность работы оборудования является основным показателем качества электрооборудования и характеризует его работу в различных условиях эксплуатации. Надежность применительно к системам электроснабжения характеризуется бесперебойным снабжением электроэнергией в пределах допустимых показателей ее качества и исключением ситуаций, опасных для людей и окружающей среды. При этом объект должен быть работоспособным.

Надежность закладывается при проектировании, обеспечивается при изготовлении, расходуется и поддерживается при эксплуатации.

Живучесть электрической сети напрямую связана с надежностью электрооборудования и отражает возможность возникновения различных неисправностей, оценивает время необходимое для их устранения. Она позволяет найти слабые места в структуре энергосистемы, и либо устранить возможность аварии, либо уделить этому месту особое внимание, чтобы в дальнейшем при возникновении в этом месте аварии быстрее ликвидировать. Также живучесть позволяет оценить работу устройств релейной защиты и автоматики по ликвидации последствий аварий.

Потери электроэнергии неизбежно возникают при передаче электроэнергии до потребителей и являются неотъемлемой частью электробаланса энергетической системы. Под потерями подразумевается разность между электроэнергией, отпущенной в сеть, и электроэнергией, фактически поступившей потребителям. Таким образом, под потерями электроэнергии понимаются технологические потери, представляющие собой сумму технических потерь, расхода электроэнергии на СН подстанций и коммерческих потерь.

Анализ эффективности работы электрической сети позволяет контролировать данные показатели и своевременно реагировать на их изменения.

Анализируя эффективность работы систем электроснабжения, мы можем следить и поддерживать показатели качества электроэнергии и надежность электрооборудования на заданном уровне, обеспечивая тем самым качественную работу электрических сетей и надежное электроснабжение потребителей.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА ПРОБОЙ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ.

А.Д. Ойцев

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

Изоляторы предназначены для того, чтобы можно было воспринимать механические усилия, которые возникают в токоведущих частях при появлении в них токов короткого замыкания, а также для электрической изоляции токоведущих частей друг от друга и от земли.

В соответствии с Правилами устройства установок (ПУЭ), чтобы испытать изоляторы на пробой, нужно выполнить следующие задачи:

1. Измерить сопротивление изоляции многоэлементных и подвесных изоляторов.
2. Испытать однокомпонентные опорные изоляторы и многокомпонентные подвесные и опорные изоляторы, используя повышенное напряжение промышленной частоты.

Чтобы найти сопротивление изоляции, можно использовать мегаомметр. Это устройство, которое состоит из добавочных сопротивлений, магнитоэлектрического логометра и источника напряжения. Генератор постоянного тока с ручным приводом можно использовать в качестве источника напряжения. Производится измерение сопротивления изоляции последней и измерительной обкладок вводов с бумажно-масляной изоляцией относительно соединительной втулки. Сопротивление можно определить с помощью мегаомметра, который рассчитан на напряжение 2,5 кВ, мегаомметр может принимать значения не менее 10 ГОм. Для опорных и подвесных изоляторов, которые содержат множество элементов, испытание проводится при напряжении, которое равно 50 кВ и прикладывается ко всем компонентам изолятора.

Предлагаемая система испытания высоковольтных изоляторов базируется на применении схемы генератора высоковольтных импульсов с индуктивным накопителем энергии. К выходу генератора подключается высоковольтный конденсатор (зарядная установка). Тестируемый высоковольтный изолятор подключается параллельно к выходному конденсатору, что приводит к установлению режима работы генератора на активную емкостную нагрузку.

Испытательная установка включает в себя импульсный трансформатор, где вторичная обмотка подключена к нагрузочному конденсатору через защитный диод, на первичную обмотку подводится выходное напряжение с генератора высоковольтных импульсов с индуктивным накопителем энергии и газоразрядным коммутатором тока, в котором первичная обмотка импульсного трансформатора является индуктивным накопителем энергии. В конструкции трансформатора может отсутствовать, а может использоваться магнитопровод. Регулировка уровня выходного напряжения обеспечивается за счет изменения величины обрываемого тока. В данном случае устройство позволяет сохранить на первоначальном уровне свои массогабаритные показатели, при этом оно считается гальванически развязанным с высоковольтным конденсатором и тестируемым высоковольтным изолятором.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ НАВЕДЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

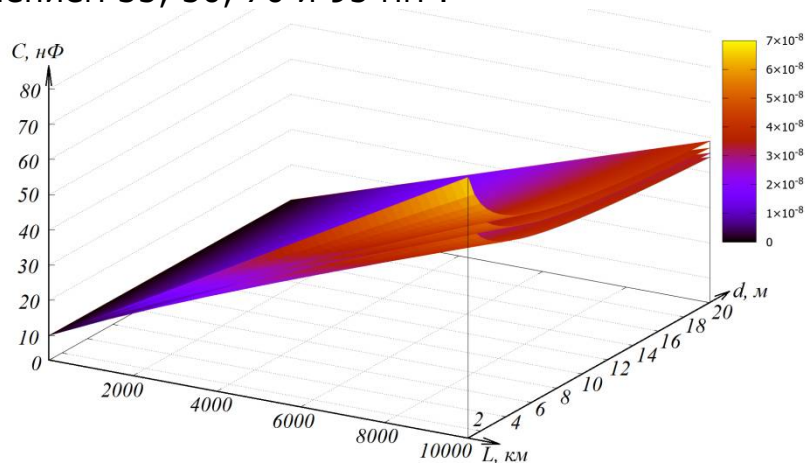
А.А. Харьков

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

Системы электроснабжения распределительных электрических сетей в основном (свыше 90 % от общей протяженности линий электропередачи) выполнены воздушными линиями электропередачи с неизолированными проводами. При сближении или пересечении воздушных линий друг с другом в сети возникает наведенное напряжение. Влияние линии, находящейся под напряжением (далее – влияющая линия), на отключенную линию условно подразделяется на три составляющие – электрическую, магнитную и кондуктивную [1].

Проанализирована электрическая составляющая наведенного напряжения воздушных линий электропередачи. Рассмотрено изменение электрической составляющей наведенного напряжения от величины создаваемой емкости между влияющей и отключенной линиями и землей. Исследовано ее изменение от протяженности участка влияния и расстояния между проводами в распределительной сети напряжением 6-110 кВ.

Электрическая составляющая емкости обусловлена напряжением на проводниках, взаимной емкостью проводников отключенной и влияющей линий, а также емкостью проводников отключенной линии относительно земли [1]. Построены зависимости величины емкости между отключенной и влияющей линиями от протяженности участка влияния (L) и от расстояния между проводами (d) в сети напряжением 35 кВ для проводов сечением 35, 50, 70 и 95 мм².



Зависимость емкости от протяженности участка влияния (L) и от расстояния между проводами (d) в сети напряжением 35 кВ

Выявлено, что величина наведенного напряжения тем больше, чем меньше расстояние между отключенной и влияющей линиями. С расстояния между линиями в 100 м емкость одной линии относительно другой перестает оказывать существенное влияние на суммарную емкость, в то время как емкость линии относительно земли остается постоянной.

1. Бессонов В. А. Электромагнитная совместимость: учеб. пособие. - Хабаровск: Издательство ДВГУПС, 2000. – 80 с.

АНАЛИЗ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПЕРВОЙ КАТЕГОРИИ И АВАРИЙНАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ БРОНЬ

А.А. Кузин

Научный руководитель – Махмудов М.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент

Цели работы – изучение основных принципов деления потребителей по категориям электроснабжения, анализ особенностей технологического присоединения потребителей первой и особой категории, изучение актов согласования аварийной и технологической брони и их содержания.

Анализируются и описываются основные принципы деления потребителей электроэнергии по категориям. Приводятся возможные схемы резервирования питания потребителей электроэнергии первой категории.

Производится описание актов согласования аварийной и технологической брони и цели их составления. Определяется величина брони и требования к электропотребителям, подключенным к токоприемникам технологической и аварийной брони. Приводится содержание актов технологической и аварийной брони.

В результате анализа электроприемников первой категории были сделаны следующие выводы:

- к электроприемникам первой категории относятся электроприемники, перерыв в электроснабжении которых не может превышать времени аварийного включения резерва;
- электроприемники первой категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух взаимно резервирующих независимых источников питания, согласно существующим схемам резервирования. Это может быть как ЛЭП, так и аккумуляторная батарея или генератор.

В результате анализа и изучения актов согласования технологической и аварийной брони:

- основой определения аварийной и технологической брони является содержащаяся в проектной документации схема электроснабжения энергопринимающих устройств;
- установлены величина брони, её сроки и объемы и требования к энергопринимающим устройствам, подключенным к токоприемникам технологической и аварийной брони;
- приведено содержание актов технологической и аварийной брони.

ОБЗОР И ПРИНЦИП УСТРОЙСТВА ЦИФРОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА

А.М. Бабий

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

Цели работы – обзор и анализ информации о устройстве и методах работы цифровых трансформаторов тока. Данный тип оборудования будет незаменим в процессе перехода к цифровой трансформации 2030.

Рассматривается информация об устройстве цифровых трансформаторов тока и принципе их работы, в частности обработка полученных аналоговых сигналов в цифровые [1]. Электронное устройство (блок) на первичной стороне преобразовывает выходные сигналы соответствующих первичных преобразователей в цифровой сигнал, далее происходит генерация пакетов данных и передача их через оптические кабели к электронным блокам на вторичной стороне. Электронный блок на вторичной стороне производит обработку полученных пакетов данных и отправляет их по оптическому кабелю на устройства релейной защиты, автоматики, коммерческого учета электроэнергии и другие устройства подстанции.

Электронные блоки преобразуют выходные сигналы первичных преобразователей мощности переменного и постоянного тока в цифровой сигнал, выполняют его обработку и передачу измеренных значений силы и напряжения переменного тока на релейную защиту, автоматику, коммерческий учет электроэнергии и другие устройства на подстанцию в соответствии с протоколом МЭК 61850-9 -2 (протокол передачи может быть изменен или дополнен другим протоколом по желанию заказчика). На выходе трансформаторы формируют несколько потоков мгновенных измерений тока и напряжения со следующими частотами дискретизации:

1. 4000 Гц
2. 12800 Гц

Первичные преобразователи состоят из малогабаритного ТТ, пояса Роговского, а также датчика постоянного тока. Малогабаритный ТТ передает информацию устройствам учета, а пояс Роговского и датчик постоянного тока – устройствам РЗА.

Преимущества применения цифровых трансформаторов тока: совместимость с традиционными и с современными микропроцессорными приборами РЗА и учета; не имеют свойства насыщения и не подвержены остаточной намагниченности; с данными ТТ можно использовать оптические кабели связи; взрыво и пожаробезопасны, а также имеют малые габариты.

1. Лебедев В.Д., Филатова Г.А., Нестерихин А.Е. Измерительные преобразователи тока для цифровых устройств релейной защиты и автоматики // Современные направления развития систем релейной защиты и автоматики энергосистем: научные труды IV Международной научно-технической конференции, г. Екатеринбург, 2013.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СЕТЯХ ДО 35 кВ

В.В. Бутушин

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

Цели работы – изучение различных методов энергосбережения в электрических сетях номинальным напряжением до 35 кВ, выбор наиболее эффективных способов снижения потерь и анализ возможных решений проблемы потерь электроэнергии в сетях.

Анализируется энергосистема России в своем текущем состоянии. Оценивается возможность внедрения различных энергосберегающих систем. Изучается возможность адаптировать имеющиеся в мире системы к нашему рынку и возможность их эффективного применения.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что в данный момент есть достаточно большое количество различных инновационных систем, для внедрения которых необходимо создавать специальные условия. На примере системы, построенной на основе активно-адаптивной сети [1], мы можем отметить следующие сдерживающие факторы: общий уровень развития силовой электроники, информационных технологий, распространённость альтернативных источников энергии, состояние нормативной базы и другие факторы. Эти факторы наглядно демонстрируют технологический разрыв между состоянием отечественных и зарубежных энергосистем. Именно на них стоит обратить внимание в первую очередь. Без устранения перечисленных факторов в развитии и функционировании отечественной электроэнергетики трудно рассчитывать на практическое воплощение концепции инновационного развития сетей в России.

Основную роль в снижении потерь в текущем положении могут сыграть повсеместная реконструкция, повышение сбалансированности режимов сетей и повышение надежности их работы, техническое перевооружение, увеличение пропускной способности [2]. В настоящее время основой для разработки мероприятий по энергосбережению помимо технического, должны учитываться экономический и правовой аспекты [3].

Библиографический список

1. Воропай Н.И., Курбацкий В.Г., Ефимов Д.Н., Колосок И.Н. Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы России с активно-адаптивной сетью. М.: ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», 2012. 219 с.
2. Воротницкий В.Э., Апраткин В.Н., Калинкина М.А. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях энергоснабжающих организаций "Энергосбережение". №3. 2000 г.
3. Галимова А.А. Основы энергосбережения в электроэнергетике: учеб. пособие. – Самара: Самарский государственный технический ун-т, 2013.

ЗАЩИТА ОТ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ В СЕТЯХ ДО 110 КВ НА ОСНОВЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ЗАЩИТ

П.Д.Карпухин

Научный руководитель – Васильева Т.Н., проф. каф. ПЭл, д.т.н.

Дано определение понятию “Однофазное замыкание на землю (ОЗЗ)”. Произведено описание процессов, происходящих при ОЗЗ при различных режимах работы нейтрали. Приведены распространённые факторы, которые могут влиять на работу защит[1].

Проведён обзор литературы по централизованным защитам от ОЗЗ в сетях до 110 кВ[2].

Выделено три вида защит от ОЗЗ. Приведено описание каждого типа защит, приведены функциональные схемы и принципы работы.

Произведён патентный поиск новейших видов защит от ОЗЗ:

1. Защита серии ГЕУМ. Производитель - НПП “Микропроцессорные технологии” [3].
2. Защита серии БМРЗ. Производитель - НТЦ “Мехатроника” [4].
3. Защита серии Сириус-ОЗЗ. Производитель - АО “Радиус Автоматика”[5].

К каждому централизованному устройству защиты от ОЗЗ приведены схемы, принципы работы, основные выполняемые функции и краткие технические характеристики.

В работе представлены основные достоинства и недостатки каждого типа защит. Также проведено сравнение защит от ОЗЗ в сетях до 110 кВ на основе патентного поиска.

Библиографический список

1. Шабад М. А. Защита от однофазных замыканий на землю в сетях 6 – 35 кВ. М.: НТФ “Энергопрогресс”, “Энергетик”, 2007.
2. Шуин В.А., Гусенков А.В. Защиты от замыканий на землю в электрических сетях 6–10 кВ. М: НТФ «Энергопрогресс», 2001. 104 с. [Библиотечка электротехника. Вып. 11(35)].
3. Микропроцессорные технологии, защиты от ОЗЗ серии ГЕУМ [Интернет-ресурс] Режим доступа: <http://i-mt.net/characteristics-geum>, свободный.
4. Мехатроника, интеллектуальные устройства релейной защиты серии БМРЗ [Интернет-ресурс] Режим доступа: <https://www.mtrele.ru/shop/relejnaya-zashhita/bmrz>, свободный.
5. Радиус Автоматика, устройства РЗА “Сириус-ОЗЗ” [Интернет-ресурс] Режим доступа: <https://www.rza.ru/catalog>, свободный.

**РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БАЗЫ АО «РЯЗАНЬГОРГАЗ»
ПО АДРЕСУ Г. РЯЗАНЬ, УЛ. ЗУБКОВОЙ, 4Б**

Т.Р. Котова

Научный руководитель – Агальцов К.Д., ассистент каф. ПЭЛ

Цели работы – анализ технических параметров современных аппаратов, современные методы переустройства оборудования распределительных устройств, экономически обоснованный выбор определения и оборудования [1].

Реконструкция системы электроснабжения производственной базы АО «Рязаньгоргаз» обусловлена необходимостью использования оборудования, которое отвечает современным требованиям к показателям качества, технологичности и надежности в противопоставление имеющемуся устройству, которое на данный момент времени является электротехнологически не пригодным для использования ввиду новых стандартов качества и использования. Устаревшее эксплуатационное оборудование и низкий рост процесса реконструкции распределительного устройства способствуют накоплению изношенного оборудования и, как следствие, росту затрат на его ремонт и ухудшению технико-экономических показателей работы предприятий (удельных расходов, расходов электроэнергии на собственные нужды, потерь электроэнергии в сетях).

Производятся все необходимые для разработки реконструкции данного распределительного устройства расчеты, выбор в соответствии с руководящими стандартами [2].

Рассматриваются надлежащие шаги реконструкции распределительного устройства, применение которых должно положительно сказаться на эффективности работы:

1. Расчет и замена выключателей
2. Расчет и замена трансформатора собственных нужд
3. Расчет и выбор релейной защиты распределительного устройства
4. Расчет заземления распределительного устройства

Библиографический список

1. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. – М.: Высшая школа, 1990.
2. Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения. Справочные материалы по электрооборудованию: учеб. пособие. Томск: Том. политехн. ун-т. 2005. – 168 с.

УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО СЕКЦИОНИРОВАНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 6...10 кВ

П.П. Маючий

Научный руководитель – Махмудов М.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент

Цели работы – ознакомление с устройствами автоматического секционирования воздушных линий электропередач 6-10 кВ (реклоузерами, РМИКами, ИКЗ), функциями данных аппаратов, анализ выбора оптимального количества устройств секционирования на линии.

Приводится краткое описание функций секционирующих аппаратов (реклоузеров, моторных разъединителей с индикаторами короткого замыкания, индикаторов короткого замыкания), их достоинств и недостатков относительно устройств неавтоматического секционирования ВЛ, а также относительно друг друга.

Производится анализ выбора оптимального места установки на линии реклоузеров, РМИКов и ИКЗ. В результате анализа были сделаны следующие выводы:

- Наиболее оптимальным для радиального фидера является применение 1-2 реклоузеров, а для кольцевого фидера – 3-4 секционирующих аппаратов [1].
- У РМИКов процесс гашения дуги осуществляется в воздушной среде, и, как у всех разъединителей, РМИКом разрешено отключать нагрузку не более 15 А, что не предполагает его установки в магистрали, а наиболее предпочтительным местом установки РМИКа являются крупные ответвления от магистрали. У реклоузеров же из-за наличия вакуумного выключателя предел отключающей нагрузки намного больше, чем у РМИКа, в силу этого реклоузер рекомендуется устанавливать на магистрали [2].
- ИКЗ рекомендовано устанавливать каждые 200-300 метров (3-5 пролётов) линии электропередачи для точного нахождения места аварии, что сильно увеличит стоимость технического перевооружения линии, поэтому ИКЗ устанавливают в совокупности с РМИКа на крупные ответвления от магистрали.

Библиографический список

1. Таврида Электрик: [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.tavrida.ru/>.

2. Попов В.А. Современные технические решения для повышения надежности функционирования воздушных линий номинальным напряжением 6, 10 кВ / В.А. Попов, В.В. Ткаченко, Ю.Д. Манойло // Промэлектро. №6, 2010. – С.28-36.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ АВТОНОМНЫХ ИНВЕРТОРОВ

И.С. Митряйкина

Научный руководитель – Сливкин Е.В., канд. техн. наук

В работе проведен анализ внутренних энергетических показателей автономного инвертора напряжения (АИН). Эффективность данного прибора характеризуется показателями входного, выходного и внутренних сигналов, которые, в свою очередь, сильно зависят от способа широтно-импульсной модуляции (ШИМ). В управлении АИН используются следующие два основных метода ШИМ: классический способ синусоидальной ШИМ и ШИМ с добавлением сигналов нулевой последовательности. Добавление сигнала нулевой последовательности дает расширение диапазона регулирования. В зависимости от характера данных сигналов второй способ делится на два: дискретный и непрерывный [1].

Для анализа выходных характеристик АИН чаще всего используют линейное напряжение, поскольку с данным напряжением не важна схема включения. В работе получены характеристики линейного напряжения для двухуровневого инвертора. Они характеризуются глубиной модуляции, количеством фаз АИН, регулировочной характеристикой и другими параметрами.

Из полученных характеристик сделан вывод о том, что чем больше количество фаз АИН, тем ниже качество выходных характеристик линейного напряжения АИН. Также установлено, что коэффициент гармоник не является критерием качества выходных сигналов.

Чаще всего в исследованиях выходного сигнала фазного напряжения АИН используют соединение «звезда без нулевого провода», так как из спектра выходного фазного напряжения исключаются гармоники нулевого напряжения.

По полученным в работе характеристикам выходного фазного напряжения можно сделать следующие выводы: регулировочные характеристики АИН не зависят от числа фаз преобразователя, синусоидальный способ ШИМ с вводом сигнала нулевой последовательности расширяет возможности регулирования фазного напряжения [2].

Таким образом, использование способа синусоидальной ШИМ с включением сигнала нулевой последовательности дает существенное увеличение регулировочной способности выходных сигналов как линейного, так и фазного напряжения.

Библиографический список

1. Holmes D.G. Pulse width modulation for power converters: principles and practice / D.G. Holmes, T.A. Lipo. – Hoboken, NJ: John Wiley, 2003.–669 p.
2. Баховцев И.А. Интегральные характеристики выходного напряжения трехфазного АИН с векторной ШИМ / И.А. Баховцев // Техническая электродинамика, тематич. выпуск ПСЭ. – Киев, 2008. Ч. 6. – С. 88 – 91.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

С.И. Овчинников

Научный руководитель – Сливкин Е.В., канд. техн.наук

Цели работы – исследование электрофизических характеристик, разработка методики для проверки автоматических выключателей и недопущения поступления некондиционной продукции.

Рекомендации настоящей методики применяются при проведении проверки и испытаний модульного и силового оборудования.

Данная разработанная методика создана для улучшения и периодического подтверждения качества продукции, в ней изложены основные методы испытаний продукции. Главная задача проверки – предупредить поступление некондиционной продукции. Производство, эксплуатация и испытания продукции проводятся в соответствии с национальными стандартами и регламентирующими документами Российской Федерации [3].

В отличие от предыдущей методики в новой появилось следующее:

1. Проверка конструкции и материала с помощью рентгенофлуоресцентного спектрометра, что позволяет улучшить материал контактных групп автоматического выключателя. Добавлен химический анализ контактных групп автоматического выключателя, соответствующий Директиве 2011/65/ЕС от 27/01/03 RoHS запрещающий использование вредных веществ - свинца, ртути, кадмия, шестивалентного хрома [1].
2. Проверка влияния температуры окружающей среды на характеристику расцепления (ГОСТ Р 50345-2010), что позволяет проверить, влияет ли температура окружающей среды на работоспособность автоматических выключателей, получить показания характеристик расцепления согласно ГОСТ Р 50345-2010 [2].
3. Проверка термостойкости. Позволяет определить изменения физических, механических и электрических свойств в зависимости от температуры и температурно-временной зависимости необратимого изменения свойств.

Библиографический список

1. Директива 2011/65/EU (RoHS) об ограничении содержания вредных веществ URL: <https://www.icqsc.eu/>.
2. ГОСТ Р 50345-2010 «Аппаратура малогабаритная электрическая. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения».
3. ГОСТ 6827-76 «Электрооборудование и приемники электрической энергии. Ряд номинальных токов».

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

Б.С. Дусмуродов

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

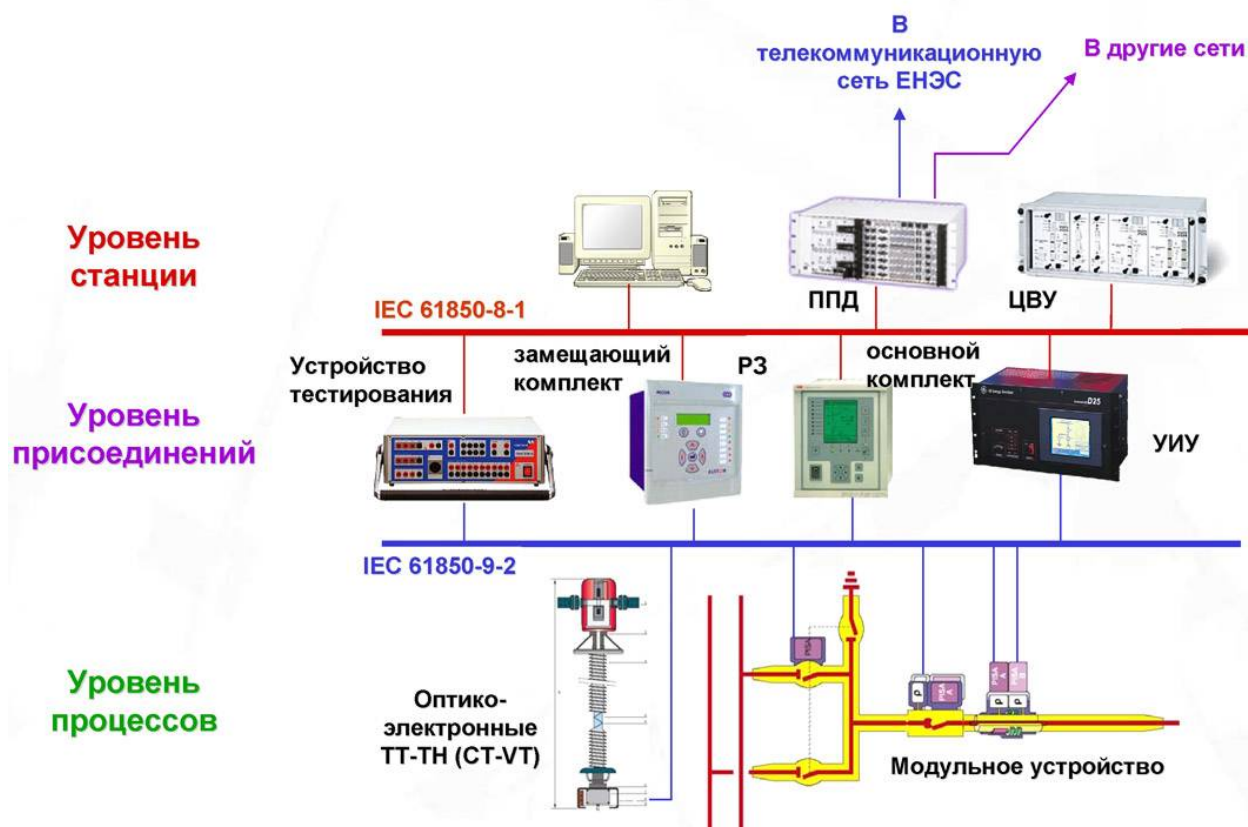
Рассматриваются особенности цифровых подстанций (ЦПС), система автоматизации ЦПС, особенности цифровых трансформаторов тока (ЦТТ), цифровых трансформаторов напряжения (ЦТН) и схемы их подключения.

Цифровая подстанция - это станция, оснащенная комплексом цифровых устройств, состоящая из интеллектуального первичного и вторичного оборудования, соединённого посредством протокола связи МЭК 61850.

Протокол связи МЭК 61850 – это стандарт связи в подстанциях, описывающий свод правил для организации событийного протокола передачи данных. Основным отличием и достоинством протокола связи МЭК 61850 от других стандартов является то, что в нём описываются схемы подстанции, релейной защиты и автоматики, измерений и конфигурации устройств.

Система автоматизации цифровой подстанции подразделяется:

1. на полевой уровень (уровень процесса);
2. на уровень присоединения;
3. на станционный уровень.

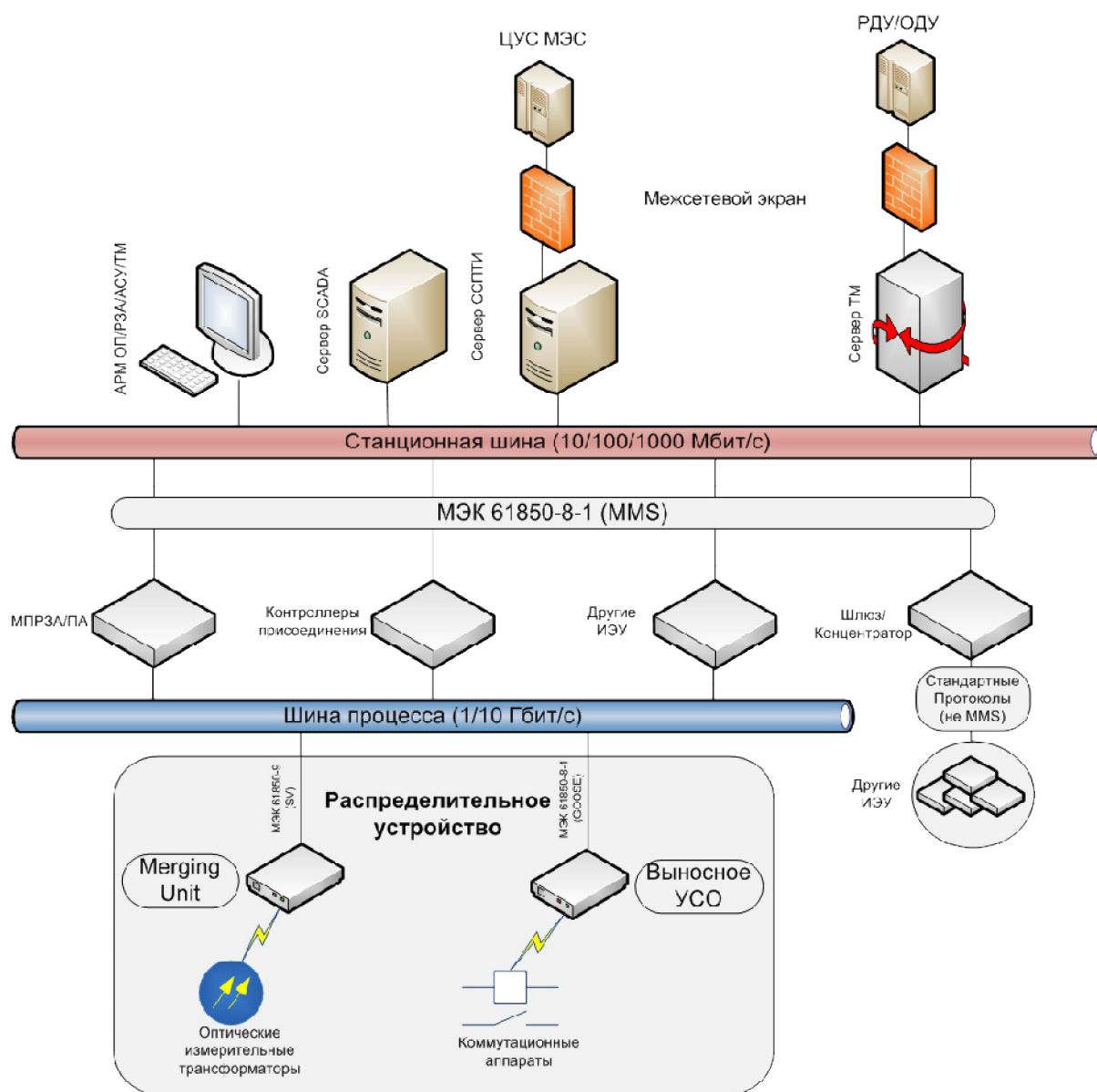


Структурная схема автоматизации ЦПС

На полевом уровне объединяется все силовое и технологическое оборудование, формируются интеллектуальные модули. Новейшие модели измерительных трансформаторов и коммутационных аппаратов оснащены специальными блоками, с помощью которых, измерительные трансформаторы и коммутационные аппараты подключаются к цифровой сети под-

станции напрямую. В классических исполнениях измерительные трансформаторы и коммутационные аппараты подключаются к цифровой сети подстанции посредством специальных модулей для преобразования аналоговых сигналов.

На уровне присоединения принимаются данные от оборудования полевого уровня и выдаются команды управления коммутационным аппаратам. Этот уровень состоит из оборудования: микропроцессорные терминалы релейной защиты, системы управления и системы блокировок.



Общая структурная схема ЦПС

Стационарный уровень или уровень подстанции состоит из автоматизированных рабочих мест персонала, которые осуществляют управление подстанционным оборудованием. На этом уровне аккумулируется огромное количество информации о состоянии оборудования и режимах работы подстанции. Информации обрабатывается и при необходимости передается на более высокий уровень.

Применяются на ЦПС оптические и электронные цифровые измерительные трансформаторы. Цифровые ТН устанавливаются по тем же правилам, что и электромагнитные, так как точки контроля напряжения для функций РЗА и АСУ ТП сохраняются. Цифровые ТТ обладают рядом особенностей по сравнению с электромагнитными:

- большой диапазон измеряемых токов в пределах класса точности;
- выдача мгновенных значений токов и напряжений в цифровом виде с конкретным значением в первичных величинах;
- возможность суммирования значений двух потоков ЦТТ в цепи выключателей для вычисления тока ЛЭП без потери мощности.

В цифровых подстанциях в основном применяются цифровые комбинированные трансформаторы тока и напряжения (ЦТТН). Трансформаторы работают по следующему принципу: первичные преобразователи измеряют силу тока и напряжения, по законам Ома и гальваномагнитных эффектов, а также, законам полного тока и электромагнитной индукции. Измерение может осуществляться на различных физических принципах исходя от конструкции трансформатора. Обработка осуществляется на стороне высокого напряжения.

Электронный блок принимают сигналы от первичных преобразователей и преобразуют в цифровой сигнал и передают данные по оптическим кабелям на второй электронный блок который устанавливается на вторичной стороне. Далее вторичный электронный блок обрабатывает данные полученных от первичного электронного блока и передают по оптическим кабельным линиям на устройствам автоматики и цифровой релейной защиты и устройствам коммерческого учёта.

Конструктивно трансформаторы состоят из двух электронных блоков соответственно на стороне высокого и низкого напряжения и первичного преобразователя переменного и постоянного тока.

Преимущества цифровых комбинированных трансформаторов тока и напряжения:

- устойчивость к феррорезонансным явлениям;
- более высокий класс точности;
- способность передачи информации без искажения в аварийных режимах;
- высокая взрывобезопасность;
- малые массогабаритные показатели,

Цифровые комбинированные трансформаторы тока и напряжения способны формировать потоки измеренных значений со следующими частотами дискретизации:

1. 4800 Гц – 96 отчётов (для устройств цифровой защиты и автоматики)
2. 15360 Гц – 256 отчётов (для коммерческого учёта)
3. 96000 Гц – для коммерческого учёта и релейной защиты и автоматики в сетях постоянного тока.

Цифровые трансформаторы также способны передавать информацию о состоянии оборудования, параметрах электрических сигналов. В цифровых трансформаторах синхронизация системы с электронными блоками происходит по протоколу РТР.

ЦТТН можно выпускать в резервированном виде: на стороне высокого напряжения устанавливаются резервный первичный преобразователь тока, при этом и рабочий преобразователь и резервный устанавливаются на одной изоляционной колонне. Также и с делителем напряжения, в изоляционной колонне находятся два или более делителей напряжения. А передача информации может резервироваться по протоколам связи PRPi HSR.

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА КАБЕЛЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

М.С. Ерузаев

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

В результате увеличения числа аварий кабеля из-за увеличения потребляемых мощностей проблема надежного срабатывания защиты и автоматики становится наиболее актуальной. В докладе рассматриваются виды применяемых в распределительных сетях различных кабелей и предназначенные для них типы релейной защиты.

В основном в распределительных электрических сетях применяют кабели типа ААБл (расшифровывается как кабель с алюминиевой жилой и броней с лавсановой лентой), ААШв (силовой кабель с алюминиевой жилой, с бумажной пропитанной изоляцией, алюминиевой оболочкой, защитным шлангом из ПВХ) и др. Количество токоведущих жил в таких кабелях три, т.е. присутствует большая вероятность междуфазных замыканий. Для таких кабелей предусмотрена комплексная защита МФО и МТЗ, основанная либо на микропроцессорных, либо на электромагнитных реле. Также в распределительных электрических сетях нашел свое применение кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена, у которого каждая жила находится отдельно в кабеле, т.е. аварийный режим работы может возникнуть только из-за однофазного замыкания на землю. В этом случае необходимо рассмотреть иной способ реализации чувствительной защиты [1].

В докладе представлены схемы защит кабелей с тремя токоведущими жилами и рассмотрены варианты защиты кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена.

1. Н.В.Гребченко, А.В. Кожухарь, О.В. Демченко. Защита от замыканий на землю в сетях с кабелями с изоляцией из сшитого полиэтилена. ISSN 2074-2630 Наукові праці ДонНТУ. Серія: «Електротехніка і енергетика» №2(15)' 2013.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Д.О. Хлыстов

Научный руководитель – Суворов Д.В., канд. техн. наук, доцент

С целью точного прогнозирования компонентов энергокомплексов проведен исследование встречающегося программного предоставления (ПО). Для расчета параметров и режимов работы систем энергоснабжения ПО может быть систематизировано в соответствии со следующим:

1. Предварительное технико-экономическое ПО автоматизирует вычисления, которые инженер, как правило, осуществляет ручным способом.
2. Размерное (габаритное) ПО осуществляет вычисление объема (габарита) концепции: с учетом энергетической необходимости покупателя оно устанавливает наилучший объем каждого с разных частей системы.
3. Имитационное ПО. В отличие от размерного (габаритного) ПО, пользователь сам определяет характер и размер каждого компонента, на основе чего программа предоставляет детальный анализ поведения системы.
4. Исследовательское ПО с открытой архитектурой гарантирует значительную гибкость при содействии компонентов концепций электроснабжения.

Большинство ПО в процессе рассмотрения, существующих в мире, оценивают, в основном, и промышленные, и финансовые аспекты. Помимо этого, определенные ПО дают оценку только промышленным аспектам (HYBRID2, INSEL также RAPSIM), но некоторые только лишь финансовым аспектам (HYBRID DESIGNER). Наиболее полно энергосистемы на основе ВИЭ возможно моделировать в MATLAB и Homer.

В результате анализа были выявлены как преимущества, так и недостатки ПО для разработки системы электроснабжения на возобновляемых источниках электроэнергии. Сюда включались как и бесплатные, так и платные программы с пробным периодом использования.

АНАЛИЗ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОДСТАНЦИИ НАПРЯЖЕНИЕМ 6/0,4 КВ

А.С. Афанасьев

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

Цель работы – рассмотрение основных силовых частей электрооборудования трансформаторной подстанции 6/0,4кВ и анализ вариантов модернизации и реконструкции ее элементов.

Производится обзор всех составляющих электрооборудования на подстанции, а также их особенности и назначение [2].

Рассматриваются современная комплектная трансформаторная подстанция наружной установки, ее параметры, характеристики и особенности. Представлены структура условного обозначения и преимущества подстанции данного типа [1]. Описываются критерии и условия реконструкции подстанции для её успешной и безаварийной работы [3].

В результате проведенной работы поясняется, что подходящим вариантом реконструкции ТП является замена силовых трансформаторов на более мощные, а также замена коммутационных аппаратов.

Библиографический список

1. Правила устройства электроустановок. – 7-е изд. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003.
2. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д.Л. Файбисовича.- М. : НЦ ЭНАС, 2005.
3. Электротехнический справочник: в 4т. Т.1. Электротехнические изделия и устройства / под ред. профессора МЭИ В.Г. Герасимова и др. – М.: МЭИ, 2003.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДСТАНЦИЙ, ОБОРУДОВАННЫХ СИСТЕМАМИ ОПЕРАТИВНОГО ТОКА

А.Г. Каширкин

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

Проведено изучение значений нормативных затрат электроэнергии на собственные нужды подстанции на месяцы (кварталы) расчетного периода подстанции Зеленый Клен [1].

Проведено изучение изменения цен на электроэнергию. Рассматривается городское и сельское ценообразование на электроэнергию на 10 лет вперед.

Выбирается ветрогенератор, за счет которого будет компенсироваться мощность собственных нужд подстанции Зеленый Клен. Рассчитывается вырабатываемая мощность ветрогенератора.

Проведено изучение розы ветров в местности, где располагается подстанция. Рассчитывается средняя скорость в каждом месяце, по которой уже определяется вырабатываемая мощность за месяц, а потом уже за год.

В итоге расчетов требуется 11 ветрогенераторов, с учетом их стоимости и роста цен на электроэнергию этот проект окупаем.

В ходе работы над отчетом возник вопрос аккумулирования такой энергии, так как ветряная энергия имеет переменный характер, а энергия нужна постоянно [2].

Библиографический список

1. Нормирование расхода электроэнергии на собственные нужды тяговых подстанции. УДК 621.331 В.Г. Кузнецов (ДИИТ), Н.А. Иванов.
2. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности инженерных систем и сетей. учеб. пособие. СПб., 2013.

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СИСТЕМЕ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКЕ В РАМКАХ РЕКОНСТРУКЦИИ ПС 110/10 КВ «ОКА»

П.П. Новиков

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

Описаны основные технические требования к функционалу системы РЗА подстанций напряжением 110 кВ в соответствии с нормативными документами [1]. Также в работе отображены требования по части надежности и долговечности системы РЗА.

На основании указанных требований сформированы следующие основные технические решения (ОТР) [2]:

1. Замена панелей защит и автоматики фидеров 10 кВ подстанции.
2. Замена панели ТН 10 кВ 1-й и 2-й секций шин.
3. Монтаж дуговой защиты в КРУН 10 кВ.
4. Реконструкция шкафов АЧР и ЧАПВ в связи с добавлением в схему двух ячеек.

По каждому пункту ОТР в работе приводится перечень функций, выполняемых устройствами, и протоколов работы микропроцессорных элементов системы РЗА.

Произведен расчет затухания ВЧ-трактов на питающих ВЛ 110 кВ, по которым подстанция получает питание [3]. Полученные результаты расчетов сведены в соответствующие таблицы. По итогам расчетов сделаны выводы о соответствии имеющегося оборудования для работы после реконструкции. Разработаны схемы организации ВЧ-трактов.

Библиографический список

1. РД 34.35.310-97 – «Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем».
2. СТО 56947007-29.120.70.042-2010 - «Требования к шкафам управления и РЗА с МП устройствами».
3. Шкарин Ю.П. Высокочастотные тракты каналов связи по линиям электропередачи. Часть 1. – М.: Энергетик, 2001. – 72 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ
ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ И ПОВЫШЕНИЮ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АО «РКБ «ГЛОБУС»**

П.М. Прохоров

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

Цели работы – исследование и разработка мероприятий по энергосбережению, направленных на повышение эффективности электроснабжения.

Произведен обзор действующего электрооборудования на территории предприятия АО «РКБ «Глобус», изучено поведение мощности на предприятии [1,2].

Производится детальный обзор и анализ литературы на соответствующую тему.

Выявлено что на территории предприятия очень много устаревшего оборудования и трансформаторов, которые предлагаются к замене [3,4].

На выбранном объекте исследования, участке 402 цеха 80 механообработки и слесарной сборки металла АО РКБ Глобус, отсутствует устройство компенсации реактивной мощности. Исходя из расчетов предлагается к установке конденсаторная установка УКРМ-0,4-54-13,5-УЗ мощностью 54 кВАр.

Библиографический список

1. Отчет о проведении обязательного энергетического обследования АО РКБ Глобус.
2. График планово-предупредительного ремонта и регламентированного технического обслуживания технологического оборудования АО РКБ Глобус.
3. Энергетический паспорт АО РКБ Глобус.
4. Федеральный закон от 23.11.2009 №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», п.1 ст.15, гл.4.

СЕКЦИЯ «МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА»

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И СТРУКТУР МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ ПОЛНОЙ ПРОВОДИМОСТИ

Ю.Н. Денисова

Научный руководитель – Мишустин В. Г., к.ф.-м.н., доцент

Метод спектроскопии полной проводимости позволяет исследовать материалы и структуры микро- и наноэлектроники посредством измерения вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик, а также комплексной проводимости. Он эффективен для большинства полупроводниковых материалов, которые характеризуются широким диапазоном значений концентраций и подвижности носителей заряда, их временем жизни, характером токопереноса и другими параметрами.

В работе представлены результаты экспериментов по исследованию пяти образцов многослойных полупроводниковых структур, которые отличаются по своим свойствам: тип проводимости и удельное сопротивление подложки из кристаллического кремния; наличие или отсутствие плазмохимической обработки поверхности подложки; температура и время осаждения пленки аморфного гидрогенизированного кремния (a-Si:H), а также ее толщина. Были использованы три типа подложек: ЭКДБ, ЭКЭС и КЭФ. ЭКДБ - эпитаксиальный кремний, легированный бором с дырочным типом проводимости. ЭКЭС - эпитаксиальный кремний, легированный сурьмой с электронным типом проводимости. КЭФ - кремний, легированный бором с электронным типом проводимости. В экспериментах поверхность подложки одного из образцов была подвергнута дополнительной плазмохимической обработке.

Для измерения толщины пленки a-Si:H и контроля состояния поверхности исследуемых структур были использованы методы атомно-силовой и растровой электронной микроскопии. Были использованы атомно-силовой микроскоп — зондовая нанолaborатория INTEGRA-AURA (NT-MDT, Россия) и растровый электронный микроскоп JSM-6610LV (JEOL, Япония). Электрофизические измерения были выполнены на измерительно-аналитическом комплексе на основе прецизионного измерителя LCR E4980A (Agilent Technologies, США). Автоматизация процессов измерения и обработки данных реализована в среде инженерно-графического программирования LabView.

На основании экспериментальных данных были получены ВФХ и ВАХ для каждого из образцов. На основании этих результатов были построены зонные диаграммы исследуемых структур. Также была предложена эквивалентная электрическая схема замещения для описания экспериментальных образцов и анализа экспериментальных результатов.

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОЙ ВЫСОТЫ БАРЬЕРА НА КОНТАКТЕ МЕТАЛЛ – ПОЛУПРОВОДНИК

Н.А. Баскаков

Научный руководитель – Мишустин В.Г., канд. физ.-мат. наук, доцент

Целью работы является оценка влияния эффекта туннелирования носителей заряда через барьер на контакте металл-полупроводник на эффективную высоту этого барьера. В данном случае рассматривается барьерный контакт металл-полупроводник на примере системы алюминий - кристаллический кремний. В расчетах используются следующие исходные условия: тип проводимости кремния – электронный, температура - 300 К.

В математической модели контакта металл-полупроводник используется распределение Максвелла-Больцмана электронов по энергиям в металле и теория контакта Шоттки. В расчетах принимается, что количество электронов в металле соответствует количеству атомов, внутренняя граница области пространственного заряда (ОПЗ) определяется из условия равенства значений электростатического потенциала электрического поля в ОПЗ полупроводника и теплового потенциала.

Для анализа влияния эффекта туннелирования носителей заряда через барьер был проведен расчет коэффициента прозрачности потенциального барьера на границе раздела металл-полупроводник. Были получены зависимости коэффициента прозрачности барьера от энергии электронов $D(E)$ при концентрациях примеси в диапазоне $10^{15} - 10^{18} \text{ см}^{-3}$ и напряжениях обратного смещения 0 В, 1 В, 2 В, 3 В, 4 В.

Для определения эффективной высоты барьера выполнялась следующая последовательность действий. Рассчитывалось количество носителей с энергией в диапазоне от E_F (энергия Ферми в металле) до ϕ_b (высота потенциального барьера со стороны металла), способных туннелировать сквозь барьер. Определялось количество свободных носителей в металле в диапазоне энергий от E до ϕ_b . Подбиралось такое значение энергии E , при котором эти значения совпадали с заданной точностью. Полученное значение E и есть эффективное значение высоты потенциального барьера.

Анализ полученных результатов показывает, что снижение эффективной высоты барьера снижается в пределах от нескольких тысячных до нескольких десятых эВ в зависимости от степени легирования полупроводника и величины обратного напряжения. Заметным этот эффект становится только при очень высоком уровне легирования (порядка 10^{18} см^{-3}) и большом обратном напряжении. Для типовых значений концентраций легирующей примеси в приборных структурах и диапазоне рабочих напряжений понижение эффективной высоты барьера незначительно и не превышает 1-5% от величины ϕ_b .

Полученные результаты могут быть использованы для расчетов многослойных квантово-размерных барьерных структур, где толщины активных областей составляет единицы и десятки нанометров. Эффект туннелирования в таких структурах в значительной степени влияет на электрофизические характеристики всей приборной структуры, а в некоторых случаях является основным механизмом переноса носителей заряда.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ПОКРЫТИЙ МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫХ КОНТАКТОВ ПОСЛЕ ИХ КОММУТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ

А.В. Баскакова, Д.С. Логинов, Н.Б. Рыбин

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

Диагностика приборов по спектрам НЧ шума – это инструмент, позволяющий прогнозировать ресурс работы электронных компонентов, сделать выводы о состоянии системы и протекающих в ней процессах.

На частотах до 1 Гц частотная зависимость СПМ шума подчиняется закону $1/f^\beta$. Показатель β в работе определялся с помощью аппроксимации зависимости СПМ НЧ шума от частоты.

Цель работы – выяснение связи особенностей структуры контактных пятен на поверхности магнитоуправляемых контактов (партии из 10 герконов МКА-14103) с параметром β – коэффициентом наклона низкочастотного участка НЧ шума. Экспериментальное изучение характеристик магнитоуправляемых контактов проводилось по следующему плану: измерение СПМ НЧ шума исходных образцов герконов и математическая обработка полученных результатов; искусственный износ контактов путем многократной коммутации при различных режимах работы; измерение СПМ НЧ шума искусственно изношенных магнитных контактов, математическая обработка результатов; исследование материала контактов при помощи РЭМ микроскопии.

Анализ зависимости, характеризующей связь площади пятна на электроде с коэффициентом β , свидетельствует о том, что разброс площади пятен на аноде для герконов без покрытия (который составил $14,2 \text{ мкм}^2$) шире, чем для герконов с покрытием Au-Ru (который составил $4,98 \text{ мкм}^2$). Проведение коммутационных испытаний в целом сохраняет общую тенденцию зависимостей. На основе этих данных можно предположить, что герконы с покрытием Au-Ru имеют более высокую надежность и стабильные рабочие характеристики.

Согласно работе [1], чем большие механические напряжения имеют проводящие пленки, тем большее значение коэффициента β для них характерно. Для образцов герконов с покрытием Au-Ru характерен большой разброс значений коэффициента β (разброс β для образцов с покрытием – 1,7, без покрытия – 0,44), что объясняется большим разбросом внутренних механических напряжений внутри пленки. Однако разброс средних диаметров наростов почти не различается для образцов с покрытием Au-Ru и без покрытия.

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что природа возникновения НЧ шума и особенности спектральных характеристик связаны с флуктуациями концентрации электронов в проводящих покрытиях электродов герконов. Их проявление коррелирует с возникновением больших механических напряжений на поверхности образцов в соответствии с вакансионной моделью Г.П. Жигальского [1].

1. Жигальский Г.П. Шумы вида $1/f$ и нелинейные эффекты в тонких металлических плёнках //УФН. 1997. Т. 167. № 6. С. 623-647.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБОКИХ ЦЕНТРОВ ПО СПЕКТРАМ ТОКОВОЙ РСГУ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ БАРЬЕРНЫХ СТРУКТУРАХ С НЕОДНОРОДНЫМ ЛЕГИРОВАНИЕМ

Н.Е. Гришин

Научный руководитель - Зубков М.В., д-р техн. наук, доцент

В докладе предложена методика определения энергии ионизации глубоких центров в структурах с неоднородным легированием базы в диодах Шоттки на основе РСГУ измерений без построения традиционного графика Аррениуса.

Предложенный вариант основан на модифицированном методе Лэнга, в который вводят дополнительный импульс обратного смещения с заданной амплитудой. Амплитуды импульсов подбираются таким образом, чтобы с одной стороны толщина области эмиссии носителей с ГУ превышала длину экранирования Дебая, а с другой стороны обеспечивалась максимально достижимая для данной конкретной структуры чувствительность измерений.

Исходными данными являлись вольт-фарадные характеристики диодов Шоттки, токовые РСГУ спектры, полученные при фиксированной постоянной времени спектрометра и различных значениях амплитуды импульсов обратного смещения.

При расчёте энергии ионизации используется известного из литературы соотношение для расчёта уровня Ферми в приближении среднего значения концентрации мелких доноров для случая их линейного закона распределения. Величина максимальной температуры соответствует пику на РСГУ-спектре. В случае наличия нескольких глубоких уровней, информацию об их энергиях ионизации получаем в результате одного температурного сканирования при фиксированной постоянной времени.

Разработанная методика позволяет определять параметры глубоких центров в узком интервале температур, что часто реализуется на практике из-за избыточных токов утечки структуры или вследствие температурной зависимости концентрации мелких легирующих центров и расширяет область применения метода Лэнга.

Библиографический список

1. Lang D. V. Space charge spectroscopy in semiconductors // Thermally Stimulated Relaxation Processes in Solids. – New York, 1979. – P. 93 – 133.
2. Thurno I., Gmukova K. On the theory of current DLTS // Acta Phys. Slov. – 1984. Vol. 34, N 4. p. 217 – 223.
3. Зубков М.В. Определение концентрации глубоких центров с учетом полевой зависимости времени релаксации тока // Электронная техника. Сер.10. Микроэлектронные устройства. Вып. 6(78), 1989. – С.42-45.

МЕТОДИКА АНАЛИЗА СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ

А.А. Жарков

Научный руководитель – Рыбина Н.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

В микро- и наноэлектронике существует задача исследования структур со сложным рельефом поверхности. В работе использовалась методика анализа сложных поверхностей, основанная на методах двумерного флуктуационного анализа с исключенным трендом (2D DFA [1]), средней взаимной информации (СВИ [1]) и Scale-Space [2]. С помощью метода 2D DFA можно определить корреляционный вектор, по которому можно установить периодичность в структуре, и скейлинговый показатель, отражающий тип корреляций в структуре. Метод Scale-Space основан на обработке данных рельефа поверхности сглаживающей функцией Гаусса. Метод СВИ используется для определения степени корреляций в структуре материала по построению двумерного распределения средней взаимной информации по ненаправленному вектору между точками, характеризующими высоту рельефа поверхности.

Для исследований были выбраны модельные поверхности различной степени упорядоченности. Простыми поверхностями являлись синусоидальная поверхность и шумовые поверхности (на основе равномерного и гауссова шума). Путем наложения шумовой поверхности на синусоидальную получались смешанные (сложные) поверхности. Далее производился расчет информационно-корреляционных характеристик. С помощью метода 2D DFA строились графики зависимости флуктуационной функции от масштаба. С помощью метода СВИ строилось распределение СВИ, из которого рассчитывались средние и максимальные значения взаимной информации. Также были получены графики зависимости СВИ, максимальной взаимной информации (МВИ) и скейлингового показателя от сглаживающего масштаба (величины периода гауссовой функции). С помощью данных графиков проводился анализ динамики изменения информационно-корреляционных характеристик в зависимости от применяемого сглаживающего масштаба.

Библиографический список

1. Алпатов А.В., Вихров С.П., Вишняков Н.В., Мурсалов С.М., Рыбин Н.Б., Рыбина Н.В. Комплексный метод исследования корреляционных параметров самоорганизованных структур // ФТП, 2015, т. 49, вып.1, 2016 г. С. 23-29.
2. Алпатов А.В., Рыбина Н.В. Применение методики scale-space к исследованию самоорганизующихся структур // Поверхность. рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования, №7, 2019 г. С. 92-98.

АЛГОРИТМ ПРОГРАМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ УСТАНОВКИ МНОГОРАЗОВОЙ КОММУТАЦИИ МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫХ КОНТАКТОВ

А.А. Зинуков

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

Разработанное устройство для испытаний магнитоуправляемых контактов предусматривает возможность изучения их параметров путем экспериментальных многократных переключений - коммутации с помощью микроконтроллера STM32F103C8T6.

Для обеспечения работы портов ввода - вывода светодиодных индикаторов и органов управления использована команда HAL:

```
void HAL_GPIO_WritePin (GPIO_TypeDef * GPIOx, uint16_t GPIO_Pin,  
GPIO_PinState PinState),
```

где GPIO_TypeDef * GPIOx - это литерала порта, uint16_t GPIO_Pin - выбор конкретного вывода порта микроконтроллера, а GPIO_PinState PinState - состояние порта.

Запуск цикла многократной коммутации (износа) проводится с использованием кнопки на устройстве, которая реализует аппаратные прерывания. Функция, отвечающая за прерывания от внешнего вывода, к которому подключена кнопка, имеет следующий вид:

```
void HAL_GPIO_EXTI_Callback (uint16_t GPIO_Pin),
```

где uint16_t GPIO_Pin - номер внешнего вывода.

Реализация обмена информацией между персональным компьютером и микроконтроллером обеспечивается применением преобразователя USB-UART FT232RL-REEL.

Передача данных с микроконтроллера на персональный компьютер осуществляется при помощи следующей функции:

```
HAL_StatusTypeDef HAL_UART_Transmit_IT (UART_HandleTypeDef *  
huart, uint8_t * pData, uint16_t Size),
```

где UART_HandleTypeDef * huart - указатель на управляющую структуру модуля UART, uint8_t * pData - указатель на буфер с данными, uint16_t Size - количество байт данных.

Аналогичная функция используется для приема данных с компьютера:

```
HAL_StatusTypeDef HAL_UART_Receive_IT (UART_HandleTypeDef * huart,  
uint8_t * pData, uint16_t Size).
```

Постфикс IT означает, что функция использует прерывания.

Для обеспечения режимов работы коммутируемых цепей установлены цифровые потенциометры. Передача данных на цифровой потенциометр осуществляется при помощи следующей функции:

```
HAL_StatusTypeDef HAL_SPI_Transmit (SPI_HandleTypeDef * hspi, uint8_t  
* pData, uint16_t Size, uint32_t Timeout),
```

где SPI_HandleTypeDef * hspi - это указатель на управляющую структуру модуля SPI,

uint8_t * pData - указатель на буфер с данными,

uint16_t Size - количество байт данных,

uint32_t Timeout - продолжительность тайм-аута.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ МАТЕРИАЛОВ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Е.Н. Люфт

Научный руководитель – Рыбина Н.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

Аморфный гидрогенизированный кремний $a\text{-Si:H}$ является одним из важных материалов в нанoeлектронике из-за возможности использования его в низкотемпературных процессах осаждения, а также его высокопроизводительности и относительно небольшой стоимости. Поэтому одной из самых актуальных задач на сегодня стоит исследование механизмов образования пленок неупорядоченных полупроводников [1,2].

Целью работы было исследование информационно-корреляционных характеристик поверхности пленок $a\text{-Si:H}$, полученных при различных режимах изготовления.

В данной работе использовались изображения поверхности пленок $a\text{-Si:H}$, взятые из [3].

При помощи программного пакета Chaos, использующегося для обработки изображений были получены средние (СВИ) и максимальные (МВИ) значения взаимной информации.

Для вычислений по методу 2D DFA был использованный программный пакет Matlab. Были получены графики зависимости флуктуационной функции от масштаба. При помощи данного графика можно получить значения периодов гармонических составляющих в исследованных образцах по перегибам зависимости флуктуационной функции, а также значение скейлингового показателя (тангенса угла наклона флуктуационной функции), соответствующее типу корреляций.

Анализ результатов показал, что в целом для исследованных образцов наблюдается тенденция увеличения значений взаимной информации и скейлингового показателя в зависимости от роста плотности импульса лазерного излучения, что говорит об увеличении степени упорядоченности рельефа поверхности пленок $a\text{-Si:H}$. Также на изображениях присутствуют схожие значения корреляционных векторов, что говорит о наличии схожих корреляций.

Библиографический список

1. А.В. Алпатов, С.П. Вихров, Н. В. Гришанкина. Выявление корреляций поверхностного интерфейса пленок $a\text{-Si:H}$ методом двумерного флуктуационного анализа // Физика и техника полупроводников, т. 47, вып. 3, 2013 г.
2. Алпатов А.В., Вихров С.П., Вишняков Н.В., Мурсалов С.М., Рыбин Н.Б., Рыбина Н.В. Комплексный метод исследования корреляционных параметров самоорганизованных структур // ФТП, т. 50, вып. 1, 2016 г. С. 23-29.
3. Хенкин М. В. Электрические, фотоэлектрические и оптические свойства двухфазных пленок гидрогенизированного кремния // 2015 г. С. 101-103.

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ БАРЬЕРНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО И АМОРФНОГО ГИДРОГЕНИЗИРОВАННОГО КРЕМНИЯ

М.Ф. Мантя

Научный руководитель – Гудзев В.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

Исследования барьерных структур на основе a-Si:H позволяет усовершенствовать технологический процесс получения тонкопленочных структур на их основе.

Для измерения распределения электрического поля в барьерных структурах на основе a-Si:H предлагается использовать комплексную методику, которая основана на совместном применении компенсирующего электрического поля в режиме оптического возбуждения носителей заряда и релаксационной спектроскопии глубоких уровней. Целью работы являлась разработка данной методики.

Основными объектами исследований были полупроводниковые барьерные структуры, изготовленные по HIT-технологии, и представляющие собой пластины кристаллического кремния с нанесенной на поверхность пленкой аморфного кремния. Они имеют более высокий КПД по сравнению с другими фотоэлектрическими структурами.

В основе методики комплексного исследования барьерных структур лежало исследование тока нестационарной фотопроводимости. Эта методика позволила исследовать полупроводниковые материалы, обладающие высоким омическим сопротивлением ρ (до 10^{14} Ом·см). Кроме того, она позволила измерить дрейфовые сдвиги $\mu\tau$ для электронов и дырок, распределение внутреннего электрического поля $F_i(x)$ и электростатического потенциала $\phi(x)$ в ОПЗ полупроводника, плотность объемного заряда $\rho(x, E)$ и толщину ОПЗ $W(x)$, а также распределение плотности «глубоких» локализованных состояний в середине щели подвижности $g(E)$. Данная методика позволила проанализировать барьерные слои на основе a-Si:H.

Внешнее поле прикладывается навстречу внутреннему, измерения проводят в интегральном режиме. Это является достоинством данного метода, так как позволило повысить точность экспериментальных результатов [1].

Основным методом, используемым в работе при исследовании глубоких уровней в щели подвижности a-Si:H, являлся метод релаксационной спектроскопии глубоких уровней. Объект исследований методом DLTS должен обладать барьерными свойствами. Проверка барьерных свойств исследуемых структур осуществлялась методами вольт-амперных (ВАХ) и вольт-фарадных (ВФХ) характеристик. Особенность метода РСГУ применительно к неупорядоченным полупроводникам заключается в том, что пик сигнала соответствует максимуму плотности состояний, а не дискретному глубокому центру.

1. Мантя М.Ф., Мишустин В.Г., Гудзев В.В. Алгоритм обработки данных модифицированного времяпролетного метода // Новые информационные технологии в научных исследованиях. Материалы XXV Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 2020. С. 122-124.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ТРАВЛЕНИЯ НА СТРУКТУРУ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ

А.В. Васин

Научный руководитель – Рыбин Н.Б., канд. физ.-мат. наук, доцент

В настоящее время полупроводниковая отрасль электроники имеет повышенную потребность в новых материалах с перспективными свойствами. Одним из них является пористый кремний (por-Si, ПК). Структуры на основе ПК позволяют создавать светоизлучающие элементы, фотоэлектрические преобразователи, химические датчики, толстые диэлектрических плёнки, световоды, светопоглощающие покрытия. Главной проблемой широкого применения структур на основе ПК, является нестабильность его люминесцентных и электрофизических характеристик. Такая особенность связана с характером морфологии поверхности и внутренней структуры пленок ПК. В данной статье представлено исследование поверхностной структуры пористого кремния с помощью методики растровой электронной микроскопии (РЭМ), а также измерение электрофизических параметров и РСГУ исследование. Для исследования были взяты шесть образцов ПК, полученных при различных параметрах с помощью метода анодного электрохимического травления в растворе электролита $\text{HF}:\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}:\text{KMnO}_4$ с соотношением компонентов 0,5:0,5:1,0 (представлены в таблице 1).

Таблица 1 – Технологические режимы получения ПК

№ образца	Концентрация водного раствора KMnO_4 , М	Длительность травления, мин.	Плотность тока травления, мА/см^2
1	$20 \cdot 10^{-3}$	10	20
2	$20 \cdot 10^{-3}$	20	40
3	$40 \cdot 10^{-3}$	10	20
4	$2,5 \cdot 10^{-3}$	10	70
5	$1,2 \cdot 10^{-3}$	10	70
6	$5,0 \cdot 10^{-3}$	10	70

Пленки ПК выращивались в темновых условиях на подложках монокристаллического Si (100) p-типа с удельным сопротивлением 1 Ом•см. Образцы исследовались растровым электронным микроскопом (РЭМ) JSM-6610LV. Электрофизический комплекс построен на базе. С помощью РЭМ были получены изображения поверхностей образцов. Наиболее равномерную пленку с наибольшей толщиной имели образцы № 3 и № 4. Для этих образцов с In контактами были измерены вольт-амперные характеристики с помощью электрометра Keithley 6517B. Был получен РСГУ-спектр для обоих образцов, определена энергия активации глубоких уровней (ГУ), составляющая 0,722 эВ и 0,397 эВ для № 3 и № 4 соответственно. Анализируя РЭМ-изображения, электрофизические параметры и результаты РСГУ-анализа, был сделан вывод, что образец № 3 имеет наилучшие характеристики получившейся в ходе травления пленки ПК. ГУ в образце № 4 и № 3 могут выступать центрами рекомбинации носителей, что важно учитывать при применении ПК в качестве покрытия фотоэлектрических преобразователей для солнечной энергетики.

ПОГРЕШНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ИОНИЗАЦИИ ГЛУБОКОГО УРОВНЯ МЕТОДОМ РСГУ

И.В. Вагайцев

Научный руководитель – Гудзев В.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

Для определения энергии активации глубокого уровня (ГУ) необходимо иметь как минимум два РСГУ спектра, полученных при различных значениях постоянной времени взвешивающей функции τ_1 и τ_2 . Энергия активации определяется по следующей формуле:

$$\Delta E = \frac{k}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}} \cdot \ln \frac{\tau_1 \cdot T_1^2}{\tau_2 \cdot T_2^2}, \quad (1)$$

где T_1, T_2 температуры максимумов DLTS спектров, соответствующих постоянным времени взвешивающей функции τ_1 и τ_2 .

В общем случае погрешность определения величины ΔE складывается из случайной и систематической ошибок. В настоящей работе величина ΔE определялась по углу наклона прямой Аррениуса. Метод наименьших квадратов минимизирует среднеквадратичное отклонение и случайную составляющую погрешности. При этом индексы 1 и 2 в формуле (1) соответствуют крайним точкам прямой Аррениуса. Будем считать, что общая погрешность в основном будет определяться систематической составляющей.

После вычисления частных производных по T_1, T_2, τ_1, τ_2 и полного дифференциала, получим:

$$\delta_{\text{сист}} = A + B, \quad (2)$$

$$A = \frac{\Delta T_1}{T_1} + \frac{\Delta T_2}{T_2} + \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{T_2 - T_1}, \quad (3)$$

где

$$B = \left(\ln \frac{\tau_1 \cdot T_1^2}{\tau_2 \cdot T_2^2} \right)^{-1} \cdot \left[\frac{\Delta \tau_1}{\tau_1} + \frac{\Delta \tau_2}{\tau_2} + \frac{2\Delta T_1}{T_1} + \frac{2\Delta T_2}{T_2} \right]. \quad (4)$$

В (3) и (4) величины $\Delta T_1, \Delta T_2$ – абсолютные систематические погрешности измерения температуры; $\Delta \tau_1, \Delta \tau_2$ – абсолютные систематические погрешности постоянной времени настройки устройства умножения на взвешивающую функцию РСГУ спектрометра. Для используемого спектрометра погрешности $\Delta T_1 = \Delta T_2 = 0,5$ К и $\Delta \tau_1 = \Delta \tau_2 = 1 \cdot 10^{-6}$ с.

При выводе формулы (4) производится алгебраическое суммирование частных производных с учетом их знаков. В данном случае имеет место частичная компенсация систематических погрешностей измерения температуры. Абсолютные систематические погрешности измерения температуры ΔT_1 и ΔT_2 входят в (3) с разными знаками, поэтому для $\delta_{\text{сист}}$ имеем компенсацию систематических погрешностей прямых измерений температуры.

По формуле (2) получим абсолютную погрешность в определении ΔE 0,02 эВ. Погрешность определения энергии активации ГУ составляет не менее kT и увеличивается по мере возрастания температуры регистрации пика РСГУ.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УПРУГИХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СПЕКТР В КВАНТОВО-РАЗМЕРНЫХ СТРУКТУРАХ ZnCdSe/ZnSe

Е.А. Лозовая

Научный руководитель – Литвинов В.Г., д-р.физ.-мат.наук, доцент

Описан алгоритм моделирования источника излучения на основе квантово-размерных структур ZnCdSe/ZnSe. Произведены расчеты, на основе которых можно создать излучатель с заданными параметрами. Выполнены расчеты параметров уровней размерного квантования наноструктуры, влияние упругих напряжений в слоях наноструктуры на зонную диаграмму.

Согласно поставленной задаче смоделирован излучатель синего света на основе гетероструктуры с квантовой ямой. Длина волны синего излучения составляет от 450 до 500 нм. В качестве слоя квантовой ямы используется соединение ZnCdSe, в качестве барьерного слоя - ZnSe.

В ходе расчетов использовалась подгонка молярной доли катионов в тройном твердом растворе $Zn_{1-x}Cd_xSe$ [1, 2]. Ширина запрещенной зоны рассчитывалась в приближении параболической зависимости от x . Все остальные параметры, необходимые для расчета зонной диаграммы наноструктуры в рамках модели Андерсона вычислялись методом линейной интерполяции. Исходными данными для расчетов являлись: эффективные массы электронов и тяжелых и легких дырок, электронное сродство, ширина запрещенной зоны, упругие постоянные, постоянные решеток для кубической модификации бинарных соединений CdSe и ZnSe.

Энергии уровней размерного квантования рассчитывались в приближении прямоугольной квантовой ямы конечной глубины. Величины разрывов энергетических зон рассчитывались с учетом упругих напряжений вследствие рассогласования постоянных решеток материалов квантовой ямы и барьерных слоев в рамках модели твердого тела [3].

На основе произведенных расчетов и полученных результатов для наглядности были построен чертеж зонной диаграммы наноструктуры.

Библиографический список

1. Adachi S. Handbook on Physical Properties of Semiconductors Volume 3: II–VI Compound Semiconductors. – Springer, Boston: MA, 2004. – 473 p.
2. Murray J.S., Sen K. Molecular electrostatic potentials. Concepts and Applications. – Amsterdam: Elsevier, 1996. – 664 p.
3. Van de Walle C.G. Band lineups and deformation potentials in the model-solid theory // Phys. Rev. B. 1989. V. 39. P. 1871-1883.

ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРОВ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ

А.С. Чернобровкина

Научный руководитель – В.Г.Литвинов, д-р физ.-мат. наук, доцент

Активные исследования фотофизических и структурных свойств показали, что адсорбированные молекулы на поверхность пористого кремния (ПК) влияют на показатель преломления и интенсивность полосы фотолюминесценции (ФЛ) [1]. В совокупности с высокой удельной поверхностью это послужило фундаментом для создания солнечных элементов. Ограничением в применении структур с пленками ПК, является нестабильность его люминесцентных и электрофизических свойств. Актуальное значение имеет исследование фотофизических и электрофизических свойств, а также методов их стабилизации. В работе представлен обзор фотолюминесцентных свойств полупроводниковых структур с пленками ПК, зависимости от фазового состава, рассмотрены основные методы их модификации. Предложен метод стабилизации фотофизических и электрофизических свойств ПК – осаждение серебряных частиц на поверхность ПК в процессе его формирования. Электронное строение свежеприготовленных образцов ПК показывает максимальную интенсивность ФЛ. Авторами отмечается большой вклад дефектного оксидного слоя SiO_x в эволюцию ФЛ ПК. Наблюдаемый спад ФЛ и смещение пика в коротковолновую область спектра может быть связан с центрами безызлучательной рекомбинации (БР) в приповерхностных слоях окисла. Ведутся непрерывные исследования способов пассивации поверхности ПК с целью стабилизации фотофизических свойств. Они включают в себя нанесение тонких металлоксидных, полимерных пленок; быстрое окисление в кислородной среде. Также была предложена обработка образцов ПК в органических соединениях. В работе [2] образец ПК, обогащенный соединениями Si-C и Si-C-O, демонстрировал стабильную во времени ФЛ в течение 2-х недель. Таким образом, слой окисла SiO_x между Si нанокристаллитами и нанесенными пленками доокисляется до SiO_2 , что приводит к уменьшению центров БР и стабилизации спектральных свойств ПК. Исследована возможность использования полупроводниковых структур со слоями ПК с низким сигналом ФЛ. ПК, изготовленный методом металл-стимулированного травления (МСТ), демонстрирует низкий показатель преломления и слабую ФЛ. Авторами отмечается высокая развитость поверхности ПК, изготовленного МСТ, как на микроном, так и на нанометровом уровне. Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (FSSN-2020-0003) в Региональном центре зондовой микроскопии коллективного пользования (РЦЗМкп) при ФГБОУ ВО «РГРТУ».

Библиографический список

1. Chan S., Fauchet P.M. Tunable, narrow and directional luminescence from porous silicon light emitting devices // Appl.Phys.Lett. V.75. №2. 1999. P. 274.
2. Середин П.В. Фотолюминесцентные свойства пористого кремния и способы их модификации // «Молодой ученый». 2012. Т45. №10. С.17-23.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММЫ *grvdm* ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР МЕТОДОМ CELIV

Д.Р. Назимов

Научный руководитель – В.Г. Мишустин, канд. физ.-мат. наук, доцент

Сегодня все чаще электронные компоненты выполняются на основе тонкопленочных структур. Альтернативой для традиционных измерительных методов является метод CELIV, который применим для исследования полупроводниковых структур с толщиной пленки менее 100 нм. Но жесткие требования к пробоподготовке затрудняют использование данного метода на практике.

Однако, существует возможность часть рутинных операций по подбору экспериментальной структуры, режимов измерения провести в виртуальной среде. Это позволяет существенно сократить трудозатраты на подготовку эксперимента и получать предсказуемые результаты натурных измерений.

Примером такой среды для моделирования тонкопленочных полупроводниковых структур является программа *grvdm*. Она предназначена для моделирования тонкопленочных солнечных элементов на основе неупорядоченных и органических полупроводников, а также солнечных элементов на основе перовскитов. Кроме того, данная программа позволяет моделировать полупроводниковые структуры для OFET и OLED-дисплеев.

В программе *grvdm* можно сформировать конфигурацию полупроводниковой структуры, а также выбрать полупроводниковые материалы и задать их параметры: подвижность носителей заряда, плотность и распределение энергетических состояний, уровень легирования, скорость рекомбинации и пр. Это позволяет промоделировать характеристики тонкопленочных полупроводниковых структур и оценить их зависимость от конструкции и параметров используемых материалов.

Кроме того, в программе *grvdm* можно промоделировать результаты CELIV исследования тонкопленочных структур. Для этого после ввода параметров исследуемой структуры следует смоделировать линейно-изменяющийся импульс напряжения, который будет приложен к структуре. По окончании симуляции переходного процесса получаем зависимость переходного тока от времени.

Результаты моделирования переходных процессов в тонкопленочных полупроводниковых структурах в программе *grvdm* могут быть использованы как для подготовки и оптимизации натурального CELIV эксперимента, так и для анализа переходных процессов, полученных экспериментально. В первом случае это позволяет подобрать оптимальную конструкцию тонкопленочной структуры для CELIV исследований, во втором – оценить подвижность носителей заряда в исследуемой структуре по экспериментально полученной зависимости тока от времени.

Таким образом, применение средств математического моделирования совместно с реальными CELIV измерениями тонкопленочных полупроводниковых структур позволяют вывести на качественно новый уровень эффективность данной методики и предложить более эффективный инструмент для исследователей и разработчиков новых полупроводниковых материалов и структур.

ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМОВЫХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ТИПА HIT В ТЕМНОТЕ И ПРИ ОСВЕЩЕНИИ

А.А. Корнеев

Научный руководитель – Ермачихин А.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

В данном исследовании используется шумовая спектроскопия для обнаружения и характеристики различных электронных релаксационных процессов в кремниевой HIT структуре. Спектры шума обнаруживают отпечатки очень специфических электронных процессов, к которым обычные методы электрической характеристики часто не чувствительны. Шумовая спектроскопия анализирует флуктуации сигнала от его равновесного или установившегося значения и широко используется для характеристики дефектов и электронных релаксационных процессов в полупроводниковых приборах. Важным преимуществом таких измерений является неразрушающий контроль качества приборов.

В работе представлены результаты исследования образцов, представляющих собой гетероструктуры типа HIT Ag/ITO/a-Si:H(p)/a-Si:H(i)/c-Si(n)/a-Si:H(i)/a-Si:H(n+)/ITO/Ag.

Проведен анализ экспериментальных данных по исследованию влияния режимов высокотемпературного отжига на электрофизические характеристики гетероструктур, исследованы температурно-зависимые характеристики темнового тока и при освещении.

Солнечные элементы исследованы на специально разработанном измерительном комплексе. В состав комплекса входит оборудование, позволяющее провести исследования температурных зависимостей вольт-амперных и адмиттансных характеристик изучаемого образца. Комплекс основан на базе криостата замкнутого цикла Janis-CCS-400/204N, управляемого температурным контроллером LakeShore-335, электрометра Keithley-6517B, маломощного усилителя для низкочастотной шумовой спектроскопии, лазера с длиной волны 805 нм

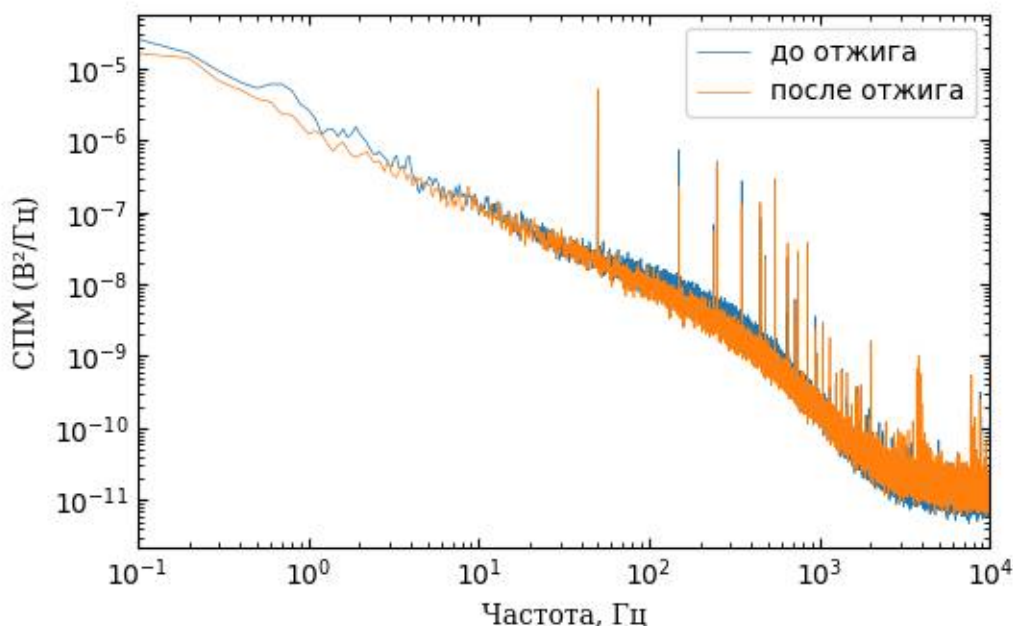


Рисунок 1 – Спектральная плотность мощности низкочастотного шума солнечного элемента в темноте до и после отжига

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЕМКОСТЬ-НАПРЯЖЕНИЕ РСГУ СПЕКТРОМЕТРА

Я.С. Шипилов

Научный руководитель – Гудзев В.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

Релаксационная спектроскопия глубоких уровней (РСГУ) зарекомендовала себя как высокоэффективный метод для изучения свойств и характеристик полупроводниковых барьерных структур. Релаксационная спектроскопия глубоких уровней – чувствительный метод, позволяющий определить энергию ионизации глубоких уровней, концентрацию глубоких центров, сечение захвата носителей заряда.

Суть метода емкостной РСГУ заключается в регистрации изменения емкости барьерной структуры, обусловленной перезарядкой глубоких центров в области пространственного заряда. Амплитуда регистрируемого сигнала связана с концентрацией глубоких уровней.

В большинстве емкостных РСГУ спектрометров в качестве преобразователей емкость –напряжение используют мостовые схемы. Для повышения быстродействия преобразователя емкость-напряжение предложено использовать методику измерения емкости с использованием фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ). Функциональная схема преобразователя емкость –напряжение представлена на рисунке 1.

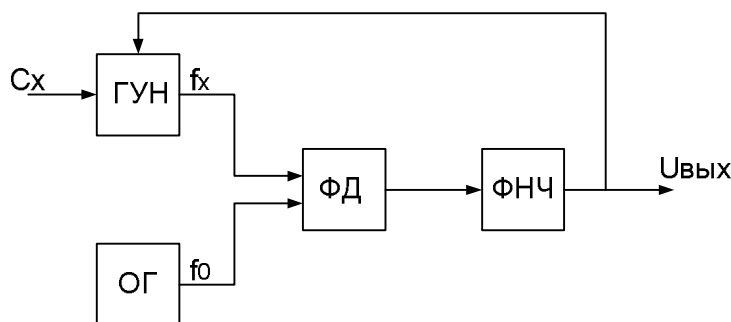


Рисунок – Функциональная схема преобразователя емкость-напряжение. ГУН – генератор управляемый напряжением, ОГ – опорный генератор, ФД – фазовый детектор, ФНЧ – фильтр низких частот.

Измеряемая емкость C_x является частью генератора управляемого напряжением (ГУН). При изменении этой емкости изменяется частота выходного сигнала генератора. Изменение частоты сигнала приводит к сдвигу фаз между выходным сигналом генератора и опорным сигналом. Это изменение можно зафиксировать с помощью фазового детектора (ФД). На выходе ФД напряжение пропорционально разности фаз сигналов на его выходах.

Источником опорного сигнала является генератор ОГ. На выходе ФД сигнал получается пульсирующим. Для того чтобы выделить из него полезный сигнал, необходим фильтр нижних частот (ФНЧ). Сигнал с выхода ФНЧ пропорционален изменению измеряемой емкости барьерной структуры.

Чувствительность емкостного РСГУ спектрометра с данным преобразователем составляет 10^{-5} . Основным источником погрешности в оценке параметров глубоких центров методом РСГУ является ошибка в измерении температуры исследуемой структуры.

АНАЛИЗ ТЕКСТУР МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ НА ОСНОВЕ ИХ ПАРАМЕТРОВ

С.Е. Школин

Научный руководитель – Рыбина Н.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

В работе были рассмотрены методы текстурного анализа и параметры текстур для их классификации.

Методы, осуществляющие математическую обработку данных о рельефе поверхности материалов

1. Автокорреляционная функция (АКФ). АКФ способствует точному определению размеров текстур и позволяет определить скрытый порядок в структуре изучаемой поверхности, но наиболее информативна только для линейных сигналов.

2. Метод средней взаимной информации (СВИ). С помощью данного метода можно определять степень корреляций в структуре материала по построению двумерного распределения средней взаимной информации по ненаправленному вектору между точками, характеризующими структуру материалов [1].

3. Метод 2D DFA. Позволяет определить корреляционный вектор, показывающий периодичность в структуре, и скейлинговый показатель, отражающий тип структуры. 2D DFA достаточно точно определяет период гармонических составляющих по перегибам на зависимости флуктуационной функции от масштаба [1].

Параметры, позволяющие классифицировать текстуры поверхности

1. Шероховатость. Это сумма показателей, обозначающих количество данных, которые определяют неровности поверхности. Оценка участка поверхности осуществляется по неровностям профиля, методом сечения поверхности геометрической плоскостью.

2. Диаметр Мартина. Это длина линии, проходящей через какой-либо участок на изображении текстуры в заданном направлении, которая делит площадь изображения на две равные части. Данный параметр лучше всего применять на текстуре с изображением зёрен.

3. Кривизна. Параметр кривизны поверхности текстуры рассчитывается аппроксимацией квадратичным полиномом и определением его главных осей. Положительные знаки радиусов кривизны соответствуют вогнутой (чашеподобной) поверхности, отрицательные выпуклой (куполоподобной), смешанные знаки обозначают седловидную поверхность.

4. Линия Хафа. Метод позволяет указать параметры семейства кривых и обеспечивает поиск на изображении множества кривых заданного семейства. Метод Хафа применяется для поиска линий и окружностей [2].

Библиографический список

1. Алпатов А.В., Вихров С.П., Вишняков Н.В, Мурсалов С.М., Рыбин Н.Б., Рыбина Н.В. Комплексный метод исследования корреляционных параметров самоорганизованных структур // ФТП, 2015, т. 49, вып.1, 2016 г. С. 23-29.

2. Кудрина М.А., Использование преобразования Хафа для обнаружения прямых линий и окружностей на изображении// Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т.16 № 4(2), 2014г. С.476-478.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАЦИОННО-РЕКОМБИНАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ БАРЬЕРНЫХ СТРУКТУРАХ

Н.И. Штырков

Научный руководитель – Гудзев В.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

Работа большинства современных полупроводниковых приборов основана на явлениях, связанных с генерационно-рекомбинационными процессами, поэтому исследование таких процессов играет важную роль в развитии элементной базы современной микро- и наноэлектроники. Одним из главных параметров полупроводниковых структур, обусловленным динамикой генерационно-рекомбинационного процесса в материале, является время жизни неосновных носителей заряда. Определяющее влияние на динамику рекомбинационно-генерационных процессов оказывают глубокие центры (ГЦ). Введение в базу биполярного транзистора дополнительных ГЦ приводит к увеличению быстродействия за счет уменьшения времени рассасывания неосновных носителей заряда, но с другой стороны, увеличение ГЦ ведет к уменьшению коэффициента усиления по току. Именно поэтому важно контролировать, как время жизни неосновных носителей заряда, так и параметры ГЦ, определяющих темпы генерации и рекомбинации в полупроводниковых структурах и приборах.

Одним из лучших методов для определения времени жизни неосновных носителей заряда является метод модуляции проводимости в точечном контакте. Превосходство этого метода над другими в том, что для его использования не нужно создавать коллекторный контакт, нелинейность которого искажает измерения, также он менее чувствителен к состоянию поверхности и позволяет измерить локальное время жизни.

Суть работы данного метода заключается в том, что на объект исследования подаются два импульса напряжения. Первый импульс инжектирует носители заряда, а второй импульс является проверяющим. Напряжение на образце в момент второго импульса зависит от концентрации носителей заряда, которые не успели рекомбинировать. Таким образом, измеряя разность амплитуд импульсов в зависимости от времени задержки между ними, можно определить время жизни носителей заряда в образце полупроводника. Для этого строится график зависимости логарифма разности амплитуд импульсов от времени задержки. По котангенсу угла наклона определяется время жизни неосновных носителей заряда.

Для исследования влияния ГЦ на генерационно-рекомбинационные процессы используют метод релаксационной спектроскопии глубоких уровней. Данный метод позволяет получить информацию о концентрации ГЦ, их энергии активации и сечении захвата носителей заряда. Принцип метода емкостной РСГУ заключается в регистрации изменения емкости барьерной структуры, обусловленной перезарядкой глубоких центров в области пространственного заряда. Для этого используют обедняющие и заполняющие импульсы напряжения прямоугольной формы, которые подают на образец.

Объединение этих двух методов в одном измерительном цикле позволит нам определить время жизни неосновных носителей заряда, а также узнать какие ГЦ непосредственно оказывают влияние на данный параметр полупроводниковой структуры.

СЕКЦИЯ «АВТОМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ»

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА АНАЛИЗА ЗАГРУЖЕННОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

В.С. Воробьев

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

Анализ транспортного потока позволяет оценить эффективность транспортной сети, плотность транспортного потока, обеспечить подсчет количества транспортных средств и слежение за движущимися объектами, а также определить тип движущегося объекта и скорость движения транспортных средств и среднюю скорость потока.

Предлагаемый подход решения задачи анализа загруженности транспортной инфраструктуры основан на обработке изображений, получаемых с камеры видеонаблюдения и компьютера в качестве средства для обработки и отображения информации о занятости парковочных мест [1].

Алгоритм предлагаемого подхода для решения поставленной задачи содержит следующие шаги:

1. Получение изображения с камеры наружного видеонаблюдения.
2. Получение маскированного изображения области интереса.
3. Анализ изображения, включающий:
 - 3.1. Обработку изображения диапазонным фильтром.
 - 3.2. Контурную обработку изображения методом пространственной фильтрации (оператор Кэнни) [2].
 - 3.3. Связывание пикселей внутри замкнутых контуров движущихся объектов.
 - 3.4. Морфологическая фильтрация изображения.
4. Подсчет и выделение движущихся объектов в зоне интереса.

В результате работы данного алгоритма осуществляется выделение и подсчет транспортных средств, находящихся в области наблюдения. Данная информация отображается на исходном изображении, получаемом с камеры видеонаблюдения.

Применение данного подхода позволяет снизить влияние теней на изображении за счет применения диапазонного фильтра, а также обнаруживать объекты интереса с учетом изменения их скорости или совершения объектами полных остановок в зоне наблюдения.

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 URL: <https://bookree.org/reader?file=1480257&pg=5>

2. Выделение контуров изображения движущегося объекта [Электронный ресурс].

URL: <http://masters.donntu.org/2015/fknt/sheplyakov/library/article6.html>

СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ НЕПРЕРЫВНОГО СЛЕЖЕНИЯ ЗА ОБЪЕКТОМ ИНТЕРЕСА С ПОМОЩЬЮ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ ПРИ НАЛИЧИИ БЛИЗКОРАСПОЛОЖЕННЫХ ПОХОЖИХ ОБЪЕКТОВ

Ю.Р. Алланазарова

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

Корреляционно-экстремальные алгоритмы и алгоритмы выделения движущихся объектов, используемые в бортовых системах видеослежения, имеют как принципиальные достоинства, так и принципиальные недостатки. Корреляционно-экстремальные алгоритмы, которые также иногда называют алгоритмами сопоставления с эталоном [1], считаются наиболее надежными. И хотя они способны работать при низких отношениях сигнал/шум, но могут давать грубые ошибки, связанные с перепутыванием объекта интереса с похожими на него близкорасположенными объектами или фоновыми образованиями. Алгоритмы, основанные на выделении движения [2, 3], требуют наличия контрастных объектов и совершенно не работают, если объект перестает двигаться относительно фона.

В данной работе предлагается за счет комплексирования корреляционно-экстремальных алгоритмов и алгоритмов на основе выделения движения уменьшить влияние их принципиальных недостатков на качество слежения за объектом. Для реализации рассмотренного подхода необходимо получить оценку фона и изображения движущихся объектов. Для этой цели будем использовать какой-либо алгоритм выделения движущихся объектов, основанный на оценке и вычитании фона. В процессе его работы оценка фона формируется и уточняется на каждом кадре, также мы получаем маску (бинарное изображение) всех движущихся объектов. Изображение фона и посторонних движущихся объектов можно использовать для модификации корреляционно-экстремального алгоритма таким образом, чтобы штрафовать ложные экстремумы в точках, где текущее изображение помимо сходства с эталоном объекта интереса обнаруживает также сходство с посторонними объектами и/или элементами фона. Такой подход, как представляется, способен существенно сократить грубые ошибки измерения координат объекта интереса, вызванные его перепутыванием с другими объектами и элементами фона.

Экспериментальные исследования показали, что предложенный подход с модификацией корреляционного критерия на основе комплексирования данных является работоспособным и обеспечивает прирост продолжительности слежения без срывов на величину до 30 %.

Библиографический список

1. Алпатов Б.А., Ерохин Д.Ю., Ершов М.Д. Обработка изображений в задачах видеоаналитики // К.Э.Циолковский - 160 лет со дня рождения. Космонавтика. Радиоэлектроника. Геоинформатика: 7-я Междунар. науч.-техн. конф. – Рязань: РГРТУ, 2017. – С. 360-362.
2. 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.
3. Бабаян П.В. Выделение объектов в условиях случайных геометрических преобразований изображения // Автометрия. – 2010. – №3. – С.41-47.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОБНАРУЖЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ ДЛЯ СИСТЕМ ТРАНСПОРТНОЙ ВИДЕОАНАЛИТИКИ

Ю.И. Баранова

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

По данным МВД России за 2020 г. 80,2 % ДТП совершались водителями легковых автомобилей из-за нарушений правил дорожного движения [1]. Дорожные знаки играют важную роль в формировании поведения участников дорожного движения для предотвращения аварийных ситуаций. При этом последнее десятилетие ведутся активные разработки средств видеоаналитики для оценки внешней среды с контролем управления транспортным средством, таким образом, минимизируя участие человека в процессе вождения.

Для обнаружения дорожных знаков применяется несколько заранее обученных каскадных HOG-детекторов. Каждый детектор соответствует определённому классу дорожных знаков. Обучение детектора состоит из нескольких этапов, количество которых задается вручную, при этом на каждом этапе запускается детектор, уже обученный на предыдущих этапах. И каждый следующий этап исправляет ошибки предыдущего.

Каждый HOG-детектор – классификатор, обученный по гистограмме направленных градиентов. Изображение делится на локальные области, и для каждой идет расчет количества направлений градиентов. Далее строятся гистограммы направлений в каждой области, при этом участвуют все пиксели данной области [2].

Алгоритм обнаружения дорожных знаков:

1. Составление позитивной выборки, содержащей изображения дорожных знаков разных видов, и негативной выборки, исключающей изображения объекта интереса.
2. Обучение набора каскадных HOG-детекторов для каждого класса объектов.
3. Применение обученных HOG-детекторов к входному изображению для обнаружения объектов.
4. Принятие решения о принадлежности дорожного знака к определенному классу.
5. Выделение дорожного знака цветной рамкой на входном изображении и присвоение ему названия соответствующего класса.

При наличии системы обнаружения дорожных знаков можно добиться повышения безопасности движения за счет дополнительного информирования водителя.

Библиографический список

1. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 9 месяцев 2020 года. Информационно-аналитический обзор. – М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России, 2020. 33 с.

2. Чирышев Ю. В., Атаманова А. С. Распознавание круглых лесоматериалов с помощью случайных решающих деревьев и гистограммы направленных градиентов //Фундаментальные исследования. 2017. №. 1. С. 124-128.

МЕТОД ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРАЦИИ ЗАШУМЛЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОЦЕНИВАНИЯ СОСТОЯНИЙ УРОВНЕЙ

Е.С. Гончарова

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

Во многих практических приложениях отношение сигнал-шум формируемых на выходе видеокамер различного спектрального диапазона изображений является достаточно низким, что обусловлено физическими процессами их регистрации. Например, радиолокационные изображения содержат спекл-шум, который носит мультипликативный характер. Неоднородность чувствительности фотоэлементов матриц или линеек тепловизионных систем действует схожим образом. Известно много подходов к устранению мультипликативных помех на изображениях, в том числе с использованием вейвлет-преобразований. В последнем случае для фильтрации применяется пороговая обработка вейвлет-коэффициентов, приводящая к появлению блочных артефактов на изображении.

Предлагаемый метод вейвлет-фильтрации использует принципиально новый подход к подавлению шума, не внося дополнительных артефактов и искажений. Основная идея метода заключается в построении помехоустойчивого аналого-цифрового преобразователя (АЦП) с использованием вероятностного реле [1, 2], который осуществляет квантование по уровню вейвлет-коэффициентов в субполосах. С этой целью для каждой субполосы выделяется определенное количество разрешенных уровней квантования исходя из динамического диапазона вычисляемых вейвлет-коэффициентов и предварительной оценки дисперсии мультипликативной помехи. Нахождение оценки вейвлет-коэффициента сводится к вычислению апостериорных вероятностей того, что неискаженный вейвлет-коэффициент превышает заданные уровни квантования (пороговые уровни АЦП). В настоящий момент метод ограничивается рассмотрением такой ситуации, когда последовательность изменения состояний вейвлет-коэффициентов по уровню описывается простой цепью Маркова с двумя состояниями.

На основе полученных соотношений удастся синтезировать структуру устройства фильтрации, которое содержит наборы вероятностных реле, стандартный цифроаналоговый преобразователь, два алгебраических сумматора и арифметико-логическое устройство (АЛУ), преобразующее унитарный код в двоичный позиционный код. Комбинации вероятностных реле и АЛУ образуют субполосные помехоустойчивые АЦП, инвариантные относительно действия мультипликативной помехи и белого шума.

Библиографический список

1. Патент (АС (СССР)) № 605317/ Оpubл. в Б.И., № 16, 1978. Активное вероятностное реле. Коршунов Ю.М., Симкин А.В., Филатов Ю.А.
2. Коршунов Ю.М., Симкин А.В., Филатов Ю.А. Статистический метод определения интервала существования импульсного сигнала относительно порогового уровня // Приборостроение. 1982. №8. С.12-15.

СЛЕЖЕНИЕ ЗА ОБЪЕКТОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ОПТИЧЕСКОГО ПОТОКА

Д.В. Ловкин

Научный руководитель – Корепанов С.Е., канд. техн. наук, доцент

Задача слежения за объектом возникает в системах безопасности, в робототехнике, в системах видеоаналитики и других областях человеческой деятельности. Данная задача является актуальной на сегодняшний день. В общем случае слежение за объектом заключается в определении его местоположения на каждом кадре видеопоследовательности.

В докладе рассматривается модифицированная версия алгоритма слежения, описанного автором в работе [1]. Описанный в [1] алгоритм основан на вычислении оценки оптического потока с использованием дифференциального метода Лукаса – Канаде [2]. Для обеспечения сегментации изображения порог вычисляется на основе модулей скоростей всех точек в зоне поиска объекта. Несмотря на то, что данный алгоритм позволяет следить за движущимися объектами, возможны срывы слежения при наличии рядом с объектом интереса других объектов.

Для решения возникшей проблемы предлагается модифицировать данный алгоритм.

Модификация алгоритма заключается в использовании сегментации изображения на основе особых точек. В данном алгоритме в качестве особых точек были выбраны углы.

Для вычисления порогового значения используются только особые точки, так как большая их часть принадлежит объекту. Поскольку углы на изображении могут быть у других объектов или участков фона, то необходимо отфильтровать особые точки, принадлежащие объекту слежения, по направлению движения объекта. В качестве направления движения объекта рассматривается направление, в котором движется большая часть особых точек в зоне поиска объекта.

Таким образом, для каждой точки в зоне поиска проводится соответствие: скорость точки по модулю должна быть больше порога, а направление – соответствовать направлению движения объекта. В алгоритме рассматриваются четыре направления движения (вверх, вниз, вправо, влево).

В результате экспериментальных исследований было замечено, что благодаря модификации алгоритма удалось повысить точность слежения, избежав случаев ложного выделения соседних объектов в зоне поиска. Также проводились сравнения двух методов вычисления оптического потока – Лукаса - Канаде и Horn-Schunck, где первый показал точность слежения выше.

Библиографический список

1. Ловкин Д.В. Слежение за объектом с использованием метода Лукаса - Канаде для оценки оптического потока // Научно-техническая конференция магистрантов: материалы VI научно-технической конференции магистрантов Рязанского государственного радиотехнического университета. – Рязань: РГРТУ, 2020. – С. 149.
2. Bruce D. Lucas, and Takeo Kanade. An iterative image registration technique with an application to stereo vision// IJCAI, 1981. P. 674–679.

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ СЛЕЖЕНИЯ, ОСНОВАННЫХ НА КОРРЕЛЯЦИОННЫХ МЕТОДАХ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ НАБЛЮДЕНИЯ

А.Ю. Овчинников

Научный руководитель – Корепанов С.Е., канд. техн. наук, доцент

Решение задачи слежения за объектом состоит в определении координат объекта слежения на каждом кадре наблюдаемой видеопоследовательности [1]. Определение координат усложняется тем обстоятельством, что текущее изображение объекта с течением времени может изменяться из-за поворотов в пространстве, удаления, приближения и через некоторое время может стать не похоже на исходное изображение объекта, таким образом, условия наблюдения можно назвать сложными.

Экспериментальные исследования проводились для сравнения следующих алгоритмов слежения за объектом, основанных на корреляционном методе:

1. Классический корреляционный алгоритм слежения.
2. Разностный корреляционный алгоритм слежения.
3. Разностный корреляционный алгоритм слежения, использующий разностную критериальную функцию, возведенную в квадрат.
4. Алгоритм слежения, основанный на ASEF фильтре.
5. Алгоритм слежения, основанный на MOSSE фильтре.

Видеопоследовательности содержат движущиеся автомобили и другие сложности условий наблюдения: деревья, здания. Чтобы оценить работоспособность рассмотренных алгоритмов, использовались следующие количественные характеристики: точность слежения за объектом в присутствии шума на изображении как среднеквадратическое отклонение координат объекта в присутствии шума (использовался аддитивный гауссовский шум с нулевым математическим ожиданием); среднее время обработки одного кадра.

По проведенным экспериментальным исследованиям были сделаны следующие заключения:

– алгоритм слежения MOSSE показал наилучшие результаты с точки зрения точности на сюжетах со сложной фоноцелевой обстановкой, характеризующейся поворотом, изменениями сдвига, а также изменения его ракурса, присутствия шума на изображении, а также частичным заслонением объекта слежения;

– вычислительная сложность алгоритма MOSSE оказалась минимальной. Среди всех рассмотренных алгоритмов слежения, алгоритм, основанный на MOSSE фильтре, оказался в 29 раз быстрее, чем классический корреляционный алгоритм, в 23 раз быстрее, чем разностный корреляционный алгоритм, в 24 раза быстрее, чем разностный корреляционный алгоритм, использующий разностную критериальную функцию, возведенную в квадрат, в 2 раза быстрее, чем алгоритм, основанный на ASEF фильтре.

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.

ФОРМИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ СЛЕДЯЩЕГО ГИРОКООРДИНАТОРА

С.А. Потапов

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

Применение оптических координаторов цели нашло себя в элементах стационарных локационных систем и головки самонаведения. В пределах каждой из перечисленных систем возможна дифференциация по принципу построения системы (пассивные системы, полуактивные, активные), используемой элементной базы (акустические, оптические, радиолокационные).

Следящий гироскоординатор цели осуществляет увеличение точности нахождения скорости угла вращения вектора расстояния цели до объекта и вместе с этим повышает дальность действия оптического и радиотехнического каналов приема сигнала от цели, при этом чувствительные к сигналам от цели элементы этих каналов зафиксированы на внутренней раме гиросtabilизированной платформы. Блоки анализа осуществляют подключение выводов указанных каналов на ввод усилителя мощности, выходы которого связаны с моментными датчиками гиросtabilизированной платформы, внешняя рама которой поставлена в вилке, сделанной в корпусе объекта с функцией вращения вокруг продольной оси объекта.

Техническая особенность состоит в том, что на высоких дальностях по объекту блок анализа подводит ввод мощности усилителя и вход блока формирования управляющего сигнала к выводу ресивера сигнала от объекта по радиотехническому каналу, когда осуществляется прием сигналов от цели только по радиотехническому каналу. Когда координатор принимает сигнал от объекта по оптической линии, при уменьшении расстояния до объекта, блок анализа соединяет ввод усилителя мощности и ввод блока формирования управляющего сигнала к выводу ресивера сигнала от цели по оптической линии, отключая эти выходы от вывода приемника сигнала от объекта по радиотехнической линии. Сигнал от объекта по оптической линии гораздо меньше искажен случайными флуктуациями, чем отраженный от объекта радиотехнический сигнал. Вследствие этого в сравнении с прототипом следящий координатор цели обеспечивает гораздо более высокую точность нахождения скорости угла вращения вектора расстояния до цели при той же большой дальности работы.

Алгоритмы и принципы цифровой обработки сигналов, в отличие от аналоговой, позволяют получать высокую стабильность результатов обработки с меньшей степенью зависимости от изменяющихся внешних условий работы аппаратуры, однако требуют применения специализированных вычислительных аппаратных средств и систем, таких как процессоры цифровой обработки сигналов.

УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ ФИРМЫ ПРИ СЛУЧАЙНОМ СПРОСЕ

А.И. Свиридова

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

В настоящее время проблемы управления запасами являются достаточно важными и актуальными, так как интенсивно развивается торговля, наблюдается рост производства продукции и появляется необходимость быстрого обеспечения потребителей постоянно расширяющимся ассортиментом продукции. Запасом является продукция, которая находится за пределами производственного процесса. Данная продукция неподвижна и предназначена для производства или потребления в перспективе. Управление запасами – это последовательность принимаемых решений:

- когда закупать необходимые ресурсы (пополнять запас);
- какое количество продукции заказывать (каков должен быть размер заказываемой партии).

Объектом исследования в работе выступает ООО «Световые технологии», основной сферой деятельности которого являются разработка и производство светильников общего и специального назначения для внутреннего и наружного освещения.

По данным исследования компании была проведена проверка гипотезы о равномерном распределении интенсивности спроса по критерию Пирсона для трех видов светильников: уличные, офисные и промышленные. По результатам проверки не нашлось оснований для отказа от выдвинутой в исследовании гипотезы.

Для нахождения оптимального размера партий светильников, поставляемых на предприятие, в отсутствие ограничений использовалась $\langle h, R \rangle$ - модель управления запасами при случайном спросе без потерь. Данная задача была решена численным методом при помощи программных средств Microsoft Excel, с использованием встроенной функции «Поиск решения», путем минимизации целевой функции затрат.

Было проведено определение размера партий светильников при наличии ограничения на площадь склада. Данная задача была решена численным путем как задача нелинейного программирования, при помощи вычислительного пакета Excel в режиме «Поиск решения». По результатам вычислений был сделан вывод, что ограничение на площадь склада оказало понижающее влияние на размеры партий, а затраты на их содержание увеличились.

Результаты вычислений

	Уличный светильник	Офисный светильник	Промышленный светильник
Без ограничений			
Размер партии (h), шт.	1 630,28	7 080,2	5 129,24
Суммарные затраты, руб.	376 686,4		
С ограничением на площадь			
Размер партии (h), шт.	1 516,64	5 504,63	4 990,06
Суммарные затраты, руб.	381 363,5		

СТАБИЛИЗАЦИЯ УРОВНЕЙ СИГНАЛОВ ОТ ТОЧЕЧНЫХ ОБЪЕКТОВ В МАТРИЧНЫХ ФОТОПРИЕМНИКАХ

М.Ю. Яблоков

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

Данная задача возникает при обработке информации с фотоприемных устройств (ФПУ), которые преобразуют световые сигналы в электрические импульсы колоколообразной формы, стабилизируемые на уровне единицы. Действие электронного коммутатора, опрашивающего ФПУ, приводит к тому, что полезный импульс суммируется с помехой, значение которой определяется рабочей точкой ФПУ, и некоррелированным гауссовским шумом. Таким образом, необходимо обнаружить и стабилизировать импульсы на уровне единицы.

Рассмотрение алгоритма будем вести в дискретном времени с интервалом дискретизации, превышающим интервал дискретизации для шума. Для математического описания сигнала, как и в [1], введем множество состояний сигнала, отражающего два состояния Марковской цепи: 1) отсутствие импульса, или существование импульса на уровне ниже порога, 2) превышение импульсом порога. Выделение импульсного сигнала сводится в этом случае к нахождению для каждого дискретного момента времени оценки состояния.

Последовательный опрос электронным коммутатором приводит к тому, что образуется двумерный массив дискретных отсчетов. Тогда, при рассмотрении, в отличие от [1], в двумерном пространстве будем проводить обработку отсчетов следующим образом.

Вначале сигнал с выхода каждого из четырех соседних фотоэлементов поступает на дифференцирующее звено с заданной передаточной функцией. Как известно, дифференцирующее звено не пропускает постоянную составляющую сигнала, но зато ослабляет амплитуду полезного сигнала и искажает его форму. Изменяя коэффициенты двумерного фильтра определенным образом, можно убрать низкочастотную помеху, восстановить форму и амплитуду импульса.

Опрос электронным коммутатором осуществляется по строкам информационного поля, поэтому есть смысл перейти к одномерным (строчным) координатам, так как всегда идет обработка одного элемента (отсчета), тогда как другие необходимые отсчеты хранятся во внешней памяти. Задача заключается в том, чтобы при наличии импульса во входном сигнале найти такие оптимальные значения коэффициентов двумерного фильтра, чтобы осуществилась стабилизация импульсного сигнала на уровне единицы. В результате были получены соотношения и структура соответствующего цифрового устройства обработки.

1. Y. S. Bekhtin, Y. A. Filatov and A. A. Lupachev. Digital Stabilizing Pulse Signals on the Base of their State Estimators under Noise Environment. 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). Vladivostok. Russia. 2019. Pp. 1-7.

АЛГОРИТМ ЛОКАЛИЗАЦИИ НОМЕРОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

А.В. Яковлев

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

В настоящее время системы автоматического распознавания автомобильных номеров востребованы в самых различных областях: в работе автотранспортных предприятий и станций техобслуживания, автомобильных парковок, систем контроля и мониторинга дорожного движения и т.д. Подобные системы позволяют ограничивать въезд автомобилей на территорию, определять количество свободных мест на парковке и время обслуживания автомобилей клиентов, отслеживать автотранспорт, внесенный в список наблюдения. Важной составной частью задачи распознавания номеров транспортных средств является проблема их локализации.

Из всех вариантов алгоритмов локализации объектов на изображении наибольший интерес представляют нейросетевые алгоритмы, так как в них определение наиболее подходящих признаков происходит адаптивно, в зависимости от исходных данных и параметров обучения. Это позволяет обеспечить лучшую точность работы в сравнении с другими подходами. Среди подобных подходов наибольшую скорость работы имеют алгоритмы семейства YOLO [1].

В ходе выполнения работы было создано программное обеспечение на языке Python, реализующее функции обучения и тестирования нейронной сети YOLO третьего поколения (YOLOv3) и её упрощенной версии (YOLOv3-tiny). Для обучения применялся набор изображений с эталонной разметкой положения российских номеров транспортных средств. Весь набор изображений был разделён на три части: обучающая выборка включала 4151 изображение, проверочная выборка – 889 изображений и тестовая выборка содержала 2669 изображений. Обучение продолжалось 50 эпох с размерностью пакета данных, равным четырём изображениям, и с плавно уменьшающимся шагом обучения от 0,0001 до 0.

При тестировании оценивались следующие метрики: ошибка первого рода – L_1 (объект не найден там, где он есть), ошибка второго рода – L_2 (объект найден там, где его нет), медианное значение точности локализации объекта IoU_{med} (отношение площади пересечения к площади объединения) и среднее время обработки изображения. Результаты экспериментов представлены в таблице.

Результаты тестирования

	L_1 , %	L_2 , %	IoU_{med}	Время, с
YOLOv3	1,11	0,33	0,9978	0,13
YOLOv3-tiny	2,12	0,22	0,9981	0,09

Проведенное тестирование нейросетевых алгоритмов показало высокие показатели точности локализации автомобильных номеров и хорошую скорость работы.

1. Сайт YOLO: Real-Time Object Detection [Электронный ресурс], URL: <https://pjreddie.com/darknet/yolo/>, дата просмотра: 14.04.2021

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ, НАБЛЮДАЕМЫХ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМОЙ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

М.А. Смирнов

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

На сегодняшний день в различных областях человеческой деятельности находят применение разного рода беспилотным системам. При проектировании таких систем одной из задач, которую надо решить, является задача определения параметров наблюдаемых объектов. Одним из некоторых решений данной задачи может являться подход, основанный на использовании пассивной стереоскопической системы технического зрения [1].

Параметры объекта, наблюдаемого стереосистемой, определяются величиной смещения объекта интереса на изображениях, полученных с двух цифровых камер, разнесенных на определенное расстояние [2]. Обе камеры одновременно формируют два изображения одинакового размера $L_1(i, j)$ и $L_2(i, j)$. На основе этих изображений можно вычислить некоторые параметры объекта, такие как дальность от стереосистемы до объекта, его размеры и т.д. Так, например, дальность до объекта интереса может быть вычислена по формуле [2]:

$$F(n) = \frac{B * R}{2 * D * tg(\frac{w}{2})}, \quad (1)$$

где B – базовое расстояние между камерами в метрах;

n – номер кадра;

R – разрешение полученного изображения в пикселях;

D – значение диспаратности в пикселях;

w – ширина поля зрения камеры в градусах.

Для большинства стереосистем характерной особенностью является поиск соответствий между фрагментами или точками двух изображений стереопары, которые относятся к одному и тому же объекту интереса [2]. Разработанный алгоритм решает эту задачу на основе двух способов определения диспаратности. Первый способ основан на вычислении разностной корреляционной функции объекта интереса на стереопаре изображений, полученных стереосистемой. Второй способ основан на вычислении детектора и дескриптора особых точек на этих изображениях, и с помощью найденных совпадающих пар особых точек производится оценка диспаратности. На основе полученных оценок диспаратности сначала производится расчет по формуле (1) расстояния от стереосистемы до объекта интереса. Далее на основе этих оценок диспаратности вычисляются физические размеры объекта интереса. Для оценки качества разработанного алгоритма бралась величина, определяющая ошибку измерения параметров объекта. Данная величина рассчитывается как разность измеренных и эталонных параметров объекта, выраженная в метрах.

Экспериментальные исследования разработанного алгоритма проводились на данных, полученных с помощью стереосистемы, собранной из двух веб-камер, а также на свободно распространяемом наборе данных.

Результаты экспериментальных исследований алгоритма определения параметров объекта при разных способах расчета диспаратности показали, что с точки зрения ошибки оценивания параметров объекта интереса наилучший результат показал способ с использованием особых точек. Разработанный алгоритм позволяет определить параметры объекта интереса, не превышая определенной погрешности.

Библиографический список

1. Старовойтов Е. Современные технические средства пассивной оптической локации / Е.А. Старовойтов // Современная электроника. 2011, № 2. С. 40 - 43.
2. Корепанов С.Е., Смирнов С.А., Стротов В.В. Алгоритм определения дальности до объекта для стереоскопической системы технического зрения реального времени // Цифровая обработка сигналов. 2011, №3. С. 57 - 61.

СЕКЦИЯ «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ»

ВЫБОР МОНОЛИТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ СИСТЕМЫ СОЗДАНИЯ ОБУЧАЮЩИХ КУРСОВ

О.Н. Усик

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

Выбор архитектурного подхода при проектировании приложений является значимой частью процесса проектирования. При создании той или иной системы необходимо учесть все ее нюансы для грамотного построения требований к будущему программному продукту.

На сегодняшний день наиболее популярны два архитектурных подхода к разработке web-приложений: монолитный и микросервисный.

Монолитная архитектура подразумевает под собой один единый модуль, включающий в себя все части проекта. Микросервисный подход, в свою очередь, позволяет разделить проект по нескольким независимым блокам, взаимодействующим между собой [1].

При проектировании приложений возникает проблема выбора архитектуры: выбрать классический монолитный подход или разделить приложение на несколько микросервисов. Нет идеального решения, выбор должен быть сделан, исходя из особенностей будущей системы.

Можно выделить несколько критериев, при которых хорош каждый из подходов (таблица 1).

Критерии выбора архитектуры

Монолитная архитектура	Микросервисная архитектура
Разрабатывается прототип или быстрое решение	Разрабатывается большой проект
Неквалифицированная команда, малое количество средств на проект	Высококвалифицированная команда, достаточное финансирование проекта
Нужна простота разработки, поддержки приложения	Требуется разнообразие технологий в проекте
Слабое или неполное понимание предметной области	Имеется четкое модульное деление, необходимо масштабирование компонентов

В рамках проектирования системы создания обучающих курсов микросервисный подход не является необходимым. На первых этапах она не будет содержать обширный функционал, в ней не будет отдельных компонентов, не требуется разнообразие технологий, поэтому выбрана именно монолитная архитектура. При дальнейшем развитии и расширении можно сделать переход на микросервисную, но на первых этапах в ней нет необходимости.

1. Богданенко, Д. А. Подходы к архитектурному проектированию веб-приложений / Д. А. Богданенко. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2018. — № 9 (195). — С. 24-29. URL: <https://moluch.ru/archive/195/48609/> (дата обращения: 11.04.2021).

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ ПАРАЛИМПИЙСКИХ ВИДОВ СПОРТА

П.И. Иващенко

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

В работе описывается процесс создания информационной системы, обеспечивающей расчёт объема финансирования спортивных федераций паралимпийских видов спорта города, основанной на разработанной формуле расчета и критериях, которые позволяют оценить их эффективность.

В большинстве крупных спортивных организаций, развивающих паралимпийское движение, используются информационные системы управления, которые позволяют автоматизировать многие процессы, особенно в сфере распределения финансирования. Успешность спортивной федерации паралимпийского спорта зависит от многих показателей, ключевым из которых является грамотное распределение бюджетных и спонсорских средств на различные статьи расхода в течение календарного года.

Целью информационной системы, позволяющей рассчитывать объем финансирования конкретной спортивной федерации паралимпийского спорта, является повышения эффективности расходования бюджетных/спонсорских средств и их справедливое распределение между всеми региональными спортивными федерациями паралимпийских видов спорта на основе их достижений, эффективности и рентабельности.

Для достижения поставленной цели необходимо непосредственное выполнение следующих задач:

- 1) обоснование необходимости создания информационной системы;
- 2) анализ существующих методов расчёта финансирования;
- 3) разработка критериев оценки федераций и формулы расчета финансирования;
- 4) разработка базы данных;
- 5) разработка информационной системы.

Существующий метод расчета объема финансирования не совсем справедлив, так как он не учитывает многие факторы, такие как разделение паралимпийских видов спорта на интеллектуальные и физические, паралимпийские и непаралимпийские, командные и индивидуальные и т.д. Из-за устаревшей модели расчета объема финансирования многие из спортивных федераций паралимпийских видов спорта не получают должного финансирования, что негативно сказывается на их развитии и эффективности.

С помощью разработанной информационной системы упростится процесс регулирования траты бюджетных/спонсорских ресурсов, появится возможность получения статистических данных по показателям эффективности каждой отдельной спортивной федерации паралимпийского спорта за долговременные периоды, а также отчётов на их основе.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СИСТЕМ ПОДГОТОВКИ ОТЧЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

Г.А. Копцев

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

В современном мире эффективное функционирование каждой организации, независимо от ее профиля, находится в прямой зависимости от уровня оперативности создания документации. Поэтому оптимизация подготовки отчетной документации является одной из первостепенных задач современных компаний.

Задача решается на примере расчетной системы «Абонент» расчетно-платежного комплекса Абонент+ [1]. В настоящее время работа с отчетной документацией в клиенте расчетной системы «Абонент» осуществляется посредством взаимодействия с реляционной базой данных с помощью SQL-запросов. Такой подход в процессе эксплуатации и наполнения базы данных большим количеством информации сталкивается с проблемой масштабируемости реляционных БД [2]. В большинстве случаев формирование отчета требует выполнения ресурсоемких запросов, которые негативно влияют на производительность системы.

Для решения проблемы потери производительности используется приложение, кэширующее имеющиеся данные в базе в оперативную память и представляющее их в виде объектной модели, позволяющее получать информацию посредством HTTP-запросов. С использованием этого решения было разработано средство, главной задачей которого является ускорение процесса формирования отчетной документации.

Для сравнения производительности было проведено два теста: производительность простого запроса и производительность достаточно сложного ресурсоемкого запроса.

В случае выполнения простых запросов существенного прироста в производительности достигнуть не удалось, однако выполнение ресурсоемкого запроса с помощью разработанного средства производилось в два раза быстрее. Таким образом, можно сделать вывод, что хранение данных в оперативной памяти позволяет ускорить формирование отчетной документации.

Библиографический список

1. Абонент+ Расчетно-платежный комплекс [Электронный ресурс] URL: https://www.abonent.plus/product_01 (дата обращения: 27.03.2021).
2. Масштабирование БД в высоконагруженных системах [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/post/440306/> (дата обращения: 27.03.2021).

ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КАДРАМИ

К.А. Алеев

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

В качестве объекта исследования и разработки был выделен бизнес-процесс «Управление кадрами в ЗАО "Многоотраслевая производственная компания "КРЗ"».

Предметом работы является возможность перехода бизнес-процесса на автоматизированный этап формирования кадрового резерва на выдвижение в соответствии с требованиями профессиональных стандартов и локальных нормативных актов филиала.

Целью работы является проектирование информационной системы управления кадрами ЗАО "Многоотраслевая производственная компания "КРЗ".

В соответствии с вышеописанным к разрабатываемой информационной системе предъявляются следующие требования:

1. Система должна быть понятна и удобна в использовании.
2. В системе должно быть понятное и удобное меню, пункты меню должны соответствовать структуре управления персоналом, а именно:
 - справочники, где должна содержаться информация о филиалах, подразделениях, должностях, кандидатах;
 - кадровый план с вакансиями;
 - подбор персонала;
 - отчеты.
3. Система должна быть отказоустойчивой и надежной.
4. Кадровый план должен быть представлен в виде сетки с указанием филиала, подразделения, должности и количества планируемых ставок, а также количества занятых ставок. Ставки - это дробные числа с двумя знаками после запятой.

Теоретические методы используются при рассмотрении теоретико-методологических основ тематики работы, а именно:

- индукция – применение данного метода позволит представить в работе понятие «кадровый резерв» как составной элемент системы стратегического управления персоналом;
- дедукция – использование метода позволит представить систему работы с кадровым резервом на выдвижение как ядро, включающее ряд компонентов управленческой деятельности [1].

1. Армстронг М. Практика управления человеческими ресурсами. 10-е изд. / пер. с англ. под ред. С.К. Мордовина. – СПб.: Питер, 2010.- 848с.:ил. – (Серия «Классика МВА»).

ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

К.Ю. Агапов

Научный руководитель - Михеев А.А., д-р техн. наук, профессор

Беспилотные летательные аппараты в настоящее время развиваются так же быстро, как когда-то мобильные телефоны. И, судя по темпам прогресса беспилотных летательных аппаратов, в ближайшем будущем может понадобиться глобальная и универсальная информационно-управляющая система, которая упростит управление любым парком беспилотных летательных аппаратов с точки зрения состава и разнообразия.

Концепция новой информационной системы управления основана на универсальности, которой не хватает современным системам в достаточной мере. Это означает, что система должна обеспечить пользователю возможность управления всеми возможными различными типами беспилотных летательных аппаратов. Это может быть достигнуто с помощью базы данных, где, помимо полной информации о конкретном устройстве, хранятся данные управляющих сигналов самого этого устройства. Например, беспилотные летательные аппараты конструкции «жесткое крыло» в своем подавляющем большинстве имеют набор управляющих сигналов для тангажа, рысканья, крена и двигателя. И в системах управления, предназначенных для такого типа беспилотников, нет возможности послать сигналы «Подъем», «Спуск» как у вертолетов и, особенно, мультироторных дронов. Универсальная информационно - управляющая система должна быть способна обеспечить пользователя любыми элементами управления устройством, в том числе созданными самим оператором. При такой универсальной системе одного оператора будет достаточно, чтобы перехватить управление конкретным устройством из системы только в случае крайней необходимости. Универсальная информационно-управляющая система также должна получать данные о состоянии устройства и его состоянии, даже если оно припарковано. Кроме того, современные технологии позволяют каким-то образом отслеживать беспилотники, с которыми теряется связь, если, например, на них установлена инерциальная навигационная система.

Все вышесказанное позволяет оценить потенциальные преимущества такой универсальной информационной системы управления. Во-первых, сокращается количество персонала, необходимого для эксплуатации беспилотных транспортных средств, что снижает вероятность человеческой ошибки при эксплуатации. Во-вторых, универсальная база данных системы позволит менять парк беспилотных летательных аппаратов без необходимости что-либо менять в самой информационно-управляющей системе и ее компонентах. В-третьих, обучение основам управления беспилотными летательными аппаратами с помощью универсальной информационно-управляющей системы не займет много времени и сил, а в некоторых ситуациях позволит даже неподготовленным пользователям выполнить поставленные перед ними задачи. В результате такая система может быть применена в любой сфере человеческой деятельности и повысить эффективность использования беспилотных летательных аппаратов.

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ WEBASSEMBLY В СРАВНЕНИИ С JAVASCRIPT ДЛЯ РАЗРАБОТКИ КЛИЕНТСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ

П.А. Конин

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

Большинство сайтов используют JavaScript для создания интерфейса приложений, а также вычислений на клиентской части. Существует различное множество способов увеличения скорости вычислений, от оптимизации написанного чистого кода на js до использования более быстрых фреймворков, например asm.js.

При разработке веб-приложений все чаще и чаще вычисления, которые не нуждаются в серверной проверке, переносятся на клиентскую часть. Этот подход позволяет уменьшить нагрузку на сервера и увеличить производительность ресурса за счет более быстрого отклика от сервера.

Если сравнивать JavaScript с высокоуровневыми языками (например, C++), в большинстве операций он проигрывает им в производительности. Однако, технология Wasm (сокращение от WebAssembly) позволяет использовать код высокоуровневых языков прямо в браузере, что положительно влияет на производительность клиентских вычислений.

Изначально технология WebAssembly создавалась для решения очень важной проблемы – быстрого выполнения кода в браузере. Высокоуровневый код (например, написанный на C++, C#, C, Rust) ассемблируется и исполняется JavaScriptом. Таким образом, вычисления, медленно производимые чистым JavaScript, могут выполняться в несколько раз быстрее.

JavaScript имеет полный доступ к памяти Wasm как для чтения, так и для записи. Поэтому можно писать часть кода на JavaScript там, где не нужна высокая скорость вычислений, а часть – на языках высокого уровня.

Ниже приведены примеры сравнения производительности JavaScript и WebAssembly (C++ код) в часто используемых операциях.

1. Сложение 1000 целочисленных значений не имеет значимой разницы в производительности (1-2 % в пользу Wasm).

2. Сложение 1000 значений с плавающей точкой не имеет значимой разницы в производительности (2-5 % в пользу Wasm).

3. Перемножение 1000 целочисленных значений выполняется быстрее на 95-101 %.

4. Перемножение 1000 значений с плавающей точкой выполняется быстрее на 97-102 %.

5. Нахождение числа Фибоначи с помощью рекурсивной функции выполняется на 210-220 % быстрее.

6. Парсинг json-файла весом 10 Мб выполняется быстрее на 9-10 %.

7. Нахождение коллизии 16384 объектов реализуется на 8-13 % быстрее. Быстрое нахождение коллизий — это большая проблема при разработке игр и тренажеров, и это очень хороший результат, позволяющий разработчикам браузерных игр добиться лучшей производительности.

Все тесты проводились автором для одинаковых алгоритмов, написанных на языках JavaScript и C++. Результаты тестирования свидетельствуют о том, что благодаря технологии WebAssembly и использованию языка C++, наблюдается прирост производительности от незначительного уровня для простых операций до весьма ощутимых значений для сложных.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ В СУБД NEO4J

А.В. Куликова

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

В рамках выпускной квалификационной работы разработан программный комплекс автоматизации построения схемы обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО) [1]. Результатом работы комплекса является граф расчетной схемы расположения контейнеров ТКО.

Целью настоящего доклада является исследование возможностей визуализации полученного графа на географической карте с помощью СУБД Neo4j [2]. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) обзор технологий визуализации картографических данных;
- 2) исследование возможностей галереи приложений СУБД Neo4j;
- 3) совмещение слоя расчетной схемы контейнеров ТКО с географической картой расположения жилых домов.

В настоящее время наиболее востребованными системами визуализации картографических данных являются [3]: Quantum GIS, CartoDB, API Карт от Яндекса и Google, графовая СУБД Neo4j.

В результате сравнительного анализа выявлены основные характеристики, преимущества и недостатки перечисленных выше систем. Для дальнейшего использования выбрана СУБД Neo4j.

В докладе подробно рассмотрены функции и интерфейс приложения NeoMap [2] на примере создания слоя по узлам с координатами расположения контейнеров ТКО г. Рязани. Все настройки выполняются на левой панели, где можно создавать слой, который отображается на правой стороне карты. Существует два основных варианта работы: режим настроек и режим запросов. В режиме настроек можно выбирать *метки узлов графа для отображения* на карте. Также можно настроить ограничение строк для выборки. Если необходима дополнительная настройка, например включение секции WHERE, используется режим запросов.

В результате настройки карты представлено четыре карты расположения контейнеров ТКО: маркерная, линейная, выделения областей и комбинированная.

Библиографический список

1. Градостроительный кодекс РФ от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 02.08.2019) [Электронный ресурс] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 26.03.2021).
2. Neo4j [Электронный ресурс] URL: <https://neo4j.com/> (дата обращения: 06.04.2021).
3. Системы визуализации картографических данных [Электронный ресурс] URL: <https://carto.com/> (дата обращения: 08.04.2021).

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РЕАЛИЗАЦИИ ДОГОВОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТРУДОВЫХ ОТНОШЕНИЙ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ОТРАСЛИ

А.Р. Прокофьева

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

Реализация договорного регулирования трудовых отношений осуществляется посредством заключения в организациях коллективных договоров (ст. 9 Трудового кодекса РФ), которые разрабатываются не законодателями, а работниками и работодателем организации в лице своих представителей. Поэтому достаточно актуальной является задача оценки качества реализации договорного регулирования в организациях той или иной отрасли.

Для решения этой задачи, опираясь на методику определения количественных показателей правовой эффективности коллективных договоров [1], нами предложен алгоритм расчета количественных показателей качества решения в договорном порядке отдельных вопросов трудовых отношений. А именно: коэффициентом Кдог – качество решения вопросов заключения и расторжения трудовых договоров с работниками, коэффициентом Крв – вопросов рабочего времени, коэффициентом Кво – вопросов времени отдыха, коэффициентом Кзп – вопросов оплаты труда, коэффициентом Кот – вопросов охраны труда. Коэффициенты рассчитываются на основе соответствующих фрагментов текстов коллективных договоров. Тогда для определения того, какова эффективность регулирования вопросов трудовых, социальных или социально-партнерских отношений в организациях отрасли, находящихся в том или ином Федеральном округе РФ или субъекте РФ (регионе), можно использовать обобщенные показатели решения этих вопросов: среднеарифметические значения $K_{ср}$ и среднеквадратические отклонения ΔK_i , где i – тот или иной вопрос социально-трудовых отношений.

Разработанная информационная система рассчитывает текущие значения показателей Кдог, Крв, Кво, Кзп, Кот и по ним рассчитывает обобщенные показатели $K_{ср}$, ΔK_i для выбранного множества организаций (отрасли в целом, Федерального округа или отдельного региона). Результаты расчетов предоставляются пользователю в удобном для него виде с помощью соответствующего интерфейса.

Для программной реализации выбраны современный и удобный для разработки и поддержки язык программирования Kotlin и прогрессивный фреймворк Vue.js.

Предоставляемые пользователю значения обобщенных показателей $K_{ср}$, ΔK_i позволяют знать, в каких регионах договорное регулирование тех или иных вопросов реализуется лучше (больше значения $K_{ср}$ и меньше ΔK_i), а в каких хуже ($K_{ср}$ малы), и на этой основе проводить необходимую работу по повышению качества договорного регулирования в отрасли.

1. Александров, В.В. Системный анализ коллективно-договорного регулирования трудовых отношений / В.В. Александров // Труд и социальные отношения. Соискатель. АТиСО. – М., 2002. – № 1. – С. 73–85.

МНОГОПОТОЧНОЕ ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ В КОД НА ОСНОВЕ ДЕЛЬТА-ПРАВИЛА

А.В. Конькова

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

В промышленности широко используются информационно-измерительные системы (ИИС). Для сбора информации об объекте исследования в ИИС применяются датчики. Датчики преобразуют информацию о теплоэнергетических, механических, физических и химических параметрах в электрические сигналы. Выходными сигналами датчиков могут быть амплитуда или частота. Для дальнейшей обработки результатов измерений необходимо использовать вторичный преобразователь, позволяющий трансформировать аналоговую величину в цифровой код.

Как правило, тарировочная характеристика, описывающая зависимость электрической величины от измеряемой неэлектрической, нелинейна. Для точной обработки снятых измерений необходимо решить задачу линеаризации, которая заключается в восстановлении искомой линейной зависимости. Для этого применяют функциональные преобразователи информации, использующие технологию искусственных нейронных сетей [1].

Представляются сложные функциональные зависимости обычно с помощью аппроксимации на основе технологии искусственных нейронных сетей. Для того чтобы нейронная сеть была способна выполнить поставленную задачу, её необходимо обучить. В связи с этим является актуальным создание процедур настройки нейросетевых преобразователей «аналог-код». Разработанная процедура настройки состоит из 2-х этапов. 1-й этап является «грубым» обучением и подразумевает задание малого количества нейронов сети, эпох обучения и других параметров. Целью 1-го этапа является определение параметров активационных функций нейронов. 2-й этап подразумевает точное обучение. На этом шаге задействуют большое количество нейронов сети и эпох обучения.

В таблице представлены полученные результаты обучения нейронной сети для различных сходных сигналов.

Результаты обучения сети преобразователя на основе дельта-правила

Функция	Диапазон значений	Количество нейронов	Δ , %	Количество значащих разрядов
$\cos\left(\pi \cdot \frac{x}{2}\right)$	$x \in [0; 1]$	16	0,0251171489865421	12
		32	0,0250082233109517	12
$\sin\left(\pi \cdot \frac{x}{2}\right)$	$x \in [0; 1]$	16	0,0284542697267298	11
		32	0,0251237891932377	12
$tg\left(\pi \cdot \frac{x}{2}\right)$	$x \in [0; 0,667]$	16	0,0572953834731079	11
		32	0,0344534299168593	11

Результаты обучения говорят о 12-разрядной точности воспроизведения функциональных зависимостей, что является достаточно высоким показателем и может применяться для промышленных измерений.

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

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ВЕДЕНИЯ ПРЕТЕНЗИОННО-ИСКОВОЙ РАБОТЫ В СФЕРЕ ЖКХ

Д.А. Андреев

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

Претензионно-исковая работа (ПИР) — основополагающая доля успешного ведения деятельности в организации ЖКХ, которая предполагает подготовку судебных и досудебных документов. Без эффективной деятельности по возврату дебиторской задолженности, нельзя представить нормальное функционирование организаций ЖКХ. Проблемы данного характера незамедлительно отражаются на качестве предоставляемых услуг, а соответственно на качестве жизни граждан.

Проведен анализ задолженности ресурсоснабжающей организации. Общий долг абонентов по ЖКУ на конец 2020 года составляет более полутора миллиардов рублей.

Для сокращения темпа роста задолженности организации ведут претензионно-исковую работу: формируют счета-извещения, претензии, иски, проверяют оплату и применяют различные меры воздействия на должников. В процессе разработки произведено описание бизнес-процесса ведения ПИР в организации ЖКХ.

Цель проекта – повышение эффективности ведения ПИР за счет оперативного выполнения большинства однотипных задач по подготовке и формированию комплекта судебных и досудебных документов в едином сервисе. Концептуально можно представить систему, как комплекс, взаимодействующий с различными внешними сервисами и биллинг-системами.

Работа с должником подразумевает поэтапный характер выполнения, начиная с уведомлений о задолженности и заканчивая доведением дела до суда и взысканием средств с помощью судебных приставов.

Существует большое количество решений для ведения ПИР, но все они используются для ведения административных дел, в целях подачи исков для арбитражных судов, а также не реализуют всех состояний судебно-исковой деятельности. Найдено два решения для работы с должниками по ЖКУ, однако формирование документов в них представлено одним шаблоном для всех случаев. Подстановка параметров осуществляется прямолинейно, без какой-либо логики, что в дальнейшем потребует дополнительного редактирования и знаний юриста.

Новизной разрабатываемого решения является автоматическая компоновка и формирование юридических документов в зависимости от особенностей учета, состава и родственных отношений в семье, количества ЖКУ и подобных характеристик, что в значительной степени ускорит процесс составления документов.

В системе реализуется алгоритм формирования исков, а также расчет пени, задолженности и госпошлины. Подготовлены реляционная модель и прототип интерфейса системы. В качестве основного понятия используется юридическое дело, в рамках которого ведется комплексная работа с должником.

СЕКЦИЯ «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ»

СИСТЕМА НАСТРОЙКИ И АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОГОНА ИСТОЧНИКОВ ТОКА ДО 400 А

Н.В. Бодров

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

В докладе рассматривается процесс проектирования контрольно-измерительного оборудования, входящего в систему настройки и автоматического прогона (далее СНАП) сварочных аппаратов с выходным током до 400 А, на соответствие заявленным в техническом задании и технических условиях характеристикам.

Структурная схема СНАП представлена на рисунке 1.

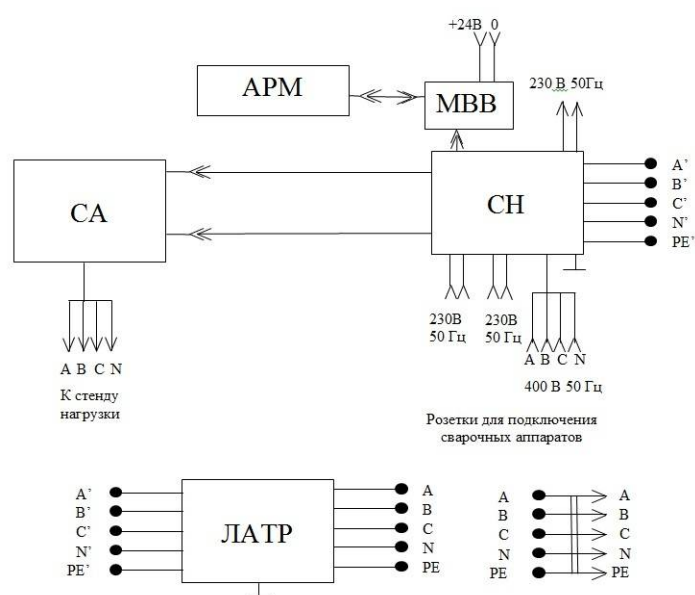


Рисунок 1 – Структурная схема СНАП

В ходе проектирования были разработаны принципиальные схемы электрические стенда нагрузки (СН), модуля ввода-вывода (МВВ) и схема электрическая соединений. При проектировании использовался пакет программ OrCAD.

Оператор СНАП контролирует и управляет процессом настройки с помощью автоматизированного рабочего места (АРМ). Для помощи оператору СНАП разработано приложение, дающее инструкции в диалоговом формате, сохраняющее в базе данных параметры, контролируемые в процессе настройки и прогона, и формирующее отчет о проведенной настройке в соответствии с используемой на предприятии документацией. Прикладное приложение разработано в системе MasterSCADA4D.

Внедрение АРМ в процесс настройки позволило уменьшить количество ошибок, допускаемых оператором при настройке, и уменьшило время на проверку одного аппарата в среднем на 15%. Внедрение системы автоматического прогона позволило снизить нагрузку на оператора по контролю и снятию показаний во время проведения прогона.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ИМИТАЦИЮ ВИДЕОПОТОКОВ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕНИТНО-РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСА БЛИЖНЕГО ДЕЙСТВИЯ

А.В. Богатов

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

В настоящий момент на оборонных предприятиях России ведется активная работа по разработке новых комплексов и оборудования. Некоторые изделия представляют собой совершенно новые решения, позволяющие точно и качественно выполнять стоящие задачи. Некоторые изделия представляют собой «новый взгляд» на старые разработки. Иными словами, разрабатываются изделия и модули, которые включают в себя те функции, которые выполнялись некоторым изделием ранее, а также новые возможности и производственные решения, которые призваны улучшить работу изделия и добавить некоторый новый функционал.

Функциональная схема разрабатываемого устройства, представлена на рисунке 1.

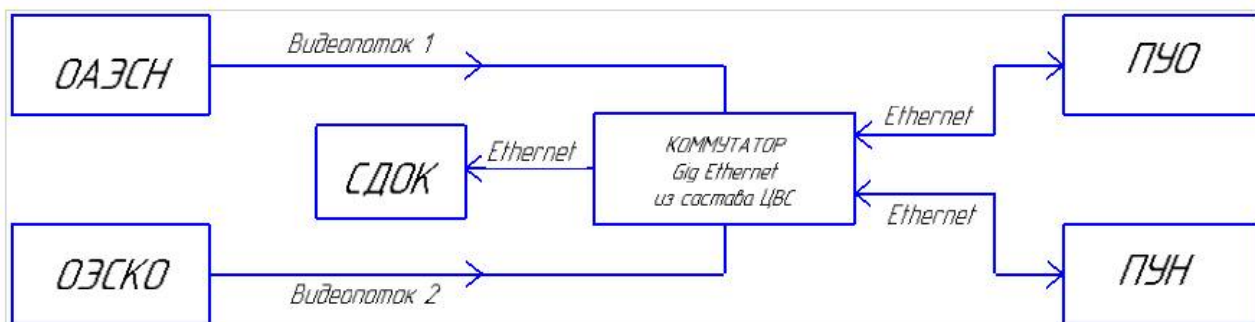


Рисунок 1 – Упрощенная схема имитации видеопотоков ЗРК БД

Стоит сказать, что основной частью системы управления являются: ПУН – пульт управления начальника, ПУО – пульт управления оператора, ЦВС – цифровая вычислительная система, обеспечивающие функционирование смежных блоков зенитно-ракетного комплекса ближнего действия (далее ЗРК БД).

Необходимость проектирования данной модели заключается в следующем: для отладки алгоритмов и программного обеспечения возникает необходимость передавать видеоинформацию от оптико-электронных станций, принимать и регистрировать её, используя ЦВС, а также систему документирования, и выдавать информацию не только на вышестоящий командный пункт, но и тыловые подразделения. Аналогичная задача стоит при проведении контроля функционирования блоков, входящих в систему управления, в рамках приемосдаточных, предварительных и других видов испытаний.

Информационных обмен между составными частями системы управления ЗРК БД производится с использованием интерфейса Ethernet стандарта 1000BASE-T(IEEE/802/3ab). Основной протокол обмена IP/UDP, поскольку он обеспечивает более высокую скорость работы по сравнению с TCP, так как у него нет накладных расходов на установку и на разрыв соединения.

ПОСТРОЕНИЕ ТОЧНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПЛАНОВ

А.Е. Карпинович

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

Для решения задачи идентификации сложных технических объектов или технологических процессов обычно используются статистические методы, позволяющие получить модель исследуемого объекта по экспериментальным данным. При этом качество решения задачи идентификации зависит как от метода оценивания неизвестных параметров статистической модели, так и от используемого плана эксперимента.

Если целью исследования является построение регрессионной модели некоторого объекта, то для получения оценок коэффициентов регрессии обычно используется метод наименьших квадратов. В зависимости от целей экспериментально-статистического исследования, вида регрессионной модели, имеющихся в распоряжении ресурсов, используются различные критерии оптимальности экспериментальных планов. Для построения линейно параметризованных регрессионных моделей первого и второго порядка на практике часто используется полный факторный эксперимент (ПФЭ). Такие планы для своего построения не требуют использования сложных вычислительных процедур даже при больших размерностях факторного пространства. Очевидно, что при больших размерностях факторного пространства число точек таких планов становится очень большим, существенно превышающим число оцениваемых параметров регрессионной модели. Число степеней свободы, необходимых для проверки адекватности модели, становится неоправданно высоким.

Численное построение точного плана, обеспечивающего получение регрессионной квадратичной модели, представляется целесообразным искать в классе композиционных планов. Тогда искомый план второго порядка представляется состоящим из двух частей. Первая часть (ядро плана) – это некоторая совокупность точек в факторном пространстве, обеспечивающая построение линейной части заданной регрессионной модели. Вторая часть – это добавленная к ядру плана совокупность экспериментальных точек, обеспечивающая возможность оценивания коэффициентов нелинейной части регрессионной модели.

В работе предлагается для формирования ядра плана использовать двухуровневый ПФЭ, а для определения совокупности точек, формирующих план второго порядка, использовать точки трехуровневого плана ПФЭ, не совпадающие с ядром плана.

Очевидно, что не все оставшиеся точки трехуровневого плана войдут в конечный план. Отбор из этих точек некоторой совокупности, удовлетворяющей поставленным ограничениям на объем плана и обеспечивающей построение регрессионной модели второго порядка, предлагается выполнять с помощью критерия D – оптимальности. Такой подход к организации процедуры построения точных композиционных планов обеспечивает эффективный отбор заданного числа точек из выделенной совокупности точек трехуровневого ПФЭ и дает в итоге невырожденный точный экспериментальный план второго порядка.

ПОСТРОЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

А.А. Меркушкин

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

Для решения задачи идентификации сложных технических объектов или технологических процессов обычно используются статистические методы, позволяющие получить модель исследуемого объекта по экспериментальным данным.

Практическая реализация многомерного регрессионного анализа непосредственно связана со сложностью регрессионной модели. Усложнение вида модели и соответствующее увеличение числа оцениваемых коэффициентов приводит с одной стороны к существенному возрастанию необходимых экспериментальных затрат, а с другой стороны – к падению точности и устойчивости оценивания. Объемы затрат, связанных с планированием и проведением эксперимента, в ряде случаев делают практически невозможным построение регрессионной модели объекта в условиях большой размерности факторного пространства. Неустойчивость получаемых оценок является следствием роста размерности матриц, участвующих в процедуре оценивания и их плохой обусловленности. Отсюда очевидна необходимость процедур линейной параметрической идентификации, работоспособных в условиях большой размерности факторного пространства.

Эффективное решение проблемы многомерного оценивания параметров регрессионной модели может быть получено для объектов, которые физически состоят из совокупности блоков, связанных между собой промежуточными выходными величинами.

Построение общей регрессионной модели объекта через структурные регрессии обеспечивает повышение устойчивости процедуры оценивания. Данное обстоятельство объясняется тем, что сложность структурных моделей блоков существенно ниже сложности общей регрессионной модели и оценивание структурных коэффициентов выполняется в факторных пространствах с размерностями меньшими, чем размерность факторного пространства исходной задачи. При этом оценивание структурных параметров выполняется с использованием ковариационных матриц меньших размерностей, чем размерность ковариационной матрицы, необходимой для оценивания параметров регрессионной модели в традиционной постановке задачи. Кроме этого, при таком подходе возможно значительное уменьшение экспериментальных затрат, необходимых для построения общей модели объекта.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ

А.И. Тараканов

Научный руководитель – Романов И.Н., канд. физ.-мат. наук, доцент

Повышение производительности труда – одна из важных задач, стоящих перед промышленностью. Решение данной задачи неразрывно связано с уменьшением себестоимости и снижением трудоемкости выпускаемых изделий. Одним из приемов увеличения производительности труда на производстве является применение металлообрабатывающих станков, оснащенных системами числового программного управления (ЧПУ).

Станки с ЧПУ обладают множеством преимуществ, таких как: повышение точности обработки, повышение производительности в результате оптимизации технологических параметров, автоматизация всех перемещений изделия в процессе жизненного цикла, сокращение времени подготовки производства новых изделий и сроков их поставки, максимизация использования материалов и минимизация отходов, способность изготавливать детали большой сложности, а также снижение потребности в квалифицированных рабочих, так как подготовка производства переносится в сферу инженерного труда.

В промышленности для раскроя и обработки листовых металлов помимо механической резки используют также резку, основанную на электрохимическом, электрофизическом и физико-химическом воздействиях. Это ацетиленокислородная резка и плазменная резка, электроэрозионная и лазерная резка и т.д.

Лазерная резка представляет собой сравнительно молодой промышленный метод раскроя материала. Сфокусированное лазерное излучение позволяет вырезать контуры практически в любых металлах и сплавах, независимо от их теплофизических свойств. При лазерной резке отсутствует механическое воздействие на обрабатываемый материал, и возникают лишь незначительные деформации. Именно поэтому лазерную резку можно осуществлять и в легкодеформируемых деталях. Точность лазерного реза достигает 0,1 мм при повторяемости $\pm 0,05$ мм, причем качество реза стабильно высокое, поскольку зависит, только от постоянства скорости перемещения лазерного луча, параметры которого остаются неизменными.

Лазерный раскройный комплекс имеет устройства автоматической загрузки и выгрузки, что позволяет производить крупные партии изделий из листового металла сложной формы без остановки оборудования круглые сутки, так как работа в автоматическом режиме не требует присутствия человека в течение нескольких часов. Данное преимущество имеют высокую важность в крупносерийном производстве.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА НАНЕСЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Д.В. Плотников

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

В настоящее время широкое применение получили алгоритмы искусственного интеллекта, которые позволяют решать задачи, решение которых представляется сложным и громоздким. Одной из таких задач является нанесение изображения, т.к. одно и то же изображение можно нанести множеством способов. Важно подобрать путь хода гравировального инструмента, предусматривающий минимальное количество остановок и смену направлений хода инструмента, т.к. на смену направления хода тратится значительное время в сравнении с обычным ходом по прямой.

В качестве основного алгоритма для оптимизации процесса рисования будем использовать случайный лес. Данный алгоритм предполагает использование набора различных алгоритмов вычисления конечного значения с последующим его усреднением. Однако, т.к. целью оптимизации является не вычисление конкретного значения, а выработка последовательности управляющих команд, то конечными алгоритмами, будут стандартные подходы к нанесению изображений.

Выделим три основных типа изображений и соответствующих алгоритмов их оптимальной отрисовки:

1. Изображения, растянутые в ширину (рисунок 1а)
2. Изображения, растянутые в высоту (рисунок 1б)
3. Тонкостенные (с тонким контуром) изображения (рисунок 1в)



Рисунок 1а



Рисунок 1б

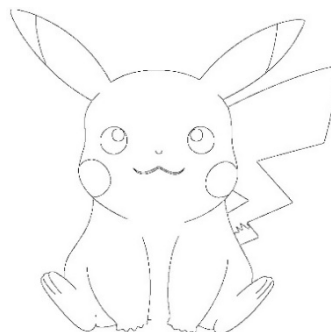


Рисунок 1в

Изображение на рисунке 1а будем наносить движениями справа налево и слева направо. Изображение на рисунке 1б будем наносить аналогично сверху вниз. Изображение на рисунке 1в целесообразно наносить с минимальным отрывом инструмента от рабочей поверхности, передвигаясь последовательно вдоль контура изображения.

Для выработки оптимальной последовательности операций, необходимой для нанесения изображения, будем последовательно генерировать алгоритмы нанесения желаемого изображения, а затем выберем тот, который содержит меньшее количество операций.

Использование случайного леса в данном случае позволит в дальнейшем легко расширить список алгоритмов отрисовки.

Таким образом, использование случайного леса в совокупности с различными детерминированными алгоритмами нанесения изображений позволяет оптимизировать процесс рисования по времени.

РАСПОЗНАВАНИЕ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

М.М. Еремин

Научный руководитель – Дятлов Р.Н. канд. техн. наук, доцент

Изучение последних тенденций показывает возрастание интереса и необходимости различных систем технического зрения. Наибольшей популярностью пользуются такие системы, которые способны распознавать определённые классы объектов изображениях.

Как правило, в основе таких систем лежат либо нейронные сети, либо модель Виолы-Джонсона, использующая классификаторы, основанные на признаках Хаара.

Признаки Хаара, как правило, представляют прямоугольные комбинации, которые лучше подходят для визуальных задач распознавания [1].

$$a_i = \sum_{j=y_{a_i}}^{y_{a_i}+h_{a_i}-1} \sum_{k=x_{a_i}}^{x_{a_i}+w_{a_i}-1} v_{jk}, \quad b_i = \sum_{j=y_{b_i}}^{y_{b_i}+h_{b_i}-1} \sum_{k=x_{b_i}}^{x_{b_i}+w_{b_i}-1} v_{jk}$$

$$H = \sum a_i - \sum b_i,$$

Где v_{jk} – яркость пикселя с координатой j, k , a_i и b_i суммы яркостей первой и второй группы, H – значение признака Хаара, h и w – высоты и ширины i областей, x и y – смещения.

Одним из способов использования каскада Хаара – применение в системе распознавания знаков на номерах транспортных средств. Данная система может представлять из себя серверное WEB приложение, построенное на базе фреймворков таких как FLASK[2] для Python или SPRING[3] для Java, используемого для приема и обработки HTTP запросов от клиентов, содержащих изображения с целевыми объектами для распознавания, с последующей обработкой их каскадом Хаара, выделяющим области интереса, предоставляемого библиотекой компьютерного зрения OpenCV. После того как на изображении локализованы области интереса, содержимое областей подвергается средствам распознавания символов (optical character recognition) для выявления текстовых последовательностей, расположенных в локализованных областях. Изображение работы системы приведено на рисунке 1.

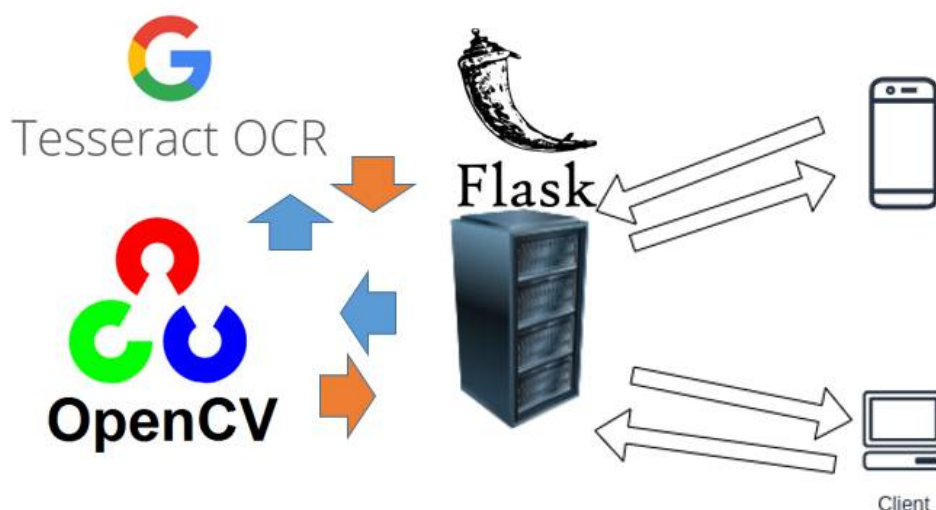


Рисунок 1 – Структурная схема работы системы.

Возможное применение данной системы:

СТО (Приказ Минтранса РФ 09 07 2020 № 232 «Об утверждении требований к производственно – технической базе оператора технического осмотра....») – контроль номеров

Автовесовые станции - автоматизация труда учетчика /оператора, связанного с «бумажной работой»

Зарядные станции электротранспорта (интеграция с протоколами OCPP 1.7 и OCPP 2.0)

Библиографический список

1. Лукьяница А.А. - Цифровая обработка видеоизображений. — М.: «Ай-Эс-Эс Пресс», 2009. — 518 с.
2. Мигель Гринберг Разработка веб-приложений с использованием Flask на языке Python - ДМК Пресс, 2016 – 274 с.
3. Шилдт Герберт Java. Полное руководство - Диалектика-Вильямс, 2018 -1120 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СОВРЕМЕННОЙ САРР СИСТЕМЕ

А.О. Шилин

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

При написании технологического процесса важно учитывать фактор загруженности оборудования, его техническое состояние, время выполнения разного рода работ на нём. В связи с этим возникает необходимость своевременного планирования и распределения трудовых ресурсов в области используемого оборудования. Данная проблема рассматривается на примере работы ленточнопильного станка Ergonomic 320.250G (ленточнопильный станок, использующийся для резания проката, тянутых заготовок и профилей из сталей, цветных металлов и пластмасс).

Для изготовления детали необходимо отрезать заготовку требуемой длины (длина заготовки указывается в маршрутной карте разрабатываемого технологического процесса, далее МК ТП, с учётом припусков на механическую обработку). Данная операция будет выполняться на рассматриваемом станке Ergonomic 320.250G.

На этапе выбора оборудования для заготовительной операции необходимо понимать степень загруженности станка, вследствие чего требуется разработка и внедрение «журнала степени загруженности оборудования» Его реализация должна строиться на следующих принципах:

В процессе разработки МК ТП, технолог – разработчик вносит запись в журнал загруженности конкретного оборудования, где указывает наименование изготавливаемой детали, её десятичный номер, основание для её изготовления (№ документа запуска), шифр устройства, в котором данное изделие используется, № операции в МК ТП, фамилию разработчика МК ТП и дату записи. Таким образом будет реализована «технологическая» часть разрабатываемого журнала.

Также в данном журнале должна быть реализована «исполнительная» часть, в которой будут указываться исполнитель работ, дата начала и окончания работ, количество деталей в запуске и затраченное суммарное время.

Таким образом, разработанный журнал будет отражать степень загруженности оборудования в каждый конкретный момент времени, объём работ, выполняющийся на нём в течение отчётного периода (месяц, квартал, год), а также временные рамки для тех или иных работ. Что, в свою очередь, позволит получить лучшее практическое понимание сроков работ как для технолога – разработчика, так и для сотрудников отдела трудового нормирования.

Внешний вид журнала представлен на рисунках 1 и 2.

Журнал загруженности ленточнопильного станка Ergonomic 320.250G							
Технологическая часть							
№ п/п.	Наименование детали (ДСЕ)	Децимальный номер	Основание для работ	Шифр устройства	№ операции в МК ТП	Разработчик МК ТП	Дата записи
1	Штуцер	M400.65.00.02	-	-	005	Иванов И.И.	1 января 2021 г.

Рисунок 1 – Технологическая часть журнала

Журнал загруженности ленточнопильного станка Ergonomic 320.250G				
Исполнительная часть				
Исполнитель работ	Дата начала работ	Дата выполнения работ	Количество деталей (ДСЕ)	Суммарное время выполнения работ
Петров П.П.	2 января 2021 г.	3 января 2021 г.	100	3:20

Рисунок 2 – Исполнительная часть журнала

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Е.К. Буханова

Научный руководитель - Дятлов Р.Н., канд. техн. наук, доцент

Электроэрозионная обработка (ЭЭО) материалов все больше применяется в производстве, часто являясь единственно возможным способом изготовления заготовок и деталей, выполненных из современных высокопрочных и труднообрабатываемых металлических и неметаллических конструкционных материалов.

Цель работы: выявить границы автоматизации ЭЭО деталей на базе предприятия АО «Рязанский радиозавод». В ходе работы были проанализированы технические характеристики электроэрозионных станков с ЧПУ на данном предприятии; определена возможность повышения производительности процесса ЭЭО деталей при использовании графитовых электрод-инструментов (ЭИ). Объектом исследования являлись прошивные электроэрозионные станки с ЧПУ, которые предназначены для получения отверстий, полостей, углублений. Известно, что чем сложнее конфигурация детали и чем труднее осуществляется механическая обработка, тем выгоднее применение этих операций на электроэрозионных прошивочно-копировальных станках.

ЭИ являются одними из основных элементов, участвующих в ЭЭО. Материал, из которого они изготовлены, и их технические параметры оказывают существенное влияние на стабильность электроэрозионного процесса, его эффективность. ЭИ из меди и композиционных материалов на основе меди могут быть использованы практически на всех режимах ЭЭО деталей большой и малой площади из практически любого материала, обеспечивая высокую производительность. Недостатками этих ЭИ является дефицитность меди и низкая эрозионная стойкость на чистовых режимах обработки. На предприятии АО «Рязанский радиозавод» при обработке углеродистых и инструментальных сталей широко используются медные ЭИ.

Углерографитовые ЭИ применяются при ЭЭО благодаря их высокой электропроводности, эрозионной стойкости, доступности приобретения и хорошей обрабатываемости. Однако на чистовых режимах ЭЭО они уступают медным ЭИ по стабильности процесса; при прошивании отверстий малого диаметра и узких щелей имеют ограниченное применение из-за низкой механической прочности. Проблема решается использованием специализированных высокоплотных графитов для ЭЭО.

Анализ производительности электроэрозионных станков с ЧПУ показал целесообразность замены медных ЭИ графитовыми. Однако, если медный ЭИ при износе можно обработать на фрезерных станках с ЧПУ, то под углерографитовый ЭИ нужен специальный станок. Графитовый ЭИ не имеет стружку, он превращается в пыль, загрязняя воздух рабочей зоны, следовательно, станки с ЧПУ, использующие графитовые ЭИ, должны быть оснащены системой «масляный туман».

Копировально-прошивочные электроэрозионные станки с графитовым ЭИ рационально использовать при длительном производстве больших объемов продукции. Замена медного ЭИ на графитовый приведет к увеличению производительности процесса ЭЭО деталей и повысит его экономическую эффективность.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОСТРОЕНИЯ ПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА

А.Е. Григорьев

Научный руководитель – Ленков М.В., канд. техн. наук, доцент

Большинство людей редко используют понятие «электропривод», хотя сталкиваются с этим понятием ежедневно: комфортное движение в электропоезде, лифте, автомобиле, использование многочисленных бытовых приборов (пылесос, миксер, кондиционер, вентилятор, кухонный комбайн, автоматическая стиральная машина) и т. д.

Современный автоматизированный электропривод (АЭП) – сложная система автоматического управления (САУ), которая может входить в состав более сложной САУ.

Важно понимать, что автоматизированный электропривод чаще всего не рассматривается как отдельное устройство, он является важным звеном иерархической структуры автоматизации. Наиболее ярко сущность автоматизированного электропривода проявляется в электросталеплавильных установках и металлорежущих станках с числовым программным управлением, робототехнических комплексах и автоматических линиях. Понимание устройства и работы электропривода – это прежде всего понимание физических процессов, происходящих в нем, умение сопоставить современные технические решения в области микро- и силовой электроники, а также современного программного обеспечения. Это необходимо всем, чья деятельность непосредственно связана с проектированием, изготовлением и эксплуатацией установок, в которых используется автоматизированный электропривод и системы управления им.

В работе уделено внимание электроприводам постоянного тока и системам управления ими, включающим наиболее перспективные способы регулирования основных параметров электропривода.

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ И БИМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА»

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИЗНАКОВ АРИТМИИ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ ЭКГ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМА ПАНА-ТОМПКИНСА

А.В. Волченкова

Научный руководитель – Мельник О.В., д-р. техн. наук, проф. каф. ИИБМТ

Аритмия в работе сердца – один из наиболее распространенных видов патологий сердечнососудистой системы.

Для выявления признаков и классификации аритмий существуют различные методы. Они являются важными инструментами, широко используемыми при автоматической классификации нарушений сердечного ритма.

В данной проектируется система для выявления признаков аритмии на основе алгоритма Пана-Томпкинса в среде визуального программирования LabVIEW. На персональный компьютер данные передаются с модуля регистрации ЭКГ. Стадии обработки ЭКГ:

1. Первичная обработка.

Используя цифровые фильтры с необходимыми характеристиками, реализуем процедуру первичной обработки ЭКГ, с помощью встроенных средств LabVIEW.

2. Обнаружение текущего QRS-комплекса.

Обнаружение QRS-комплексов происходит на основании алгоритма Пана-Томпкинса – это один из способов обнаружения волн ЭКГ.

QRS-комплексу характерна более высокая амплитуда достигающая 0.12 с. в норме [1]., именно ее и учитывает Алгоритм Пана-Томпкинса [2]. Первым шагом является прохождение отсчетами ЭКС фильтра нижних частот, где $X(n)$ – входной сигнал. Вторым шагом сигнал проходит через фильтр верхних частот. Третьим шагом является операция дифференцирования, которая подавляет низкочастотные компоненты зубцов Р и Т и способствует вычислению угла наклона сигнала. Возведение производной в квадрат необходимо для усиления, возникающих на крутых склонах, высокочастотных компонентов QRS. Далее полученные значения проходят интегрирующий фильтр скользящего среднего.

В разработанной модификации алгоритма Пана-Томпкинса для обнаружения моментов появления QRS-комплексов используется пиковый детектор с настраиваемыми параметрами.

Библиографический список

1. Хэмптон Джон Р. Перевод с английского Ф.И. Плешкова. Основы ЭКГ.
2. Pan J., Tompkins W.J. A real time QRS detection algorithm / IEEE Trans. Biomed. Eng. Vol. BME-32. 1985. P. 230-236.

ПЯТЬ СОВЕТОВ ПО ВНУТРЕННЕМУ АУДИТУ

М.С. Ежова

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

Внутренние аудиты – это плановые периодические проверки, проводимые предприятиями для обеспечения соблюдения документированных процедур в рамках их системы управления.

Советы, которые помогут получить максимальную отдачу от процесса внутреннего аудита:

- настройка расписания.

Аудиты обычно должны планироваться не реже одного раза в год и охватывать все мероприятия, которые вы проводите. В зависимости от процесса аудита может потребоваться изменить эту частоту. Программа аудита должна учитывать состояние и важность процессов и областей, подлежащих аудиту, а также результаты предыдущих аудитов. Должны быть определены критерии, объем, периодичность и методы аудита. Отбор аудиторов и проведение аудитов должны обеспечивать объективность и беспристрастность процесса аудита;

- выбор команды.

В идеале внутренний аудит должен проводиться лицом, не имеющим корыстной заинтересованности или прямой ответственности за работу, выполняемую в проверяемой области, например лицом из несвязанной команды;

- проведение аудита;

Внутренние аудиты требуют информации из различных источников, чтобы подтвердить правильность выполнения процессов. Для достижения этой цели могут потребоваться следующие действия: изучение ожидаемых процедур, проводимые процедуры наблюдения, просмотр записей и подобных документов, беседа с другими сотрудниками. Результаты внутренних аудитов должны быть представлены на совещании;

- запись результатов;

Важной частью процесса внутреннего аудита является учет и представление результатов, включающий три части: 1) несоответствия – отдельные проблемы, обнаруженные в процессе аудита, должны быть задокументированы как несоответствия; 2) последующие действия – вам необходимо будет убедиться, что все корректирующие или предупреждающие действия, обсуждавшиеся в ходе аудита, были завершены к согласованной дате; 3) краткий отчет – должен быть составлен краткий отчет о ваших выводах, подтверждающий то, что вы обнаружили в ходе аудита, и какие действия были согласованы с проверяемым для решения этих вопросов;

- ведение документации.

Важной частью внутреннего аудита является обеспечение правильного ведения всех соответствующих документов.

Независимо от того, устарела ли документированная процедура, была ли она изменена для устранения несоответствия или была удалена из использования, поскольку она больше не помогает бизнесу, вам необходимо будет убедиться, что руководство/документация переписаны заново, чтобы отразить текущую процедуру.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В.А. Симбирцев

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

Разработка технологического процесса (ТП) – это достаточно сложная совокупность действий различных направлений, которые дают информацию исполнителям определенных операций и переходов:

- о материале заготовки и её габаритах;
- последовательности операций и переходов;
- необходимом оборудовании и оснащении для конкретных операций и/или переходов.

До утверждения ТП он должен пройти такие стадии проверок, как:

- проверка ТП;
- метрологическая экспертиза технологического процесса (МЭ ТП);
- нормоконтроль ТП;
- материальное и трудовое нормирование;
- валидация ТП.

Рассмотрим проблему выбора определенного оборудования и инструмента для проведения МЭ ТП.

Метрологическая экспертиза ТП – это проверка на правильность метрологического обеспечения, указанного в маршрутной карте (МК) технологического процесса. При выборе метрологического оснащения можно столкнуться с его неверным указанием. Для решения проблемы возникла идея организовать автоматический выбор метрологических измерительных инструментов или приборов. Все это можно реализовать на основе информационных технологий, а именно в программе T-FLEX DOCs. Данное программное обеспечение дает возможность:

- создавать объекты номенклатуры и прикреплять к ней соответствующие документы (как правило, КД и ТД), содержащие всю необходимую информацию;
- автоматического построения различных технических и технологических отчетов и т.д.

Нас интересует автоматическое построение МК ТП, в которой и будет выводиться определенный метрологический инструмент на основе разработанного ТП.

При разработке ТП в среде T-FLEX DOCs при выборе исполнителя операции организован автоматический выбор оборудования и оснащения. Для контроля какой-либо величины необходимо выбрать измерительный инструмент. Для его выбора нужно в справочнике технологического оборудования (СТО) воспользоваться поиском, введя измеряемую величину. СТО выдаст весь имеющийся на предприятии инструмент, который может контролировать искомую величину, а инженеру-технологу или эксперту-метрологу всего лишь нужно выбрать подходящий.

Таким образом, с помощью описанного выше метода значительно сокращается время, затраченное на поиск инструмента, и снижается вероятность неверного выбора измерительного оснащения.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ КАРДИОСИГНАЛА

Р.Ш. Сосипатров

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

Основная задача программы - обработка кардиосигнала, очистка от помех, шумов и артефактов. Для этого принято решение использовать цифровые фильтры верхних и нижних частот, а также режекторный фильтр.

Существует 3 основных типа помех при снятии электрокардиограммы:

1. Наводные токи, сетевая наводка в виде 50 Гц, соответствующие частоте переменного тока в сети.
2. Дрейф изолинии по причине плохого контакта электрода (датчика).
3. Наводка, обусловленная мышечной дрожью.

Для устранения первого типа помех используется режекторный фильтр Чебышева II-го рода, с полосой подавления от 45 до 55 Гц. Он является рекурсивным, имеет 8 порядок, позволяет эффективно подавить сетевую наводку.

Для устранения «дрейфа нуля» используется фильтр верхних частот. Поскольку его задача состоит лишь в отсечении смещения сигнала, фильтр имеет только 2-й порядок и частоту среза 0.1 Гц. Фильтр реализован по эллиптической структуре.

Чтобы избавиться от высокочастотных помех применяется фильтр нижних частот с частотой среза 75 Гц, он также реализован по структуре Чебышева II рода, имеет 3-й порядок.

Использование фильтров Чебышева II-го рода обусловлено наличием у них более крутой, в сравнении с другими фильтрами, амплитудно-частотной характеристикой.

Для устранения третьего типа помех используется фильтр Калмана. Предполагается, что он сгладит сигнал и уменьшит амплитуду единичных импульсов от мышечных сокращений.

Таким образом, сигнал после обработки фильтров примет следующий вид (рис.):

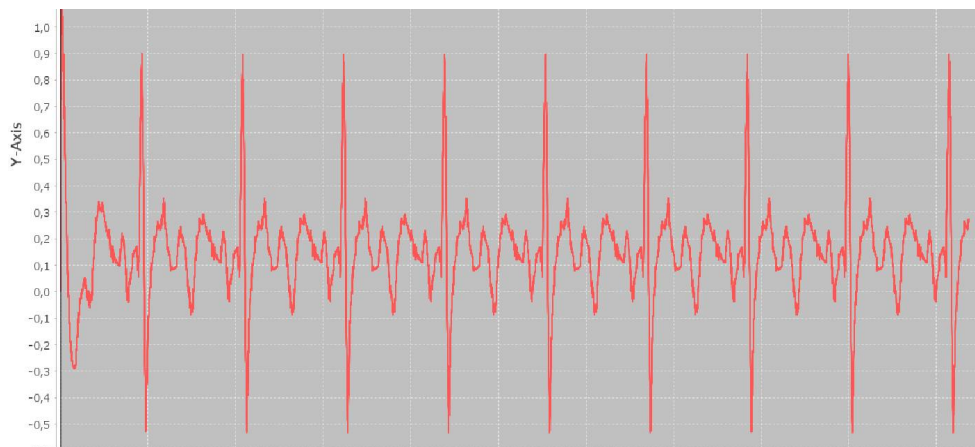


Рисунок – Отфильтрованный кардиосигнал

АЛГОРИТМ АВТОКОМПЕНСАЦИИ ФОНОВОЙ ПОМЕХИ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КРОВИ ПАЦИЕНТА

Л.А. Спиряева

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

В работе [1] предложена структура компьютерной оптической системы для исследования микроциркуляции кровотока. Систему планируется интегрировать в комплексы магнитотерапии и магнитореабилитации «Мультимаг» и «Релаксмаг» для мониторинга процессов микрогемодинамики пациента во время сеанса лечения, а также для оперативной оценки и прогноза эффективности магнитотерапии [2].

Первичным измерительным преобразователем системы является оптико-локационный зонд, состоящий из шести светодиодов, 3 из которых с длиной волны 560-580 нм и 3 с длиной волны 800-820 нм, расположенных равномерно по периметру окружности, в центре которой установлен фотоприемник отраженного излучения, а также микроконтроллера для управления работой светодиодов с аналого-цифровым преобразователем (АЦП) сигнала с фотоприемника и интерфейсом USB. Одной из возможных сторонних помех, вызывающих случайную погрешность преобразования, является фоновая засветка. Инструментальными методами очень сложно уменьшить влияние такой помехи, поэтому предлагается использовать алгоритмические методы [3], основанные на задании определенной очередности включения и выключения светодиодов, синхронной регистрации оптической информации, ее преобразовании в кодированные значения, статистической обработке последовательности цифровых отсчетов и ряде вычислений в реальном масштабе времени.

Программа оперативной обработки и компенсации фоновой засветки разработана в среде графического программирования LabVIEW в виде виртуальных приборов (ВП) и включает следующие этапы преобразования:

1. Регистрация цифровых отсчетов за время включения светодиодов и формирование массива данных сигнал+помеха;
2. Регистрация цифровых отсчетов за время выключения светодиодов и формирование массива данных помехи;
3. Усреднение данных сигнал+помеха по количеству отсчетов;
4. Усреднение данных помехи по тому же количеству отсчетов;
5. Вычисление разности усредненных данных.

Библиографический список

1. Спиряева Л.А., Гуржин С.Г. Проектирование измерительно-диагностической системы для исследования микроциркуляции кровотока // Биотехнические, медицинские и экологические системы, измерительные устройства и робототехнические комплексы – Биомедсистемы-2020. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2020. – С. 508-510.
2. Магнитотерапия в лечебно-реабилитационных и профилактических программах: клинические рекомендации / – М., 2015. – 47 с.
3. Патент № 2636880 РФ, А61В 5/026. Устройство для неинвазивного измерения потока микроциркуляции крови / Д.Г. Лапитан, Д.А. Рогаткин. Заявл. 26.12.2016, Опубл. 28.11.2017, Бюл. № 34. – 19 с.

ПЕРЕДАЧА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВО

К. А. Титкин

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

Рассматривается передача конструкторской документации в производство на Государственном Рязанском приборном заводе.

Конструкторская документация (КД) - это графические или текстовые документы, в которых содержатся состав и устройство изделия, данные изготовления контроля, эксплуатации ремонта или утилизации.

Для введения в действие КД на заводе изначально необходимо ее согласовать с рядом подразделений, провести технологический контроль, метрологическую экспертизу, нормоконтроль и согласовать с военным представителем. После проведения извещения об изменении (извещение об изменении – это документ, содержащий сведения, необходимые для внесения изменений в подлинники конструкторских (технологических) документов, их замены или аннулирования, в том числе причину и срок внесения изменений, а также указания об использовании задела изменяемого изделия [1]) она передается в производство.

Передаче в производство подлежит КД, находящаяся на учете и хранении в отделе хранения подлинников. Объем КД, выдаваемой в подразделения, сроки передачи и адреса рассылки определяются графиком подготовки производства и на КТП.

На основании решения о передаче КД в производство отдел хранения подлинников осуществляет в соответствии с инструкцией о тиражировании КД с подлинников, находящихся в отделе. После тиражирования копии КД подлежат учету, идентификации статуса и выдаче в подразделения для руководства и хранения.

Учет копий осуществляется в карточках учета по ГОСТ 2.501. Идентификация статуса копий КД осуществляется простановкой штампов в соответствии с ГОСТ 2.501:

а) штамп «ЭКЗ №__» проставляется на первом листе копий документов;

б) штамп «РАБОЧИЙ__» следует проставлять на копиях документов, предназначенных для выдачи в подразделения.

КД в эскизном исполнении передается в производство на основании распоряжения на проведения работ, или приказа по предприятию.

КД в эскизном исполнении перед передачей в отдел хранения подлинников исполнитель должен зарегистрировать в журнале учета хранения подлинников.

Выдачу копий КД в подразделение следует осуществлять по карточкам учета. Экземпляр КД, об изменении которого не сообщается, выдается в подразделения АО «ГРПЗ» по запросам, согласованным с заместителем технического директора по серийному производству (главным инженером).

Библиографический список

1. ГОСТ 2.503-2013 Единая система конструкторской документации.
2. Внутренняя документация АО «Государственный Рязанский Приборный Завод».

СЕКЦИЯ «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»

ДЕТАЛИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА СЕТЕЙ

П.Г. Панин

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

При подключении пользователя к глобальной сети Internet оператор выполняет первоначальную настройку оборудования в локальной сети пользователя (в случае, если агент не имеет преднастроек). В дальнейшем, в случае возникновения неполадок на стороне пользователя необходимость повторного вызова специалиста пропадает, так как мониторинг сети, выявление и устранение проблем в локальной сети пользователя можно осуществить удалённо.

Пункты, необходимые для функционирования системы дистанционного мониторинга: Подключение к SLA системе, Сбор и отправка статистических данных на сервер, Обработка данных на сервере и хранение в удобном формате, Автоматическое решение проблем при обнаружении критических неисправностей, Предоставление запрашиваемой информации в соответствии с правами доступа.

На мировом рынке сетевого оборудования имеются готовые решения – комплексы программных и аппаратных средств. ПО для решения поставленных задач может устанавливаться на оборудование заводом-изготовителем, а может приобретаться отдельно и устанавливаться по запросу. Каждый аналог имеет набор как собственных преимуществ, так и недостатков.

Как можно заметить, на рынке SW/HW (software / hardware) одновременно существуют несколько крупных компаний. Это объясняется вариативностью и разнообразием потребностей потребителя. Отсутствие монополии говорит о невозможности создания универсального решения, способного удовлетворить желания каждого пользователя.

При реализации систем мониторинга следует учитывать несколько основных параметров: способ внедрения (предусмотрено заводом/покупается отдельно), способ сбора данных (использование встроенных средств оборудования клиента / отдельно устанавливаемые сенсоры), способ обработки данных (оборудование клиента / сервер), кто будет являться конечным пользователем.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А.А. Ермолаева

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

Образование играет важную роль в жизни современного человека, поскольку оно является основным источником формирования и развития человеческого капитала, социально-экономической деятельности страны.

Система образования нуждается в модернизации, обусловленной непрерывным совершенствованием информационно-коммуникационных технологий и развитием современного высокотехнологичного общества. Ускорение научно-технического прогресса, основанного на внедрении автоматизированных систем, систем программного управления и микропроцессорных средств, ставит перед системой образования важную задачу – повысить качество образовательной деятельности за счет информатизации, внедрения современных педагогических и информационных технологий.

В докладе рассматривается ряд вопросов по проектированию системы контроля образовательной деятельности для получения объективной информации о развитии учебных учреждений и эффективности педагогического процесса. Такая система представляет собой способ организации обратной связи, позволяющий получать достоверную информацию о текущем состоянии учебного процесса для выявления отклонений от стандарта образования с целью формирования корректирующих и предупреждающих действий.

Информатизация образования как процесс интеллектуализации деятельности участников образовательного процесса, развивающийся на основе реализации возможностей средств информационных технологий, поддерживает интеграционные тенденции процесса познания закономерностей предметной области и окружающей среды, сочетая их с преимуществами индивидуализации и дифференциации обучения, обеспечивая тем самым синергизм педагогического воздействия.

Моделирование является одним из самых важных аналитических этапов при проектировании информационной системы. Этот способ изучения процессов широко используется в научных исследованиях. Моделирование позволяет определить производительность системы, правильно спрогнозировать ее работу.

Автоматизация аудита качества образования позволит перевести основную часть документооборота на программные средства, что даст возможность повысить эффективность учебного процесса, объективно и оперативно выполнить анализ текущих показателей, определить степень соответствия программным требованиям и стандартам образования.

Библиографический список

1. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы; перспективы использования. – М.: ИИО РАО, 2010. – 140 с.
2. Перерва А., Иванова В. Путь аналитика. Практическое руководство ИТ-специалиста. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2015. — 304 с.

ИНВАРИАНТНЫЕ МОМЕНТЫ ZERNIKE В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Д.А. Куцева

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

Проблема эффективного распознавания имеет важное значение в сферах автоматизации определенных процессов человеческой деятельности, связанных с идентификацией различных объектов окружающего мира.

Перед процессом распознавания изображение обычно подготавливают – выполняют предварительную обработку, включающую сегментацию, фильтрацию от шумов, но в пределах данной темы рассматривается только процедура распознавания.

Существует несколько подходов в распознавании образов, в рамках которых есть разнообразные алгоритмы, отличающиеся эффективностью и применением к тому или иному классу задач.

Инвариантные моменты являются статистическими признаками, найденными на изображении, которые подразумевают числовой подход к распознаванию. В качестве меры сходства между текущим и эталонными изображениями вычисляется значение взаимно корреляционной функции.

Идея использования инвариантных моментов для решения поставленной задачи получила воплощение в 1962 году, когда г-н М. К. Ху получил набор инвариантных моментов, применяя теорию алгебраических инвариантов в своей статье «Распознавание визуальных образов с помощью инвариантных моментов» [1]. А для повышения точности распознавания был найден вектор моментов Zernike [2].

Инварианты, описывающие изображение или форму, не меняются, если объект претерпевает следующие геометрические преобразования или их комбинацию: масштабирование, сдвиг, поворот, зеркальное отражение.

Инвариантные моменты подразделяются на асимметричные (косые) и истинные. Асимметричные моменты в отличие от истинных чувствительны к отражению изображения [3].

Для определения эффективности распознавания с помощью инвариантных моментов Zernike были проведены экспериментальные исследования и разработан программный стенд, позволяющий загружать эталонные и текущее изображения и получать результаты процедуры распознавания.

В результате проведенных экспериментальных исследований были получены следующие выводы.

1. Изображение предварительно должно быть подготовлено к процессу распознавания.
2. Изображения должны иметь несложный однородный фон.
3. Моменты Zernike обладают устойчивостью к вращению как к самому сложному преобразованию из названных.
4. Моменты Zernike легко реализуемы на ЭВМ.
5. Инвариантные моменты не работоспособны при сложных геометрических преобразованиях.

Библиографический список

1. Hu, M. Visual pattern recognition by moment invariants / M. Hu // IRE Trans. Information Theory. – 1962. – Vol. IT-8. – P. 179-187.
2. Ахметшин А.М., Трипольская В.В. Повышение точности идентификации подписей на основе инвариантных моментов преобразования Радона// Вестник Запорожского государственного университета. 2002. № 1.
3. Belkasim S. Moment Invariants. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pami.unateroloo.ca/mkamel/SD776/NOTES/note2.pdf>. – Загл. с экрана.

ГЕНЕРАТИВНЫЙ ДИЗАЙН В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

М.А. Титова

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

Рассматривается применение генеративного дизайна в промышленности и выделяются основные проблемы. Использование технологии генеративного проектирования особенно актуально в отраслях, в чьих изделиях ключевую роль играют такие параметры, как масса и прочность, где требуется облегчить конструкцию и сократить расходный материал.

В ходе исследования было выявлено, что рынок генеративного дизайна имеет тенденцию к увеличению, среднегодовой темп роста составляет более двадцати процентов. Кроме того, было определено, что аддитивное производство является важной разработкой для генеративного дизайна.

Для анализа генеративного проектирования были рассмотрены два программных продукта — Fusion 360 компании Autodesk и Solid Edge Generative Design Pro компании Siemens Digital Industries. Недостаток первого средства генерации — однообразие результатов. Недостаток второго — получение одного результата в процессе генерации. Fusion 360 использует более инновационную технологию для реализации генеративного дизайна. В нём объединяются входные данные и параметры, заданные проектировщиком, с алгоритмами на основе искусственного интеллекта и мощностью облачных вычислений для создания оптимальных проектов.

Также в ходе исследования были рассмотрены две технологии генеративного дизайна с применением искусственного интеллекта. В первом варианте генеративные составительные сети используются вместе с топологией оптимизации [1]. В результате удаётся получить большой набор оптимизированных моделей, однако они не отличаются разнообразием и имеют двумерную структуру. Вторым вариантом генерации оптимальных дизайнов заключается в использовании сети глубокого доверия, состоящей из нескольких машин Больцмана, в сочетании с методом SIMP [2]. Такой подход позволяет ускорить процедуру оптимизации топологии и получить довольно разнообразные варианты, применим как для двумерных моделей, так и трёхмерных.

В результате проделанной работы был выделен ряд проблем генеративного дизайна: качество дизайнов сильно зависит от обучающих данных,

которые трудно получить; большие временные затраты на генерацию большого набора моделей; варианты дизайна не всегда эстетичны и не отличаются разнообразием; отсутствует полноценный набор инструментов для обработки моделей для аддитивного производства; отсутствие информации о стоимости и целесообразности 3D-печати сгенерированных моделей.

Библиографический список

1. Oh, S., Jung, Y., Lee, I., Kang, N. Design Automation by Integrating Generative Adversarial Networks and Topology Optimization // ASME 2018 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference // American Society of Mechanical Engineers. – 9 p.
2. Kallioras A. N, Lagaros N. DzAIN: Deep learning based generative design // Procedia Manufacturing. – vol. 44. – 2020 – p.591-598.

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МЕТОДЫ СОПРОВОЖДЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

А.В. Пчелкин

Научный руководитель – Никифоров М.Б. канд. тех. наук, доцент

С каждым годом развитие технологий для задач сопровождения объектов и требования, предъявляемые к этим задачам, растут, но в таких задачах возникает проблема предсказания ракурса наблюдения объекта, и соответственно невозможно заранее подготовить эталоны для текущего ракурса [1]. Поэтому для наилучшего решения таких задач применяются нейросетевые методы. В настоящее время они широко применяются на дорогах, в системах военной, общественной, коммерческой, общественной безопасности, электро-обеспечения и других областях [2].

Нейросетевые методы сопровождения объектов происходят из самой разработки систем, основанных на нейросетевых алгоритмах, которая состоит из 3-х этапов: 1) исследование и выбор архитектуры; 2) обучение искусственных нейронных систем; 3) применение искусственных нейронных систем [3]. Поэтому все различие будет основываться на различных методах обучения.

При рассматривании нейронных систем было установлено что наиболее успешными системами для решения задач сопровождения являются системы с «учителем». При их рассмотрении был установлен наиболее подходящий подвиды систем с «учителем» – сверточные нейронные системы. Данной системе удаётся намного точнее распознавать объекты на кадрах видеопотока, так как в них учитывается многомерная топология изображения. При этом свёрточные сети наиболее устойчивы к небольшим смещениям, поворотам объектов и изменениям масштаба и на входных изображениях.

В дальнейшем из сверточных нейронных систем была выделена группа нейронных систем, которая подходит для создания различных нейросетевых методов сопровождения объектов за счет обучения отслеживания объектов [4]. Исследование этих систем приведено в таблице.

Таблица

	AlexNet	VGG Net	Google GoogLeNet	ResNet	MobileNet
Год	2012	2014	2014	2015	2017
Кол-во слов	8	16	22	152	102
Кол-во параметров, млн	60	138	5	60	5
Точность, %	84,7	92,7	93,33	96,4	87,3
FPS	5	7	19	11	до 450

Нейросетевые методы сопровождения объектов исходят из того, какая нейронная система выбрана, поэтому от ее выбора и будет зависеть точность нашего сопровождения объектов.

Библиографический список

1. Многокамерный анализ // URL: <https://habr.com/ru/company/synesis/blog/117746/>.
2. Нейронные сети: практическое применение // URL: <https://habr.com/ru/post/322392/>.
3. Трекинг объектов в видеопотоке на основе сверточных нейронных сетей и фрактального анализа / Е.Ю. Минаев, В.В. Кутикова, А.В. Никоноров. Институт систем обработки изображений РАН – филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН. 7 с.
4. Анштедт Т. Видеоаналитика: мифы и реальность [Текст] / Т. Анштедт, И. Келлер, Х. Лутц. – М.: Security Focus, 2012 г. – 176 с.

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А.Ю. Стеблюк

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. тех. наук, доцент

Рассматриваются информационно-аналитические системы и, в частности, особенности их организации и функционирования. Тема доклада была выбрана исходя из современных тенденций развития информационных технологий и обширного применения систем различного рода в контроле и мониторинге больших объемов данных, циркулирующих в рамках того или иного предприятия.

Информационно-аналитические системы представляют собой отдельный тип информационных систем, предназначенных для обработки больших потоков данных [1,4]. Основная задача таких систем заключается в осуществлении поиска, сбора, последующей обработки и представлении полученных данных в виде, пригодном для восприятия и анализа пользователем [1].

Информационно-аналитические системы в своем классическом варианте обычно состоят из двух подсистем:

1) подсистема, необходимая для сбора и хранения информации о предприятии. Она осуществляет сбор и фильтрацию данных, а также накопление информации, обеспечивая её применение для последующих аналитических операций [4,5,6];

2) подсистема, отвечающая за доступ к информации, её последующий анализ и составление отчетности организации [3].

Подсистемы, принадлежащие к первому типу, основаны на технологии оперативной обработки транзакций, которая содержит в своей основе концепцию так называемого хранилища данных. Обычно вместе с таким хранилищем применяют информационные витрины, представляющие собой аналитические базы данных по одному из частных подразделений.

Главной задачей формирования информационно-аналитических систем в соответствии с аналитической пирамидой является передвижение информационной базы предприятия из неопределённой среды в более организованную систему, которая будет являться информационным источником, удовлетворяющим основные потребности и нужды предприятия [2, 3].

Таким образом, информационно-аналитические системы позволяют значительно упростить процесс мониторинга и контроля информации в течение работы производственного предприятия.

Библиографический список

1. Исаев Д.В. Системы бизнес-интеллекта и аналитические приложения. [Текст] - Финансовая газета, 2005, №31 (711). – С.14-15, № 32 (712). – С.15.

2. Кравченко Т.К., Пресняков В.Ф. Инфокоммуникационные технологии управления предприятием. [Текст] – М.: ГУ-ВШЭ, 2003. – 272 с.

3. Лодон Дж., Лодон К. Управление информационными системами / пер.с англ. под ред. Д.Р.Трутнева. [Текст] – СПб.: Питер, 2005. – 912 с.

4. Исаев Д.В. Аналитические информационные системы. [Текст] – М.: ГУ-ВШЭ, 2008. – 60 с.

5. Каплан Р., Нортон Д. Стратегическое единство. Создание синергии организации с помощью сбалансированной системы показателей. [Текст] – М.: Вильямс, 2006. – 384 с.

6. Информационно-аналитические системы: актуальность и примеры [Электронный ресурс] – URL: https://spravochnick.ru/informatika/informacionno-analiticheskie_sistemy_aktualnost_i_primery/.

ИЗУЧЕНИЕ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.С. Борц

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

Задача автоматического распознавания образов – одна из самых актуальных, начиная с анализа изображений, которые были получены дистанционно, идентификации человека и заканчивая диагностикой с помощью медицинских снимков.

Задача распознавания заключается в определении того, к какому классу относится объект. Выделяют три подхода к решению данной задачи:

1. Сравнение с эталоном.
2. Кластеризация.
3. Общности свойств.

Для решения задачи распознавания печатного текста оптимальным является применение принципа сравнения с эталоном. Одним из способов решения данной задачи является использование инвариантных моментов для совмещения и распознавания изображений.

К достоинствам использования инвариантов для описания изображения можно отнести то, что признаки не изменяются, если объект претерпевает такие изменения, как масштабирование, перемещение, поворот и зеркальное отражение.

Среди разнообразных алгоритмов выделения признаков изображения хорошие результаты позволяет получить метод моментных инвариантов H_i , основанный на выделении статистических закономерностей, описывающих изображение. Математической основой выделения инвариантных признаков является теория алгебраических инвариантов. Эта теория исследует класс алгебраических функций, не изменяющихся при определенных преобразованиях координат.

Для распознавания текста необходимо сопоставить набор эталонных изображений с текущим изображением на основе выбранного в качестве меры сходства вектора инвариантных признаков.

Таким образом, для решения задачи распознавания текста необходимо рационально использовать принцип сравнения с эталонным изображением совместно с вектором значений инвариантных моментов H_i в качестве меры сходства изображений. Это позволит добиться устойчивости результатов к сдвигам, повороту, зеркальному отражению и комбинации этих искажений для изображения. Также при решении задачи распознавания для печатных текстов не имеет существенного влияния основной недостаток использования инвариантов – на изображениях с отсутствием явно выраженного однородного фона инвариантные моменты H_i не дают хороших результатов при совмещении изображений.

Библиографический список

1. Чабан Л.Н. Теория и алгоритмы распознавания образов. Учебное пособие. М.: МИИГАиК. 2004. – 70с.
2. Елесина С.И., Логинов А.А., Никифоров М.Б. Математическое и алгоритмическое обеспечение методов глобальной оптимизации при совмещении изображений: учеб. пособие - Рязан. гос. радиотехн. ун-т. Рязань, 2014. 80 с.

ОБЗОР И АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Е.А. Губанов

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

Главной целью в задаче распознавания образов является обнаружение объекта и отнесение его к определенному классу за счет определения отличительных признаков, характеризующих этот класс. Основным методом разработки таких систем является использование искусственных нейронных сетей.

Нейронная сеть (или же искусственная нейронная сеть) — математическая модель и её программное или аппаратное реализация, построенная по принципу структуры и работы биологических нейронных сетей.

Нейронные сети подразделяются на несколько типов. Обучение с учителем – подразумевает обучение сети на размеченном наборе данных. Обучение без учителя – обучение модели на неразмеченных данных, что подразумевает самостоятельное извлечение моделью признаков и зависимостей. Также имеется смешанный тип, который совмещает оба типа.

Принцип работы сверточных нейронных сетей (обучение с учителем) заключается в чередовании сверточных слоев, субдискретизирующих слоев и наличии полносвязных слоев на выходе.

Данная архитектура включает в себя 3 концепции.

1. Ядро – матрица из весов.

2. Свёртка – каждая часть изображения умножается на матрицу весов, т.е. ядро свертки поэлементно, результат при этом суммируется и сохраняется в ту же идентичную позицию выходного изображения. Изображение, свернутое с определённым ядром, даст другое изображение, каждый пиксель которого будет означать степень схожести фрагмента изображения на фильтре (матрица коэффициентов, задающуюся обычно вручную). В итоге на выходе получаем карту признаков.

3. Предвыборка – это уплотнение карты признаков. Когда на предыдущей операции свёртки были выявлены некоторые признаки, то для дальнейших преобразований настолько подробное изображение уже не нужно, вследствие чего оно уплотняется.

При чередовании слоёв составляется карта признаков, что на практике позволяет распознавать сложные иерархии признаков.

Таким образом, можно выделить основные достоинства нейросетевого подхода для распознавания изображений:

1. Быстродействие – входные данные преобразуются в распределенную сеть параллельных вычислений и подаются на выход.

2. Устойчивость – нейронные сети обладают высокой устойчивостью к «шумам» во входных данных.

Недостатком является большое количество варьируемых параметров, которые выбираются исследователем эмпирически.

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В ЗАДАЧЕ СОВМЕЩЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.А. Зайцева

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

В корреляционно-экстремальных навигационных системах летательных аппаратов наиболее трудоемкими являются этапы сравнения текущего изображения (ТИ) с эталонным изображением (ЭИ) и определение глобального экстремума (ГЭ) критериальной функции (КФ).

В качестве КФ используется нормированная КФ. Для того чтобы найти ГЭ, необходимо использовать метод глобальной оптимизации.

В качестве объекта испытаний используются два метода совмещения изображений: метод полного перебора и метод пирамиды изображений.

Суть метода полного перебора заключается в последовательном сканировании всех точек в заданной области и выборе той, в которой значение функции имеет глобальный экстремум. Данный метод имеет наилучший результат по точности совмещения, но является самым трудоемким.

Использование пирамидальной структуры данных в алгоритмах обработки изображений позволяет решить такие задачи, как сокращение времени обработки изображения за счет уменьшенного в несколько раз изображения и определения более точных начальных приближений для обработки нижних уровней по результатам обработки верхних уровней.

Для ускорения вычисления результатов совмещения изображений можно использовать технологии параллельных вычислений: OpenMP и CUDA.

В качестве исходных данных используется ТИ разного разрешения: 260x260, 130x130, 87x87. Как показывают результаты временных характеристик программы, реализованной с помощью технологий параллельных вычислений, программа выполняется быстрее по отношению к последовательному алгоритму.

Ускорением (Speedup) называют отношение времени выполнения последовательного алгоритма к времени выполнения параллельного алгоритма. Оба варианта распараллеливания дают ускорение вычислений. Использование технологий параллельного вычисления дает преимущество перед использованием последовательных технологий.

Наибольшее ускорение среди рассмотренных технологий параллельного вычисления дает технология CUDA. При использовании его наилучшие результаты продемонстрировал метод полного перебора, обеспечивая минимальное время выполнения при максимальной вероятности правильного совмещения изображений. Это немаловажно при проектировании КЭНС, так как одним из требований является поиск экстремума КФ в реальном времени.

МЕТОДЫ ПРОГРАММНОЙ ОБРАБОТКИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Г.С. Никоноров

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

В настоящее время получение астрономических изображений является одним из перспективных направлений в космической отрасли. Обработка и анализ таких изображений занимает большую часть всего процесса, так как существует множество факторов, приводящих к искажению или ухудшению получаемого снимка.

Прежде чем изображение какого-либо космического объекта попадает в поле зрения общества, оно проходит несколько предварительных этапов обработки и анализа специальными программными средствами. В роли подготовительных операций могут выступать ортотрансформирование, радиометрическая, атмосферная и геометрическая коррекция. Затем идет процесс улучшения качества изображения с помощью различных преобразований и фильтрации. Из основных способов можно выделить спектральное преобразование, включающее в себя растягивание гистограммы по линейному закону, ее нормализацию и линеаризацию. Помимо этого, для повышения качества изображения применяются фильтрация «скользящим средним» и Фурье-преобразование. Последнее улучшает качество изображения с помощью представления исходной функции как множество элементарных составляющих — гармонических колебаний с разными частотами.

Завершающим этапом в работе с космическими снимками является их дешифрирование, а именно обнаружение и распознавание объектов (явлений) на изображении. Дешифрирование может проводиться как человеком (основано на визуальной оценке снимка), так и компьютером (автоматическим) [1]. Машинная обработка в конечном итоге представляет собой различные способы систематизации. Яркости всех пикселей снимка составляют в наборы по их спектральным признакам. Вместе с обработкой спектральных данных от разных объектов производится разделение пикселей по классам. Выделяют несколько видов классификаций изображений: с обучением и без обучения [1].

В классификации с обучением применяется эталонное изображение, яркостные параметры пикселей которого сравниваются с параметрами пикселей анализируемого изображения. Существует большое количество методов, которые используются при классификации с обучением, а именно это метод минимального расстояния, метод дистанции Махаланобиса, метод спектрального угла.

В классификации без обучения используется автоматическое распределение пикселей по классам на основе статистики распределения яркостных значений пикселей изображения. В таком случае могут быть применены методы ISODATA и К-средних.

1. Токарева О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учеб. пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Издательство ТПУ, 2010. - 148 с.

ОБЗОР И АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Е.С. Кабанова

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

При производстве оборудования важными этапами являются этапы диагностики, отладки и тестирования. Для оценки состояния оборудования, включающего МПС (микропроцессорные системы), используется большое количество подходов и устройств.

Одно из самых универсальных средств отладки – внутрисхемный эмулятор (ВСЭ) – программно-аппаратное средство, заменяющее собой эмулируемый микроконтроллер в реальной схеме.

Совместно с ВСЭ часто рассматривают такой класс инструментальных отладочных средств, как платы развития, или оценочные платы. Они являются своего рода конструкторами для макетирования электронных устройств.

При генерации тестовых воздействий в МПС используется эмулятор ПЗУ – по сути, подключаемый блок оперативной памяти, заменяющий ПЗУ на время отладки и помогающий избежать многократного перепрограммирования памяти.

Простая аппаратура контроля цифровых схем (амперметры, вольтметры, осциллографы) не может удовлетворить всем необходимым требованиям тестирования оборудования. Для этих целей разработаны логические анализаторы (ЛА), фиксирующие логические состояния сигналов в заданных контрольных точках.

Однако их использование требует высокой квалификации персонала, поэтому он малоприменим на этапе производства и эксплуатации. Здесь большее распространение получили принципы сигнатурного анализа.

Этот подход опирается на уникальный алгоритм сжатия потоков данных. Каждая точка системы характеризуется некоторым числом, называемым сигнатурой (ключевым кодом). Если сигнатура, полученная анализатором, совпадает с сигнатурой того же узла на заведомо исправной плате, это означает, что исследуемая область работает правильно.

В последнее время в микропроцессоры и микроконтроллеры интегрируют модули с функциями отладки, построенные на кристалле, так называемые JTAG-эмуляторы.

Таким образом, при многообразии возможных тестируемых устройств существует достаточное количество методов тестирования и диагностики для любых условий и принципов работы системы. Однако в целях проверки статических режимов работы логических микросхем оптимальным выбором будет применение сигнатурного анализа. Этот метод позволяет оперативно проверять работоспособность устройств, а также определять их тип.

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРОВ В ЗАДАЧЕ СОВМЕЩЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Р.В. Пивень

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

Для генерации маршрутных поправок в состав летательных аппаратов интегрируют подсистемы, среди которых выделяют корреляционно-экстремальные навигационные системы (КЭНС). Их принцип работы основан на сравнении текущего изображения (ТИ), полученного от сенсоров полей Земли, с эталонным изображением (ЭИ), полученным заранее. Начальные несовпадения ТИ и ЭИ могут быть определены путем оценки экстремума корреляционной функции (КФ).

Наибольшую вычислительную сложность в задаче совмещения изображений представляют вычисления экстремума КФ. Основным же требованием, выдвигаемым к КЭНС, является высокая точность корректного совмещения, а также организация вычислений в реальном времени. Для того, чтобы ускорить выполнение задачи совмещения изображений, можно использовать технологию программирования на графическом процессоре – OpenCL.

В качестве объекта испытаний используются два метода совмещения изображений: метод полного перебора и метод пирамиды изображений.

Суть метода полного перебора заключается в последовательном сканировании всех точек в заданной области и выборе той, в которой значение функции имеет глобальный экстремум.

Суть метода Розенброка заключается в том, что из некоторой начальной точки осуществляется итеративный поиск направления убывания функции с помощью изменяемых дискретных шагов вдоль n линейно независимых и ортогональных направлений. Таким образом, получается найти экстремум исследуемой функции.

Были получены результаты среднего времени совмещения изображений с использованием последовательной версии программы с задействованием сил процессора общего назначения и с использованием графического процессора с применением технологии OpenCL.

Исходя из полученных результатов, было установлено, что использование графического ускорителя дает значительный прирост в скоростях вычислений. В нашем случае наибольшее ускорение по сравнению с последовательной версией алгоритма метода полного перебора было 23 кратным.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование графических ускорителей позволит во много раз увеличить эффективность работы КЭНС, одним из требований которых является поиск экстремума критериальной функции в реальном времени.

АНАЛИЗ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МЕТОДОВ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

И.Н. Бакамбис

Научный руководитель – Никифоров М. В., канд. техн. наук, доцент

В нашем исследовании рассмотрены методы работы сегментации изображений с использованием нейронных сетей архитектуры U-net на Keras. Сегментация изображений или image segmentation – востребованное направление использования нейронных сетей [1, 2].

Сегментация — это процесс разбиения изображения на составные части (сегменты), а также одновременная классификация этих частей. Процесс разбиения происходит таким образом, что при объединении всех частей вместе, получается оригинальное изображение. Каждый сегмент изображения состоит из пикселей, пиксели одного сегмента имеют одну и ту же метку класса, которая показывает принадлежность данного сегмента к классу сегментов, объединенных какими-либо общими характеристиками.

При использовании методов увеличения, которые предназначены для изменения геометрической формы или положения в пространстве (вращение, масштабирование, зеркальное отображение (h/V flip), обрезка (crop)), то же преобразование должно быть применено к исходному изображению, а также к сегментам, которые его описывают, чтобы не изменять исходное изображение.

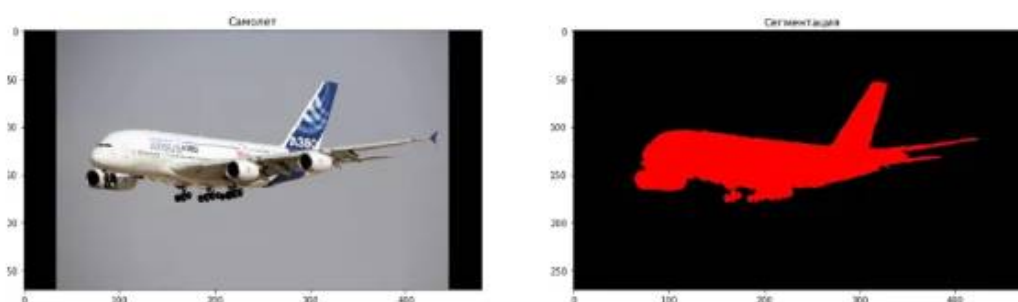


Рисунок 1 – Пример сегментации для тренировки нейронной сети

Библиографический список

1. V. Badrinarayanan, A. Kendall and R. Cipolla, "SegNet: A Deep Convolutional EncoderDecoder Architecture for Image Segmentation," in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 39, no. 12, pp. 2481-2495, Dec. 1 2017.
2. Images Segmentation using MATLAB: Digital image processing by Arsath Natheem, Kindle Edition, 38 pages – published December 3rd 2017.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОБНАРУЖЕНИЯ МОДЕЛИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ ЖУРНАЛА СОБЫТИЙ

А.В. Еремина

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

Интеллектуальный анализ бизнес-процессов — это новая дисциплина, которая обнаруживает процессы как последовательности событий, скрытые в обширных журналах данных [1]. На сегодняшний день он особенно полезен, так как мы живем в мире с высокой степенью связи, где обнаружение или анализ поведения устройств с несколькими агентами и Интернет вещей являются как никогда актуальными. С этой целью интеллектуальный анализ процессов используется для преобразования огромных объемов данных событий в модель процесса.

Модель процесса — это формальное (полуформальное) представление поведения, производительности и соответствия основным процессам. Например, Data Mining Specialist может использовать обнаруженные модели процессов для наилучшего понимания и изучения, а также извлечения практических знаний из собранных данных о событиях.

Анализ и восстановление моделей бизнес-процессов проводится с использованием общедоступных контрольных показателей данных журнала событий, полученных из информационных систем, и показателей качества. Результаты данных исследований показывают, что оценка, основанная на реальных журналах событий, значительно отличается от традиционного подхода к оценке алгоритмов обнаружения процессов, основанных на искусственных журналах событий.

Это возможно благодаря новому методу разработки процессов для синтеза, анализа и восстановления.

Предлагаемый метод состоит из подготовки данных, обнаружения процесса, анализа и исправления обнаруженной модели. Основной вклад данного метода — это подход к автоматическому анализу обнаруженных моделей на основе их проверки. Разработка алгоритма решения затрагивает автоматическое преобразование модели процесса в модель верификации.

В предложенном методе синтез основан на алгоритмах и методах индуктивного машинного обучения, проверка модели используется для анализа и оценки результатов метода синтеза. После чего автоматически строится верификационная модель обнаруженного процесса, которую можно смоделировать и формально проверить на соответствие с помощью средств проверки спиновой модели.

Полученные результаты анализа бизнес-процесса будут использованы для уточнения и исправления обнаруженной модели бизнес-процесса. Однако исходное извлечение данных о событии не является тривиальным, поскольку журналы содержат только образцы поведения и могут быть неполными. Кроме того, в некоторых случаях данные журнала событий могут быть слишком подробными, а в других — содержать много шума.

1. Lamma E, Mello P, Riguzzi F, et al. Applying inductive logic programming to process mining. In: International Conference on Inductive Logic Programming; Springer; 2007, pp. 132–146.

АНАЛИЗ АЛГОРИТМА РАЗРАБОТКИ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ КОММЕРЧЕСКИМИ ПРОЕКТАМИ

А.С. Карпова

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Приложение для управления проектами представляет собой комплекс технических, программных и информационных средств, необходимых для повышения эффективности управления проектами. Это улучшение достигается за счет использования единого информационного пространства, предоставляющего руководителю проекта возможность анализа деятельности и помогающего в принятии управленческих решений.

Целью доклада было рассказать о методах, используемых при визуализации плана работ проекта.

В ходе доклада были описаны такие методы, как диаграмма Ганта, Program Evaluation and Review Technique (PERT), метод критического пути и Graphical Evaluation and Review Technique (GERT) [1].

Диаграмма Ганта представляет собой столбчатую диаграмму, которая используется для визуализации плана работ по любому проекту. Является одним из основных методов планирования проекта, широко применяется в приложениях по управлению проектами.

PERT – способ анализа и оценки проектов, а также анализа времени, которое необходимо для выполнения каждой отдельной задачи, и минимального времени, требуемого для завершения проекта. Сетевой граф, используемый в PERT, представляет собой множество дуг и вершин, которые обозначают события завершения (дуга входит в нее) и начала (дуги выходят из нее) работ.

GERT – метод, использующий графическое представление и оценку результата выполнения проекта во времени. Для каждой работы оценивается вероятность ее свершения. Когда она равна 1, то случай является детерминированным, если в пределах от 0 до 1 – вероятностным. Метод GERT предусматривает вероятностное разветвление развития работы из узла.

Critical path method (CPM) – метод критического пути и метод PERT похожи, но имеют ряд различий. Метод критического пути не учитывает случайные колебания длительности работ. Предполагается, что время выполнения работы пропорционально количеству выделяемых ресурсов. Таким образом, изменяя объем ресурсов, можно корректировать время работы и сроки завершения проекта.

В завершение доклада было описано использование методов динамического программирования в качестве основы алгоритмов поиска кратчайших путей в бесконтурных орграфах, которые используют принцип оптимальности Беллмана: "Любой подпуть минимального пути является минимальным путем между соответствующими вершинами" [2].

Библиографический список

1. Сухотерин П.А. Методы составления расписания проекта // Экономика и современный менеджмент: теория и практика: сб. ст. по матер. XXXVIII междунар. науч.-практ. конф. №6(38). – Новосибирск: СибАК, 2014.
2. Беллман Р. Динамическое программирование. – М.: Издательство иностранной литературы, 1960.

ФОРМИРОВАНИЕ ПЕРСОНАЛЬНЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ СИНГУЛЯРНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ

А.Т. Кежватова

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

Сингулярное разложение является весьма удобным методом в работе с матрицами. Оно позволяет сократить размерность данных с помощью потери наименьшего количества информации, а также наглядно их представить. Метод нашел применение в таких областях, как: сжатие данных, распознавание объектов и образов, компьютерное зрение, проектирование рекомендательных систем и т. д.

SVD (Singular value decomposition) – декомпозиция вещественной матрицы (матрицы, состоящей из вещественных чисел) с целью ее приведения к каноническому виду [1]. Матрицу R большого размера $N * M$, но малого ранга f можно разложить в произведение матрицы $N * f$ и матрицы $f * M$. Это поспособствует существенному сокращению числа параметров с $N * M$ до $(N + M) * f$.

Основным свойством SVD является то, что применение данного метода позволяет найти оптимальное приближение, если в матрице D оставить ровно f первых диагональных элементов, а остальные приравнять к нулю. В диагональной матрице D , являющейся серединой сингулярного разложения, элементы упорядочены по размеру: $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \dots \geq \sigma_k$. Обнуление последних элементов означает обнуление наименьших элементов.

Приведем алгоритм сингулярного разложения:

1. Вычисление матрицы XX^T .
2. Вычисление собственных чисел и векторов матрицы XX^T .
3. Вычисление матрицы $X^T X$.
4. Вычисление собственных чисел и векторов матрицы $X^T X$.
5. Вычисление квадратного корня из общих собственных чисел матриц XX^T и $X^T X$.
6. Составление матриц U , V и S .

Применение данного метода в рекомендательных системах предполагает представление каждого пользователя в виде вектора из f факторов u_i , каждого(ой) продукта/услуги – в виде вектора из f факторов v_j , а для предсказания рейтинга пользователя i товару j , определяется скалярное произведение $u_i * v_j = u_i^T * v_j$. По вектору факторов пользователя можно определить, насколько пользователю нравится или не нравится тот или иной фактор, а по вектору факторов продукта можно определить, насколько тот или иной фактор в продукте выражен [2].

Использование алгоритма SVD для формирования персональных рекомендаций позволяет подготавливать рекомендации высокого качества и востребованные пользователями.

Библиографический список

1. Вабищевич, П.Н. Численные методы: Вычислительный практикум. Практическое применение численных методов при использовании алгоритмического языка PYTHON / П.Н. Вабищевич. - М.: Ленанд, 2019. - 320 с.
2. Ricci F., Rokach L., Shapira B., Kantor P.B. (Eds.) Recommender Systems Handbook. – Springer, 2011. – P. 842.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОИСКА АНОМАЛИЙ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

И.С. Панина

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

Рассмотрена задача поиска аномалий на изображениях с помощью использования нейросетевых технологий.

При визуальной обработке данных часто встречаются выбросы или отклонения, которые существенно отличаются от большей части показателей и являются нежелательной характеристикой данных или процессов. Техники обнаружения и оценивания параметров аномалий на изображениях представляют интерес для целого ряда задач. Среди них можно выделить различные системы мониторинга и, в частности, приложений предиктивной диагностики.

Суть данного подхода заключается в применении машинного обучения для нахождения на ранних этапах неполадок, которые могут привести к сбоям работы системы. Такими аномалиями могут быть, например, трещины, сколы, брак произведенных деталей и т.д.

Аномалии на изображениях можно обнаружить с помощью задачи классификации. Допустим, необходимо автоматизировать процесс поиска аномалий, то есть дефектов на оборудовании. В основе решения лежит сверточная нейронная сеть для классификации изображений, предварительно обученная на тестовом множестве изображений методом опорных векторов. В результате алгоритм разделяет входные данные на дефектные и нормальные. С помощью алгоритма для визуализации данных высокой размерности можно оценить распределение нормального и дефектного оборудования.

Данная задача кажется очень простой, но устойчивое решение можно получить только с использованием глубоких нейронных сетей. Помимо этого, реальные данные не всегда содержат аномалии, или они искажены, в следствие чего возникают затруднения в составлении оптимального обучающего множества. Для повышения производительности обнаружения аномалий может быть использована предварительная обработка входных данных, включающая в себя разметку изображения.

Анализ эффективности таких алгоритмов может быть исследован как теоретическим, так и опытным путем. Применение данного алгоритма затрудняется при использовании гиперспектральных изображений. Для обнаружения аномалий в реальном времени применяются топологические инструменты вместе с идеями из теории сетей. Как правило, для сложных изображений используются алгоритмы с переходом к сокращенному описанию, локальные алгоритмы или алгоритмы с предварительной сегментацией [1].

1. Андриянов Н.А., Васильев К.К., Дементьев В.Е. Обнаружение аномалий на пространственно-неоднородных многозональных изображениях // ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И НАНОТЕХНОЛОГИИ (ИТНТ-2017). Сборник трудов III международной конференции и молодежной школы. Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева. 2017.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЗАКУПКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗА ЗАБОЛЕВАНИЙ НАСЕЛЕНИЯ

А.М. Рубцова

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

В докладе рассмотрен концепт системы закупки лекарственных препаратов на основе прогноза заболеваний населения основанного на методе определения частотности запросов пользователей к информационной системе ранжирования документов Яндекс.

Проблема нехватки противовирусных препаратов и антибиотиков остро проявилась в 2020-2021 годах в разных регионах России. Данная ситуация была связана напрямую с пандемией. В основном это дефицит препаратов, в состав которых входят вещества умифеновир, гидроксихлорохин, интерферон и фавипиравир.

Предлагается дополнить официальную статистику заболеваемости населения данными, полученными из открытых источников. На основании этих данных необходимо сделать прогноз роста спроса на лекарственные препараты.

Основными источниками аналитической информации по частоте запросов пользователей могут выступать две наиболее популярные поисковые системы –Google и Yandex [1].

Требуется собрать статистику частотности запросов пользователей к выбранной поисковой системе за определенный период, выделить ключевые слова, выявить тренд и построить прогноз на рост или спад спроса на лекарственные препараты на основе интересующих заболеваний [2].

Для автоматизированного сбора статистики можно использовать отечественное программное обеспечение, например KeyCollector [3].

Прогнозирование поможет предупредить дефицит лекарств в аптеках и своевременно пополнить запас необходимых веществ в пунктах розничных продаж, что благотворно скажется на здоровье населения.

Библиографический список

1. Частотность запросов. // SEO.RU URL: <https://seo.ru/seowiki/chastotnost-zaprosov/> (дата обращения: 2020.12.27).
2. Яндекс. Подбор слов. URL: <https://wordstat.yandex.ru/> (дата обращения: 2020.12.27).
3. Key Collector. URL: <http://www.key-collector.ru/> (дата обращения: 2020.12.27).

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА БАНКОВСКИХ ТРАНЗАКЦИЙ

А.А. Суслина

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

Задача выявления аномалий может быть сведена к решению задачи кластеризации данных, которая предполагает группировку похожих экземпляров в кластеры и не требует знаний о свойствах возможных отклонений.

Класс задач решается с применением такого типа однослойных нейронных сетей, как самоорганизующиеся карты Кохонена (Self-Organizing Maps – SOM), использующие принцип обучения без учителя. Сети Кохонена позволяют определять группы схожих входных векторов. Это достигается за счет подстройки весов, так что близкие входные векторы активируют один и тот же нейрон. В процессе принятия решения сетью может возникнуть проблема с определением точных границ кластеров. Такая ситуация может интерпретироваться так, что аномальные данные будут находиться значительно дальше от центра, а нормальные – образовывать центральные группы. Отдельные кластеры также могут образовывать и аномальные данные, если имеют схожие параметры. В таком случае справедливо замечание, что нормальные данные образуют большие плотные кластеры, а аномальные – маленькие и разрозненные [1].

Сеть Кохонена является примером сети, обучающейся без учителя, при котором входные данные не имеют соответствующих им выходных. Сеть состоит из заданного числа нейронов, архитектурно принимающих вид прямоугольной решетки на плоскости. Данные поступают на входы каждого нейрона сети. В процессе обучения производится подстройка синаптических весов. Для настройки сети используется мера соседства нейронов (мера близости). В процессе обучения сети зоны соседства становятся меньше. В начале обучения весовые коэффициенты принимают малые значения, затем для всех нейронов вычисляются расстояния d_j до входного сигнала и выбирается наилучший нейрон j^* . Далее производится подстройка весов для лучшего нейрона j^* и всех нейронов из его зоны соседства. Рассчитываются новые значения весов. Процесс повторяется для новых наблюдений [2]. Порог доступа для самоорганизующейся сети соответствует максимальному расстоянию, на котором происходит распознавание. Если степень активации выигравшего нейрона превышает пороговое значение, то сеть не принимает решения.

Сеть Кохонена может быть применена к решению задачи поиска мошеннических транзакций в банковской сфере. Выявление нелегитимных операций может строиться на предположении, что законные транзакции создают кластеры, а незаконные не принадлежат ни к одному из кластеров.

Библиографический список

1. Шкодырев В.П., Ягафаров К.И. Обзор методов обнаружения аномалий в потоках данных // Конференция: SEIM-2017. – 2017. – С. 40 - 46.
2. Kohonen T. The Self-Organizing Map // Proceedings of the IEEE, 1990, Vol. 78, no. 9.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСЕТИ

Д.Г. Шмелева

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

Рассмотрена задача повышения стабильности работы оборудования электросети с использованием нейронных сетей. Основной особенностью, которая отличает сбор и анализ данных с использованием нейронных сетей, является объем получаемых от потребителей данных, скорость их обработки и исключение человеческого фактора.

Применение нейронных сетей дает возможность учитывать показания потребителей в каждый момент времени, а также увеличивает точность прогнозирования. При этом прогнозирование напрямую влияет на расчет электрических нагрузок, что в свою очередь является основой технологической устойчивости энергосистемы. Оптимальное распределение нагрузки между объектами предоставляет возможность не только контроля состояния оборудования, но и управления стоимостью покупки электроэнергии за счет регулирования нагрузок оборудования.

Ранее для построения профилей энергопотребителей и прогнозирования потребления применялись методы, анализирующие ретроспективную динамику потребления, в частности однофакторные прогнозы по временным рядам. Но такие прогнозы не учитывают нерегулярные факторы: погоду, ценовую политику, нагрузку потребителей.

Сейчас на практике применяются методы многофакторного анализа, позволяющие учитывать нерегулярные факторы. Особой популярностью пользуются методы с применением нейронных сетей. С их помощью решается задача кластеризации группы объектов и вычисления будущих значений, которые анализируются в последующем. Для оценки состояния оборудования электросети применяются многослойный персептрон (задача прогнозирования потребления энергии) и сети Кохонена (задача построения клиентского профиля потребителя) [1].

Причина популярности использования нейронных сетей при диагностике оборудования и прогнозирования его работы является возможность прогноза при минимальных данных об объекте, а также использование параллельной обработки данных, что увеличивает скорость работы и надежность системы.

Основные области применения нейронных сетей: диагностика элементов (путем сравнения математической модели исправного и конкретного элемента энергосистемы, а также диагностика с помощью распознавания образов) и прогнозирование срока работы оборудования. Также возможно решение задачи кластеризации состояния оборудования [2].

Библиографический список

1. Бабокин Г. И., Шпрехер Д. М. Применение нейронных сетей для диагностики электромеханических систем // ГИАБ. 2011.
2. Bob Yeager "Digital Transformation in Electrical Power Industry", CERAWEEK, 2019.

МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА C-MEANS

А.Р. Ушакова

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

Описание алгоритма. Нечеткий алгоритм кластеризации C-means был разработан Дж. Данном в 1973 г. и доработан Дж. Бездеком в 1981 году [1]. Данный метод предполагает, что входные данные могут принадлежать более чем одному кластеру одновременно.

Назначение: кластеризация больших наборов числовых данных.

Достоинства: нечеткость при определении объекта в кластер позволяет определять объекты, которые находятся на границе, в кластеры.

Доказана эффективность нечетких алгоритмов C-means (FCM) для сегментации изображений. Однако они все еще имеют следующие недостатки:

1. Им не хватает достаточной устойчивости к шуму и выбросам, особенно при отсутствии предварительных знаний о шуме.

2. Время сегментации изображения зависит от размера изображения и, следовательно, чем больше размер изображения, тем больше время сегментации.

В стандартной реализации C-means в качестве результата генерируется изображение, где каждый пиксель относится к кластеру, степень принадлежности к которому максимальна. Однако это не всегда является ожидаемым результатом. Вследствие шумов и неоднородной текстуры на результирующем изображении могут появляться короткие (1-9 пикселей) «всплески», которые не относятся к «фоновому» кластеру.

Была разработана модификация алгоритма, который уменьшает количество коротких, неинформативных линий, затрудняющих последующую обработку, на основе значений функции принадлежности пикселя к конкретному кластеру.

На последнем шаге алгоритма рассматривается каждый пиксель на принадлежность «всплескам» – небольшим по площади участкам изображения, каждая точка которых является частью одного кластера. Если количество точек меньше порогового значения (5-15 точек), то необходимо найти кластер, степень принадлежности точки к которому является второй по величине. Если полученное значение является «близким» по отношению к максимальной степени принадлежности текущего пикселя, то можно отнести рассматриваемый пиксель к этому кластеру.

Данный процесс уменьшает количество «всплесков» на изображении за счет отнесения небольших областей к другим кластерам (в лучшем случае – «фоновым» кластерам). Такие участки могут появляться для теней объектов интереса за счет влияния шумовой составляющей, засветов, бликов и других локальных особенностей изображения.

Можно отметить, что реализованный алгоритм будет неэффективен для систем обработки изображений, в которых важны небольшие детали (например, поиск трещины на рентгеновских снимках), однако для задач слежения за объектами, обработки снимков подстилающей поверхности с борта летательного аппарата данная модификация будет иметь решающее значение.

Другим направлением модификации алгоритма является распараллеливание частей метода, которые не зависят от результатов итераций. В те-

кущей реализации все внешние циклы по каждой точке изображения удовлетворяют данному требованию и значение функции принадлежности точки каждому кластеру может вычисляться в параллельном режиме. Это дает прирост производительности в 2 раза уже для 4 кластеров.

1. Dunn, J.C.: A Fuzzy Relative of the ISODATA Process and Its Use in Detecting Compact Well-Separated Clusters. Journal of Cybernetics. 3 (1973): 32–57.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

К.Е. Минка

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

Рассмотрены существующие методы анализа и прогнозирования бизнес-процессов, а также задачи, для которых служит анализ бизнес-процессов.

Основными задачами анализа бизнес-процессов являются:

1. Улучшение прозрачности системы предприятия и эффективности работы его персонала.
2. Оптимизация работы системы, а также внедрение в неё автоматизации.
3. Разработка новых направлений для построения эффективной структуры организации.
4. Тиражирование и масштабирование бизнеса.
5. Улучшение качества работы с персоналом и финансового положения предприятия.
6. Увеличение рыночной стоимости и возможный выход на другие рынки.

Все виды анализа бизнес-процессов можно поделить на две категории:

1. Качественный анализ (на основе экспертного мнения, графических схем, состояния бизнес-процесса по отношению к требованиям);
2. Количественный анализ (бизнес-процессов на основе измерения показателей).

Прогнозирование бизнес-процессов также можно поделить на две группы:

1. Интуитивные методы (основываются на логическом мышлении).
2. Формализованные методы (основываются на математической теории).

Каждый бизнес-процесс можно охарактеризовать следующими показателями:

1. Показатели процесса (характеризуют ход самого бизнес-процесса, а также некоторые затраты на него). Бывают качественными (субъективные оценки) и количественными (абсолютные и относительные).
2. Показатели продукта (характеризуют сам как результат выполнения процесса).
3. Показатели удовлетворённости потребителя (характеризуют степень удовлетворённости своего клиента результатами процесса).

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В КАРДИОЛОГИИ

М.А. Аксенов

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

На сегодняшний день существует большое разнообразие подходов и методологий для разработки систем поддержки принятия решений в медицине в общем и в кардиологии в частности. Можно выделить следующие методологии:

1. На основе статистических методов. Создание статистических моделей – это классический способ отображения информации в медицинской области. Статистические модели позволяют опровергнуть/подтвердить достоверность проверяемой гипотезы, на основании проверки которой будет сформировано решение. Актуальность для статистического моделирования приобретают методы многомерного статистического анализа: они позволяют строить не только оптимальные планы сбора, систематизации и обработки данных, но и идентифицировать характер и структуру внутренних взаимосвязей между исследуемыми признаками решаемой задачи. Существующие подходы статистического анализа являются результативными инструментами поиска и нахождения закономерностей, которые могут быть использованы при создании систем поддержки принятия решений в слабо формализуемых областях медицины.

2. На основе интеллектуальных методов. В медицинских системах поддержки принятия решений могут быть использованы как отдельно, так и в комбинации друг с другом современные интеллектуальные методы обработки и анализа данных: Data Warehouse, OLAP-обработка, Knowledge Discovery in Databases, Data Mining. Под Data Mining обычно подразумеваются следующие различные комбинации современных методов обработки и анализа – предметно-ориентированные аналитические системы, нейронные сети, деревья решений, эволюционное программирование и т.д. Следует заметить, что в указанных методах анализа нет возможности оценивать достоверность полученного решения. Также ограничением использования данных методов является наличие больших массивов информации о прецедентах для обучения полученных интеллектуальных моделей. В связи с вышеперечисленными рисками требуется значимые обоснования для эксплуатации моделей.

3. На основе экспертных методов. Под осуществлением экспертных методов в системах поддержки принятия решений подразумевается выделение совокупности фактов и правил, которые позволяют смоделировать сценарий принятия решения медицинским экспертом в рамках предметной области благодаря логическому выводу. Главным отличием данного подхода от остальных является возможность проанализировать исходную информацию и сформировать вывод, который бы мог сделать медицинский эксперт, основываясь на своих профессиональных знаниях.

Таким образом, рассмотрение возможных подходов для разработки систем поддержки принятия решений в кардиологии позволяет сделать вывод о большом различии между существующими методами обработки данных в кардиологии.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Л.С. Бадикова

Научный руководитель Ефимов А.И., канд. техн. наук, доцент

Дорожно-транспортные происшествия наносят значительный ущерб во всём мире. Согласно статистике происшествий по Рязанской области, несмотря на уменьшение показателей аварийности в сравнение с аналогичным периодом прошлого года, абсолютные цифры всё равно остаются высокими.

Доказано, что большая часть происшествий вызвана состоянием усталости или ослабленного внимания водителя [1]. Научным сообществом было предложено решение данной проблемы, а именно разработка систем активной безопасности (далее САБ).

По форме представления все САБ можно разделить на следующие категории: современные системы содействия водителю (СССВ), мобильные системы генерации рекомендаций (МСГР), видеокамеры внутри транспортных средств, устройства носимой электроники (УНЭ).

МСГР являются доступными, но при этом обладают массой недостатков. Главным недостатком является то, что МСГР не могут вмешаться в управление транспортным средством, что значительно снижает скорость реагирования на аварийные ситуации. Следующим недостатком является точность распознавания опасных состояний, согласно статистике, она заметно ниже, чем у других систем. Однако использование алгоритмов персонализации поведения и стиля вождения водителя на основе статистики управления транспортным средством позволит расширить возможности МСГР и разработать распределенную систему предупреждения аварийных ситуаций (далее РСПАС).

Разработка РСПАС требует особого внимания к выработке алгоритмов генерации рекомендаций, учитывающих текущий контекст водителя. Данные, поступающие с различных датчиков, послужат основой для определения дорожной ситуации и выработки соответствующих рекомендаций. При наступлении опасной ситуации РСПАС уведомит водителя об этом при помощи отображения выработанных рекомендаций на графическом дисплее, через динамики смартфона или вибрации устройства носимой электроники.

Одним из главных достоинств системы является то, что она позволит повысить точность и качество генерируемых контекстно-ориентированных рекомендаций, которые учитывают предыдущий опыт использования системы и статистику взаимодействия между остальными участниками РСПАС.

1. National Center for Statistics and Analysis. Distracted Driving: 2018 // Traffic Safety Facts Research Note. Report No. DOT HS 812 517, Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ МАССИВОВ ДАННЫХ

С.Н. Баранова

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

В настоящее время стремительное развитие получает направление разработки систем работы с большими данными. Актуальная задача проектирования таких систем – обеспечение потребностей по вычислительной мощности и при этом оптимальное время обработки [1].

Натаном Марцом была предложена к построению лямбда-архитектура [2], которая заключается в обработке по двум путям, называемым холодным и критическим.

На холодном пути все данные поступают на хранение, а обработка выполняется пакетами. Далее пакеты поступают на уровень обслуживания, где подготавливаются для эффективного выполнения запросов.

Критический путь также называется уровнем ускорения и соответствует обработке в режиме реального времени. Его обработка позволяет обновлять данные на уровне обслуживания при необходимости, если поступают дополнительные данные.

В качестве развития лямбды-архитектуры Джеем Крепсом была предложена каппа-архитектура [2]. Здесь данные также подвергаются разделению, но их обработка проводится исключительно на потоковом пути.

Все данные проходят обработку в реальном времени и также сохраняются в долгосрочном хранилище, где остаются неизменяемыми. При этом если необходимо провести повторную обработку над каким-либо набором данных, то необходимо провести поток к уровню ускорения.

Наиболее важной частью архитектуры систем работы с большими данными является путь ускорения. Однако при поступлении данных в реальном времени блок анализа и обработки данных подвергается большой нагрузке, так как обязан провести действия абсолютно над всеми данными. Наиболее общим решением подобной проблемы может стать дополнительный блок выявления аномалий, к которым относят выброс данных, то есть изначально некорректную информацию.

Лямбда и каппа-архитектуры позволяют решить часть трудностей, которые несут за собой большие объемы данных. Использование блока выявления аномалий позволит оптимизировать работу уровня ускорения: увеличится быстродействие анализа данных и уменьшится погрешность, которая появлялась из-за использования сырых данных, поступающих сразу от источника.

Библиографический список

1. Воронова Л.И. Big Data. Методы и средства анализа : учеб. пособие / Л.И. Воронова, В.И. Воронов. — Москва : Московский технический университет связи и информатики, 2016. — 33 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/61463.html>

2. Варианты архитектуры для обработки больших данных [Электронный ресурс] // Azure Application Architecture Guide | Microsoft Docs. URL : <https://docs.microsoft.com/ru-ru/azure/architecture/data-guide/big-data/>

МАРКИРОВАНИЕ ОБЛАСТЕЙ ПРОЯВЛЕНИЯ МИКРОВЫРАЖЕНИЙ НА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

С.В. Гришин

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

Рассмотрена задача выделения областей проявления микровыражений на основе обработки средствами MATLAB®. Микровыражения могут быть незаметны даже при попытке рассмотреть отдельные кадры высокоскоростной съёмки. Для компьютера даже минимальные изменения не останутся незамеченными. Как и макровыражения, микровыражения могут быть полностью ассиметричными. Это может быть обусловлено особенностями человека и стоит брать в расчёт для точного выявления. В данной работе рассматриваются микровыражения длительностью менее 500 мс.

Микровыражение лица – это особенность поведения, позволяющая увидеть истинные эмоции и распознать ложь [1, 2]. Для демонстрации алгоритма были рассмотрены эмоции презрения, отвращения, счастья и грусти. Для каждой эмоции характерны начало, максимально выраженное проявление, конец. Алгоритм помечает задействованные участки лица в проявлении микровыражения, отсеивая помехи в виде шума после сравнения кадров. Результаты: презрение (рис. 1), отвращение (рис. 2), счастье (рис. 3) и грусть (рис. 4). Первый этап – сравнение кадров с заданным шагом. Второй этап – применение фильтров к результату сравнения.



Рисунок 1 – Презрение



Рисунок 2 – Отвращение



Рисунок 3 – Счастье: а – брови; б – углы рта

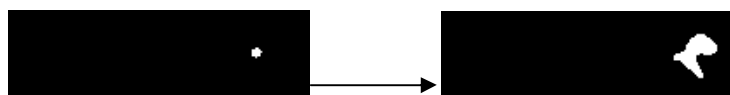


Рисунок 4 – Грусть

Библиографический список

1. Adrian K. Davison, Cliff Lansley, Nicholas Costen, Kevin Tan, and Moi Hoon Yap, "SAMM: A Spontaneous Micro-Facial Movement Dataset," in IEEE Transactions on Affective Computing, Volume 9, No. 1, 2018, pp. 116-129.
2. Moi Hoon Yap, Kevin Tan, and Adrian Keith Davison, "Objective Micro-Facial Movement Detection Using FACS-Based Regions and Baseline Evaluation," in 13th IEEE International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition (FG 2018), Xi'an, China, 2018, pp. 642-649.

КОНТРОЛЬНО-КАССОВАЯ ТЕХНИКА. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В.О. Кривоzubов

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Контрольно-кассовая техника (ККТ) – это торговое оборудование, которое применяется для проведения расчетов наличными или электронными средствами (платежными картами) с покупателями.

К кассовым аппаратам предъявляются следующие требования:

- мобильность;
- многофункциональность;
- надежность.

Применяемая контрольно-кассовая техника должна:

- быть зарегистрирована в налоговых органах по месту учета;
- иметь фискальную память;
- обеспечивать формирование и передачу фискальных документов.

Согласно закону №290-ФЗ от 03.07.2016 [1], индивидуальные предприниматели и юридические лица при продаже товаров должны обеспечивать:

- выдачу покупателю кассового чека после совершения покупки, а также возможность отправки его электронной версии на e-mail;
- передачу информации о расчетах через операторов фискальных данных (ОФД) в Федеральную налоговую службу (ФНС) России;
- применение фискального накопителя с возможностью его самостоятельной замены.

Изменения порядка применения ККТ вводились постепенно. С 1 февраля 2021 года для всех юридических лиц и индивидуальных предпринимателей действует одинаковый набор обязательных реквизитов чека ККТ:

- название компании и ИНН;
- время, дата и адрес продажи;
- фамилия кассира;
- наименование, количество и стоимость товаров и услуг;
- форма и способ оплаты: безналичные или наличные;
- фискальный признак чека, порядковый номер;
- расчетный признак (расход, приход, возврат);
- номер смены и номер чека;
- заводской номер ФН, ОФД;
- налоговая ставка, форма налогообложения, НДС;
- стоимость со скидкой и НДС;
- QR-код для проверки чека.

При отсутствии хотя бы одного обязательного реквизита чек признается полностью недействительным.

ККТ, удовлетворяющие вышеперечисленным требованиям, называют также онлайн-кассами.

1. Федеральный закон от 3 июля 2016 г. N 290-ФЗ (ред. от 03.07.2018 г.) «О внесении изменений в Федеральный закон "О применении контрольно-кассовой техники при осуществлении наличных денежных расчетов и (или) расчетов с использованием платежных карт" и отдельные законодательные акты Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) // Собрание законодательства РФ. – 04.07.2016.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДИРОВАНИЯ

С.М. Кузяков

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Рассмотрена задача передачи цифровых изображений по каналу связи. Важным этапом, предшествующим непосредственной передаче, является сжатие изображения (СИ). На практике для СИ чаще всего применяются алгоритмы поблочного кодирования с преобразованием, основанные на дискретных ортогональных преобразованиях. К подобным алгоритмам относятся дискретные преобразования Уолша (ДПУ). В данной работе в качестве альтернативы ДПУ используется преобразование, сформированное последовательностями максимальной длины (М-последовательностями).

Последовательность максимальной длины — псевдослучайная двоичная последовательность, сформированная регистром сдвига с линейной обратной связью и имеющая максимальный период. Внутри одного периода М-последовательности количество символов, принимающих значение 1, на единицу больше, чем количество символов, принимающих значение 0. Сумма по модулю 2 любой М-последовательности с её произвольным циклическим сдвигом также является М-последовательностью. Эти свойства позволяют сформировать ортогональное преобразование [1].

Матрица преобразования формируется по следующим правилам. Регистр из 8 триггеров генерирует один период последовательности, состоящий из 255 элементов. Первые 255 строк матрицы заполняются циклическими сдвигами последовательности. Последняя строка и последний столбец заполняются нулями. Все нули в матрице заменяются минус единицами.

В качестве исходных данных в работе используются изображения размером 256×256 пикселей. Загруженное изображение умножается на матрицу преобразования, переводится в битовую последовательность и кодируется, после чего на него накладывается шум с заданной интенсивностью. Зашумлённое изображение декодируется, умножается на матрицу обратного преобразования и нормируется. Полученный результат сравнивается с исходными данными для оценки эффективности.

Каждый элемент преобразованного изображения представляет собой целое число и передаётся как 12 бит прямого кода и знаковый бит. На отклонение конечного результата от исходного наиболее сильное влияние оказывают ошибки, искажающие старший бит числа и знаковый бит. В связи с этим предусмотрена возможность дублирования знака двумя битами для его восстановления после передачи [2].

Библиографический список

1. Варакин Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. — М.: Радио и связь, 1985. — 384 с.
2. Шварцман В.О. Теория передачи дискретной информации: учебник для вузов связи / В.О. Шварцман, Г.А. Емельянов. — М. : Связь, 1979.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ НЕТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ БАЗИСОВ

Н.А. Лукьянов

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

Цифровая обработка дискретных сигналов используется при анализе аэрокосмических изображений [1], в частотных алгоритмах маркирования изображений, в системах распознавания изображений, сжатии данных и т.д. В зависимости от вида сигнала для его представления и анализа выбирают некоторую базисную систему ортогональных функций. Одним из примеров такой системы является тригонометрическая система функций, лежащая в основе преобразования Фурье. Другие – нетригонометрические системы функций Хаара, Радемахера, Уолша, Виленкина-Крестенсона.

Рассмотрим систему из $N=2^n$ функций Уолша, которые являются произведением степеней первых n функций Радемахера. Дискретные функции Уолша являются отсчетами соответствующих непрерывных функций. Множество значений любой функции Уолша – $\{-1, 1\}$, поэтому их удобно использовать при обработке сигналов на компьютере, так как выполнение дискретного преобразования Уолша в отличие от дискретного преобразования Фурье сводится к суммированию отсчетов с учетом знаков.

Способ нумераций функций Уолша может быть различным. На практике применяют их упорядочение по Уолшу, Адамару и Пэли. Каждому упорядочению соответствует матрица размера $N \times N$, состоящая из чисел 1 и -1 . Например, матрицы Уолша-Адамара H_{2^n} вычисляются по рекуррент-

ной формуле $H_{2^n} = H_{2^{n-1}} \otimes H_2$, где $H_2 = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$, $\otimes$ – знак кронекеровского

умножения. Так как нахождение функций Уолша связано с большим объемом операций над матрицами, то их целесообразно вычислять в MATLAB [2].

Целью работы являлось создание программы в среде MATLAB для получения функций Уолша в упорядочении по Уолшу, Адамару и Пэли. Разработанное приложение позволяет вычислить матрицы для дискретных и строить графики для непрерывных функций Уолша при $n \in \{3, \dots, 10\}$. Далее полученные функции могут использоваться для выполнения преобразований дискретных сигналов и их анализа.

Библиографический список

1. Костров, Б. В. Применение теоремы об ограничении спектров дискретных сигналов на конечных интервалах к аэрокосмическим изображениям / Б. В. Костров // Космическая радиолокация : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции, Муром, 25–27 июня 2013 года. – Муром: Муромский институт (филиал) Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых", 2013. – С. 64–68.

2. Костров, Б. В. Реализация преобразования Уолша в пакете прикладных программ Matlab. Определение наиболее эффективного алгоритма / Б. В. Костров, А. Г. Упакова, К. И. Баюков // Информатика и прикладная математика. – 2013. – № 19. – С. 040–042.

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ КОРРЕЛЯЦИОННОГО СОВМЕЩЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Р.У. Магомадов

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

Основными требованиями КЭНС являются высокая вероятность корректного совмещения изображений, а также организация вычислений в реальном времени.

Метод полного сканирования характеризуется максимальной вероятностью совмещения изображений, при этом он наиболее требователен к ресурсам вычислительной машины, что накладывает ограничения на его использование в КЭНС [1]. Метод «мультистарт» обеспечивает оптимальное отношение вероятности правильного совмещения изображений к объему вычислительных затрат при последовательной реализации алгоритма. Оба метода имеют потенциал ускорения вычислений при использовании технологий параллельных вычислений (ТПВ). В качестве целевой функции (ЦФ) была использована нормированная корреляционная критериальная функция. При совпадении изображений значение ЦФ максимально.

Цель экспериментальных исследований – сравнение эффективности работы методов «полный перебор» (ПП) и «мультистарт» с методами локальной оптимизации «покоординатный спуск» (ПС) и «метод деформируемого многогранника» (МДМ) при реализации с использованием ТПВ OpenMP, AMP и CUDA на одинаковых входных данных и определение наиболее оптимального варианта при использовании в КЭНС.

В качестве текущего изображения (ТИ) использовалось радиолокационное изображение (РЛИ) формата BMP размером 484 × 357 пикселей.

В результате сделаны следующие выводы:

- метод МДМ продемонстрировал преимущество по сравнению с методом ПС при реализации в методе «мультистарт» в последовательном и параллельном вариантах исполнения алгоритма;
- пиковое ускорение достигается при распараллеливании алгоритма «полный перебор» для всех типов ТПВ;
- наибольшее ускорение для всех реализованных алгоритмов дает ТПВ CUDA. Коэффициенты ускорения по сравнению с последовательной версией алгоритма ПП: OpenMP – 2.04; AMP – 80.65; CUDA – 149.07;
- наилучшие результаты продемонстрировал метод «полный перебор» при использовании ТПВ CUDA, обеспечивая минимальное время выполнения (в среднем 0.235 секунд) при максимальной вероятности правильного совмещения изображений. Это говорит о преимуществе использования ТПВ перед последовательными вычислениями при реализации алгоритмов в КЭНС.

1. Елесина С.И. Исследование особенностей методов глобальной оптимизации в корреляционно-экстремальных навигационных системах // Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: межвуз. сб. науч. тр. Часть 2 / под ред. А.Н. Пылькина. М.: Горячая линия – Телеком, 2009. С. 30-37.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОДАВЛЕНИЯ ШУМА И ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ГРАНИЦ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

А.В. Пронькин

Научный руководитель – Новиков А.И., д-р техн. наук, доцент

Современные летательные аппараты оснащены многоспектральными системами технического зрения (МСТЗ), которые решают большое число задач [1]. Традиционно такие задачи делят на задачи высокого уровня и задачи низшего уровня, другими словами – задачи первичной обработки изображений. К методам решения данных проблем предъявляются жесткие ограничения, так как они должны решаться в режиме реального времени.

Важной составляющей МСТЗ является блок обработки, направленный на подавление шумов на изображении. Среди достаточно большого многообразия методов сглаживания сигма-фильтр отличается высокой производительностью и достаточно хорошим качеством обработки при правильно подобранном входном параметре, однако наличие такого параметра накладывает ограничения на его использование [2].

В работе рассматриваются методы оценивания уровня шума в составе изображений, в том числе предлагаются 2 новых подхода. Полученные оценки уровня шума могут быть использованы в качестве входного параметра сигма-фильтра.

Один из предлагаемых алгоритмов является аналогом метода Ковалевского, основанного на поиске блоков с минимальной дисперсией для определения фрагментов с константным или линейно-изменяющимся фоном и аннулированием низкочастотной составляющей за счет вычитания результатов сглаживания линейными фильтрами с масками размерами 9x9 и 11x11 [3]. Оценка уровня шума вычисляется на основе значения остаточной дисперсии.

Предлагаемый метод использует строчную маску полиномиального фильтра и аналогичный подход для аннулирования полезного сигнала. Данная модификация не уступает по качеству оригинальному методу, а в некоторых случаях превосходит его, в частности, при низкой интенсивности шумовой составляющей.

Другая модификация основана на предположении, что полиномиальный фильтр в достаточно малой степени искажает низкочастотную составляющую и вычитание результата сглаживания из оригинального фрагмента аннулирует низкочастотную составляющую. Это предположение позволило избавиться от повторного сглаживания, что уменьшило время выполнения алгоритма при сохранении достаточно небольшой погрешности оценки.

Библиографический список

1. Обработка изображений в авиационных системах технического зрения/ под ред. Костяшкина Л.Н., Никифорова М.Б. – М.:Физматлит, 2016.
2. Tomasi C., Manduchi R. Bilateral Filtering for Grey and Color Images // Proceedings of the 1998 IEEE International Conference on Computer Vision. Bombay. India. 1998. – pp. 839–846.
3. Ковалевский В. Эффективная фильтрация и выделение границ. [Электронный ресурс]. URL: irtc.org.ua/image/app/webroot/Files/presentations/Kovalevskiy.

УСТРАНЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕРЕОТРАЖЕНИЯ В ИЗМЕРЕНИИ ДАЛЬНОСТИ ДО ОБЪЕКТОВ

Т.М. Савосина

Научный руководитель – Муратов Е.Р., канд. техн. наук

Рассматривается устранение переотражения и шумов в измерении.

Каждый датчик ToF интегрирует свет после его излучения. Карты амплитуд использовались для оценки погрешности в данных каждого ToF. Учитывая обнаруженные области, точная информация о глубине искажается для корректировки расстояния [1].

Рисунок 1 схематично иллюстрирует работу метода коррекции ошибок расстояния с использованием информации о множестве ToF, полученной в разное время интегрирования.

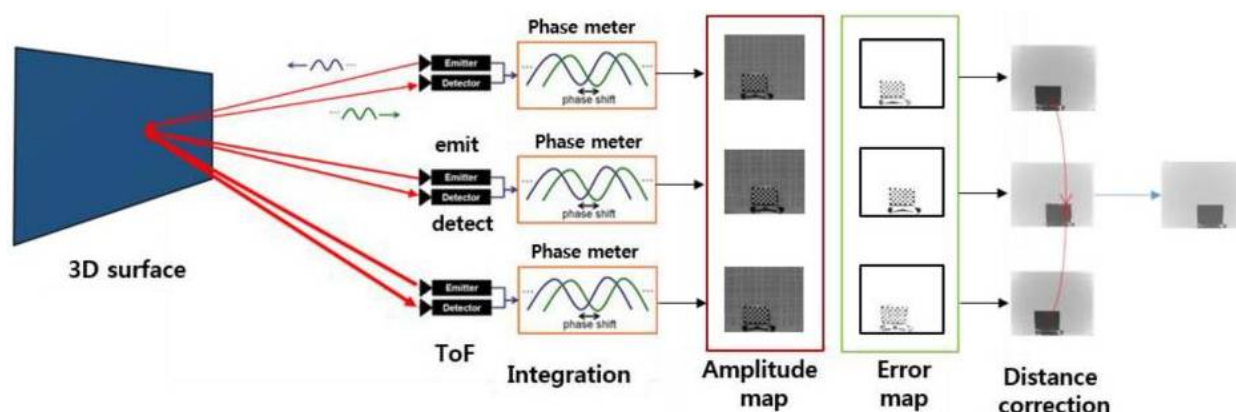


Рисунок 2 – Схема метода коррекции ошибок расстояния

Поскольку блестящие и темные поверхности создают большое количество шума для датчиков глубины ToF, эти поверхности сильно влияют на карту расстояний. Поэтому следует решить проблему блестящих и темных поверхностей.

Датчики глубины ToF предоставляют карту амплитуд, которая представляет высоту синусоидальной волны или яркость света. Слишком низкая амплитуда поверхности дает темную и матовую поверхность, а слишком высокая - блестящую. Следовательно, карта амплитуд используется для обнаружения областей ошибок

Карта диспаратности, полученная от датчиков ToF после более длительного интегрирования, обычно обеспечивает более высокую точность измерения расстояния в темных и матовых областях, в то время как карты диспаратности от ToF за короткое время интеграции обычно обеспечивают более высокую точность измерения расстояния на блестящих поверхностях.

Таким образом, помощью трех датчиков глубины ToF в предлагаемом методе были устранены критические ошибки глубины на блестящих и темных поверхностях, что позволило создать точную карту расстояний.

1. M. Hansard, S. Lee, O. Choi, R. Horaud. Time-of-Flight Cameras: Principles, Methods and Applications, Springer Brief in Computer Science, 2012.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А.М. Сидоров

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

На данный момент очень много людей испытывают проблемы с сердцем. У людей часто возникают проблемы с тем, что им тяжело отслеживать свои показатели по сердечной активности. Существуют системы, которые позволяют как-то отслеживать свои показатели. У этих систем есть достаточное количество недостатков: данные просто отображаются для пользователя, нет никаких рекомендаций для пользователя, нет разграничения доступа между пользователем и его доктором [1]. Все данные проблемы были проанализированы и было решено разработать новую систему, которая предоставит пользователю удобный интерфейс для контроля за показателями его сердечной активности. Также пользователю будут предоставлены рекомендации по дальнейшему поведению, предупреждения и прочее. Все данные и результаты обезличенно будут попадать в общую базу данных, и на основе этого будут составляться коэффициенты, на основе которых будут формулироваться предложения для пользователя. Также все данные о пользователе будут доступны для его лечащего врача. У лечащего врача будет доступ к обособленному количеству данных обо всех его пациентах. Для этого были построены бизнес-процессы, анализирован клиентский путь и на основе этого разработан прототип интерфейса и сам интерфейс [2]. Все данные для системы будут получаться при помощи устройств, которые считывают результаты сердечной деятельности человека [3]. Вся backend часть будет реализовываться на микросервисах, что обеспечит быстрый отклик системы на действия пользователя, например обновление информации или личного профиля.

Таким образом, мы получим систему, которой будет удобно пользоваться, и которая сможет предоставить функционал, отсутствующий на данный момент на рынке. Также пользователи получат удобный интерфейс для 3-х разрешений: мобильного, для планшетов и для десктопных устройств.

Библиографический список

1. Зотов Д.Д., Гротова А.В. Современные методы функциональной диагностики в кардиологии: учебное пособие. - СПб, 2012.
2. Назаров, С.В. Архитектура и проектирование программных систем: монография / С.В. Назаров. - М.: ИНФРА-М, 2013. - 351 с.
3. Коробейников А.В. Структура системы мониторинга для медицинских учреждений / Математическое моделирование и интеллектуальные системы. – Ижевск: ИжГТУ, 2003.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

А.М. Скачков

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

В работе рассмотрена задача «Устранение дефектов изображения космического аппарата (КА) в задачах дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с помощью методов машинного обучения». Таким образом, разрабатываемое программное обеспечение должно обеспечивать следующую функциональность: уменьшение яркости пересвеченных пикселей при создании мозаичных изображений, а также улучшение видимости утраченных в связи с этим деталей на снимке при создании мозаичных изображений.

Главной проблемой на снимках ДЗЗ является эффект блюминга или оптической пересветки [1] (рисунок 1).



Рисунок 1 – Эффект блюминга на изображении ДЗЗ

Для решения поставленной задачи выбран класс нейронных сетей, способных сегментировать изображения. С их помощью предполагается выделить дефект на изображении, а затем выдать бинарную маску этого дефекта.

В качестве базовой архитектуры для задачи детектирования выбрана архитектура U-net [2] с некоторыми изменениями. Для ее обучения потребовалось вручную собрать и разметить набор данных. Он представляет собой базу изображений размером 128 на 128 пикселей и соответствующую им бинарную маску. Результат обучения нейронной сети собственной архитектуры представлен на рисунке 2.

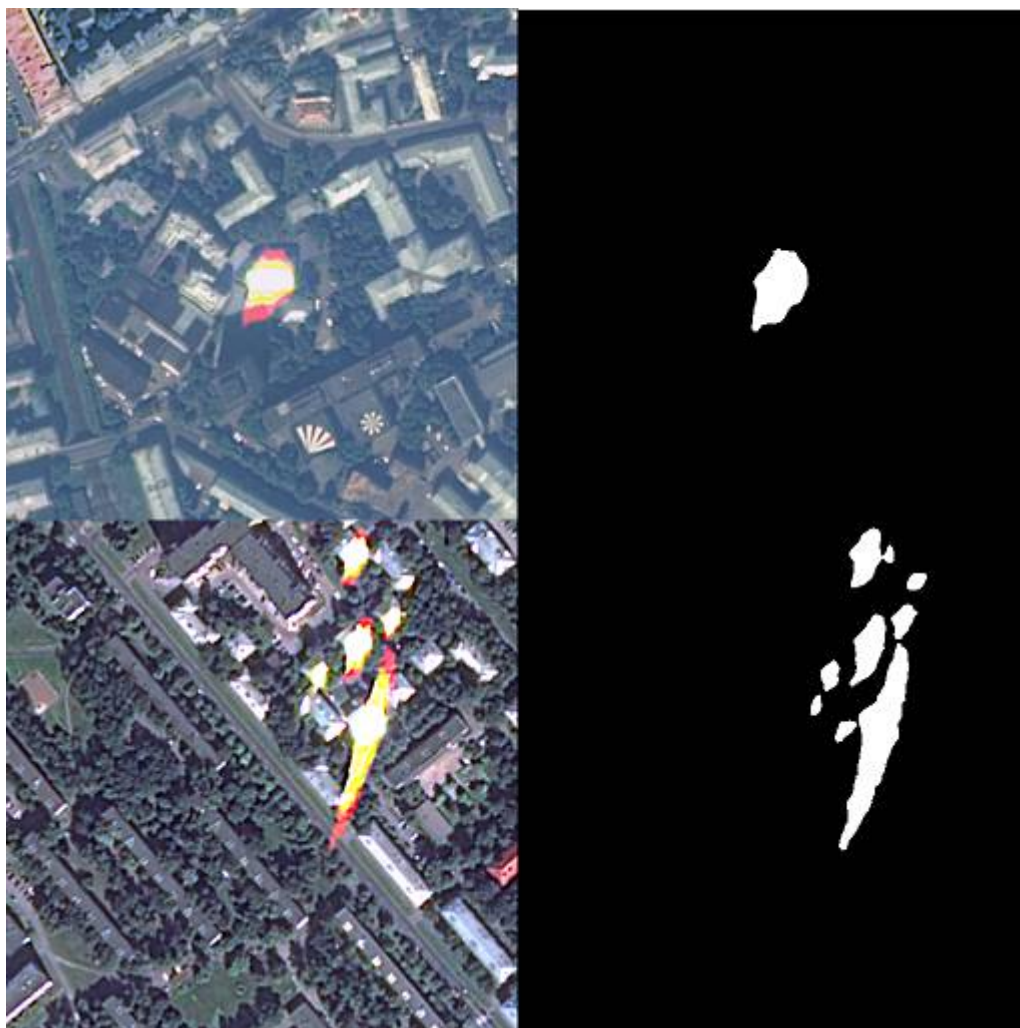


Рисунок 2 – Результат работы нейронной сети для нахождения дефекта на изображении ДЗЗ

Дальнейшее развитие проекта предполагает дообучение модели нейронной сети на синтетическом наборе данных и оптимизацию скорости работы на целевой платформе с использованием технологий CUDA и TensorRT [3].

Библиографический список

1. Дистанционное зондирование Земли: учеб. пособие/ В.М. Владимиров – Красноярск: Сиб. фед. ун-т, 2014. – 196 с.
2. Unet [Электронный ресурс] URL: <https://towardsdatascience.com/unet-b229b32b4a71> (дата обращения 18.03.2021).
3. NVIDIA TensorRT [Электронный ресурс] URL: <https://developer.nvidia.com/tensorrt> (дата обращения 23.03.2021).

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

И.А. Холодова

Научный руководитель – Клейносова Н.П., канд. пед. наук, доцент

Печатные платы являются основой почти каждого электронного устройства, и поэтому проектирование и производство печатных плат являются чрезвычайно важными компонентами многих промышленных производственных процессов. Прежде чем печатная плата сможет выполнять свою задачу, она проходит три основных этапа, которые представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 - Этапы создания печатных плат

Первый этап - это логический дизайн, который определяет используемые компоненты и их взаимосвязи. Второй этап - это физическая компоновка печатной платы, где определяются геометрические положения компонентов и их физические соединения. Заключительным этапом является промышленное производство печатной платы.

С каждым годом к производству печатных плат предъявляются все более жесткие требования. Это, в свою очередь, вызывает необходимость обновления оборудования, материалов и технологий, а также разработки и применения алгоритмов и методов разработки печатных плат. Все больше предприятий используют местную или полную автоматическую трассировку, так как она ускоряет процесс 2-го этапа создания печатных плат.

ВЫЯВЛЕНИЕ СПОСОБОВ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ С БОЛЬШИМ ОБЪЕМОМ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Н.И. Ципорков

Научный руководитель – Гринченко Н.Н., канд. техн. наук, доцент

Анализ параллельных алгоритмов — это процесс определения насколько хорош алгоритм, насколько он быстро работает, насколько ресурсозатратна его работа и также насколько эффективно он использует доступные ресурсы.

После того как алгоритм для решения какой-то проблемы был разработан, он обычно оценивается с использованием следующих критериев: время работы, количество используемых процессоров и стоимость. Также иногда используется технология ориентирование критерии, когда известно, что данный алгоритм предназначен для работы на компьютере, основанном на конкретной технологии.

Так как ускорение вычислений — это основная причина проектирования параллельных алгоритмов, то самым важным критерием будет являться время работы. Оно определяется с момента начала работы алгоритма до его завершения. Так как не все процессоры начинают и заканчивают работу одновременно, то время работы равно времени с момента начала вычислений первым процессором до момента, когда последний процессор завершит работу.

Перед реализацией алгоритма (последовательного или параллельного) принято проводить теоретический анализ времени, необходимого для решения поставленной вычислительной задачи. Обычно это делается путем подсчета количества основных операций или шагов, выполняемых алгоритмом в худшем случае. Время работы параллельного алгоритма обычно определяется путем подсчета двух видов шагов: вычислительных шагов и шагов маршрутизации. Вычислительный этап — это арифметическая или логическая операция, выполняемая над элементом данных в процессоре. С другой стороны, на этапе маршрутизации данные перемещаются от одного процессора к другому через общую память или через сеть коммуникации. Для задачи размера n время параллельной работы алгоритма в худшем случае, функция от n , будет обозначаться через $t(n)$. Время работы также зависит от количества процессоров.

В общем, вычислительные шаги и шаги маршрутизации не обязательно требуют одинакового количества единиц времени. Шаг маршрутизации обычно зависит от расстояния между процессорами и обычно занимает немного больше времени, чем вычислительный шаг.

КОРРЕКЦИЯ ОШИБОК ИЗМЕРЕНИЯ ДАЛЬНОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Н.А. Яценя

Научный руководитель – Муратов Е.Р., канд. техн. наук

Одним из шагов коррекции ошибок измерения дальнометрической информации является сегментация изображений. Путем использования сегментации можно определить местоположения объектов на изображении.

Все точки в каждом сегменте должны находиться рядом относительно друг друга в отобранном пространстве объектов. С помощью сегментации можно сгруппировать объекты со схожими характеристиками. Для получения выходного изображения с однородными областями необходимо, чтобы с похожими характеристиками пиксели были объединены в один сегмент. Например, вы можете использовать RGB-компоненты пикселя в качестве координат в пространстве признаков и выбрать координаты пикселей (x , y). Рисуя положение точек в пространстве признаков, вы можете увидеть утолщение в некоторых местах (рисунок 1).

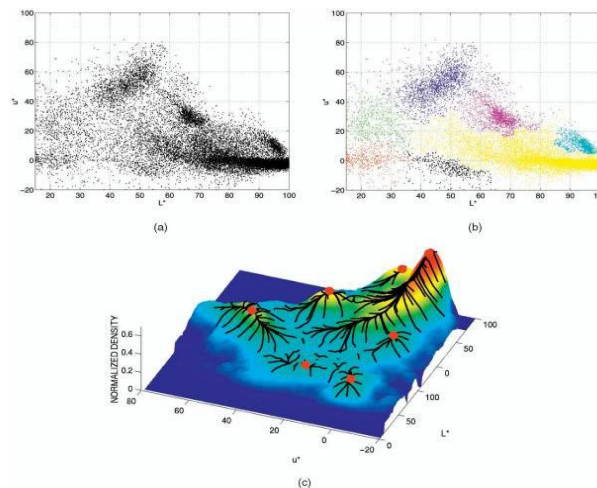


Рисунок 1 – Положение точек в двухмерном пространстве признаков

Для упрощения описания утолщения точек введена **функция плотности**

$$f(\vec{x}) = \frac{1}{Nh^d} \sum_{i=1}^N K\left(\frac{\vec{x} - \vec{x}_i}{h}\right)$$

где $\vec{x}_i$ – вектор признаков i -ого пикселя, d – количество признаков, N – число пикселей, h – параметр, отвечающий за гладкость, $K(\vec{x})$ – ядро. Максимумы функции $f(\vec{x})$ расположены в точках сгущения пикселей изображения в пространстве признаков. Пиксели собираются в один сегмент, который принадлежит одному локальному максимуму. Следовательно, чтобы определить к какому из центров сгущения принадлежит пиксель, надо пройти по градиенту $f(\vec{x})$ для определения ближайшего локального максимума.

Когда вы выбираете координаты пикселей и интенсивность цвета в качестве атрибутов, пиксели схожего цвета и расположенные близко друг к другу будут объединены в один сегмент. Можно сделать вывод, что если вы выберете другой вектор признаков, то объединение пикселей в сегменты уже будет идти по нему. К примеру, если вы удалите координаты из пространственных объектов, то небосклон и море будут рассматриваться как один сегмент, поскольку пиксели этих объектов в пространстве признаков попадут в один локальный максимум.

СЕКЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ ГЛОБАЛЬНОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗЕМЛИ

Л.Л. Кузнецов

Научный руководитель – Гусев С.И., д-р техн. наук, профессор

Космическая система глобального наблюдения Земли является сложным техническим объектом (СТО) и, помимо полезной информации, передаёт служебную, используемую для оценки её поведения посредством анализа состояния одной или нескольких подсистем [1]. При этом высокая стоимость изготовления и эксплуатации СТО обуславливает необходимость сокращения времени проведения подобного анализа и предоставления результатов оператору в целях принятия решения. В ряде случаев, например при проведении лётных испытаний, результаты анализа состояния подсистем СТО должны быть представлены в реальном масштабе времени.

Состояние подсистем СТО характеризуется изменением поведения различных параметров, которые укрупнённо можно разделить на две группы – быстроменяющиеся (например, давление) и медленноменяющиеся (например, температура). При этом для быстроменяющихся параметров (БМП) ввиду соответствующей физической природы необходимо обеспечение регистрации и обработки с большей частотой, чем для медленноменяющихся. Поскольку обработка и анализ поведения параметров осуществляются с использованием современных аппаратно-программных средств, то в целях уменьшения времени проведения анализа состояния подсистем СТО и предоставления результата оператору, особую актуальность представляет задача уменьшения вычислительных затрат, необходимых для выполнения операций с быстроменяющимися параметрами.

На практике используется система декоммутации БМП, в которой после принятия и обработки файла телеметрии производится визуализация происходящих процессов. Телеметрический файл бортовой системы глобального наблюдения Земли имеет объём порядка 1 ГБ, в результате его обработки генерируется 16 файлов, суммарный объём которых составляет также примерно 1 ГБ. При загрузке этих файлов для программной визуализации обработать их целиком невозможно, поэтому для анализа приходится выбирать временные отрезки, которые составляют очень малую долю от длительности самого анализируемого процесса. Такая обработка неэффективна, поскольку интервал времени, на котором происходит изменение БМП, очень мал и его поиск занимает много времени.

Ставилась задача скорректировать работу существующей программы обработки так, чтобы конечные файлы не разбивать на части, ускорив процесс анализа БМП. Для решения задачи было произведено изменение формата выходных данных: ранее в файле содержались значения времени и параметра типа `double`, занимающего 8 байт. При этом точность измерения времени ограничивалась миллисекундами, а значение параметра – 5-разрядным кодом, соответственно тип `double` был избыточным в обоих случаях. В качестве замены использовался контейнерный тип данных, содержащий 4 байта типа `float` для времени и 1 байт типа `char` для значения па-

раметра. Таким образом, суммарный объём файлов уменьшился почти на 70 %, что позволяет на следующем этапе работы адаптировать графическое приложение к новому представлению данных.

1. Назаров А.В. Современная телеметрия в теории и на практике. Учебный курс. – СПб.: Наука и техника, 2007. – 627 с.

СИСТЕМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДУЛЯ ЦИФРОВОЙ РЕШЕТКИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Д.Ф. Ладыгин

Научный руководитель - Васильев Е.П., д-р техн. наук, профессор

Цифровая антенная решётка (ЦАР) — пассивный или активный антенный комплекс, который является совокупностью аналого-цифровых (цифро-аналоговых) каналов с общим фазовым центром, в которой диаграмма направленности формируется в цифровом виде, без использования фазовращателей.

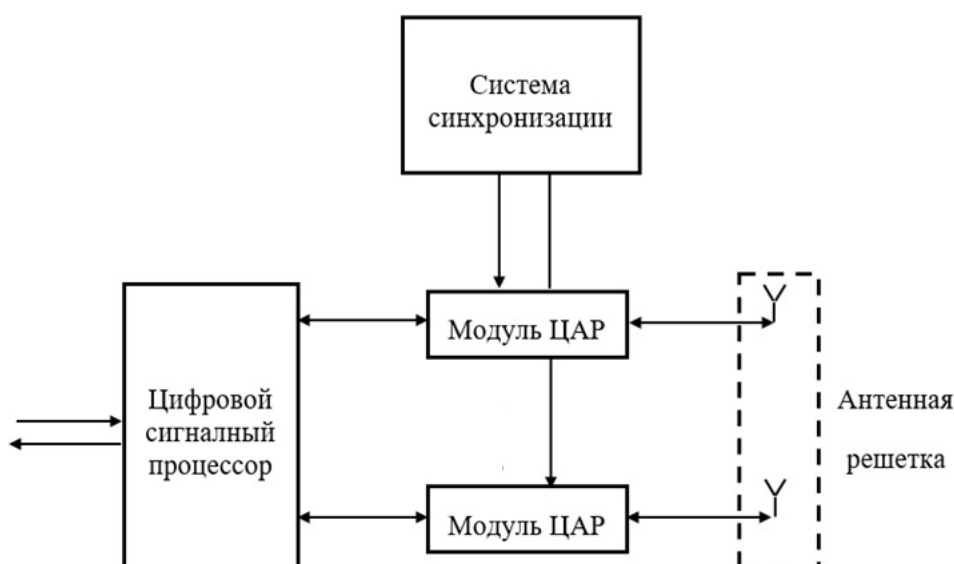


Рисунок 1 – Структурная схема ЦАР

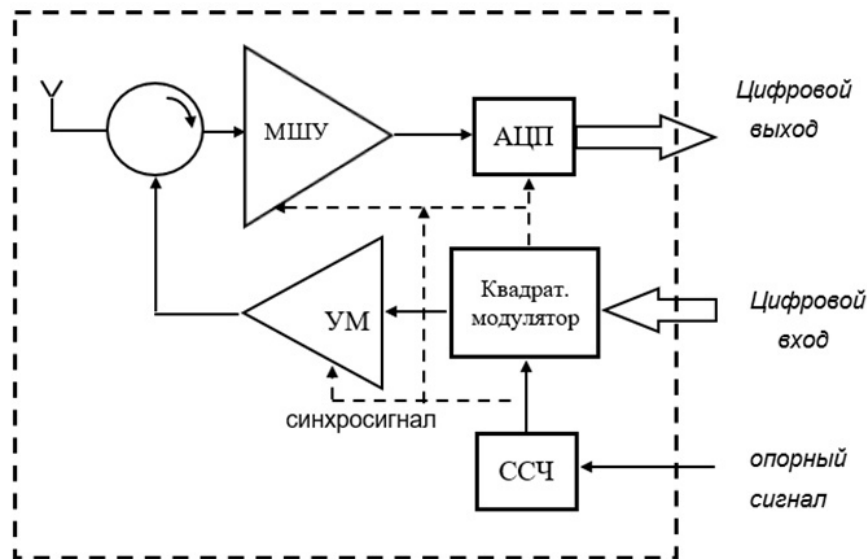


Рисунок 2 – Структурная схема модуля ЦАР

Антенна состоит из множества излучателей, расположенных в определенной конфигурации и разнесенных на определенное расстояние друг от друга.

Размещение излучателей в антенной решетке происходит в основном двумя способами: прямоугольным и треугольным (гексагональным). По осям x и y рассчитывают максимально возможное расстояние между излучателями, так как это позволяет достичь большего коэффициента усиления при использовании такого же количества излучателей и, следовательно, удешевить разрабатываемую антенную решетку.

Для проектирования антенной решетки рассчитывается необходимое количество каналов. Для этого используется основное уравнение радиолокации (1).

$$D_{\text{макс}} = \sqrt[4]{\frac{P_{\text{изл}} * G_{\text{изл}} * A_r * \sigma}{4\pi^2 * P_{\text{rmin}}}} \quad (1)$$

$D_{\text{макс}}$ – максимальная дальность действия БРЛС;

$P_{\text{изл}}$ – мощность излучаемого сигнала (3);

$G_{\text{изл}}$ – коэффициент усиления антенной решетки на передачу (4);

P_{rmin} – минимальная мощность на входе приемника, при которой возможно обнаружить отраженный от цели сигнал;

A_r – эффективная площадь антенны (2);

σ – ЭПР цели

$$A_r = \frac{G_r * \lambda^2}{4\pi} \quad (2)$$

G_r – коэффициент усиления на прием (5);

λ – длина волны.

$$P_{\text{изл}} = N * P_{\text{изл1}} \quad (3)$$

$$G_{\text{изл}} = N * G_{\text{изл1}} \quad (4)$$

$$G_r = N * 0,5 * G_{\text{изл1}} \quad (5)$$

$P_{\text{изл1}}$ – мощность, передаваемая одним излучателем;

$G_{\text{изл1}}$ – коэффициент усиления одного излучателя;

N – количество каналов.

Подставив (3 - 5) в 1, получим

$$D_{\max} = \sqrt[4]{\frac{N^3 * R_{\text{изл1}} * G_{\text{изл1}}^2 * \lambda^2 * \sigma * 0,5}{4\pi^3 * P_{\text{rmin}}}}. \quad (6)$$

Выразив из формулы (6) N, получим следующее выражение (7):

$$N = \sqrt[3]{\frac{D_{\max}^4 * 4\pi^3 * P_{\text{rmin}}}{R_{\text{изл1}} * G_{\text{изл1}}^2 * \lambda^2 * \sigma * 0,5}}. \quad (7)$$

Подставив значения параметров в формулу (7) и округлив результат, получим искомое количество каналов антенной решетки. Мощность на выходе каждого канала ППМ примем равной 7 Вт, а коэффициент усиления одиночного излучателя примем равным не менее 4,5 дБ, чувствительность приемника примем равной $1e-17$ Вт. Подставив значения параметров в формулу и округлив результат, получим:

$$N = \sqrt[3]{\frac{200000^4 * 4\pi^3 * 10^{-17}}{7 * 4,5^2 * 0,0326^2 * 3,3 * 0,5}} = 504. \quad (8)$$

Так, например, для обеспечения дальности 200 км необходимо, чтобы в АФАР было не менее чем из 504 излучателей.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПАКТНОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ СИСТЕМ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

Д.Х. Нгуен, Т.Д. Лыу

Научный руководитель – Васильев Е.П., д-р техн. наук, профессор

1. Постановка задачи

Решается задача создания конструкции полосового фильтра (ПФ) с улучшенными показателями качества за счет применения двух секторных резонаторов в микроволновом диапазоне.

2. Область применения и конструктивные варианты ПФ

Микроволновые фильтры на связанных микрополосковых линиях (СМПЛ) широко используются в приемопередающих модулях систем космической связи и дистанционного зондирования земли. Поэтому исследование модернизированного варианта ПФ на СМПЛ представляет практический и теоретический интерес.

В процессе исследования ПФ использовались схмотехнические и электродинамические методы в среде Applied Wave Research (AWR) [2] и High Frequency Structure Simulator (HFSS) [3].

Известны конструктивные варианты ПФ на СМПЛ (рис. 1, б, в) [4-7], которые реализованы на базе классической топологической реализации ПФ (рис. 1, а), предложенной в работах Кона [1].

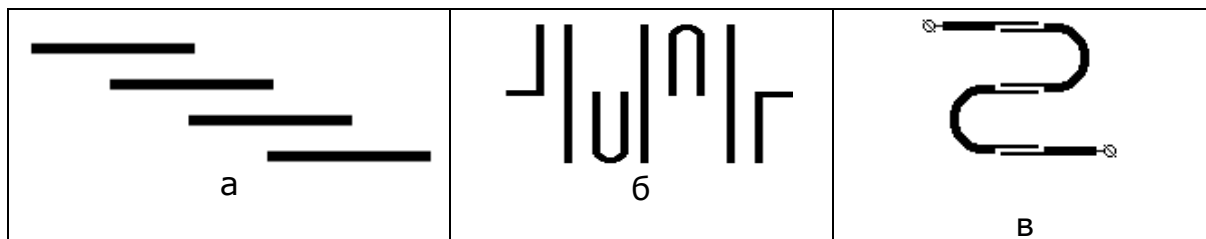


Рисунок 1 – ПФ на СМПЛ

3. Результаты исследования

За счет использования двух секторных резонаторов 6, 10 (рис. 2) предполагается повысить уровень заграждения со стороны верхних частот и компенсировать паразитную полосу на удвоенной резонансной частоте, что будет способствовать улучшению качества канонического ПФ на СМПЛ.

Результаты исследования ПФ (рис. 3) электродинамическими (МОМ, МКЭ) и аналитическими (СТ) методами позволили получить следующие параметры: резонансная частота – 4,169 ГГц, потери на резонансной частоте – -0,04 дБ, полоса пропускания по уровню -1 дБ – 11,9 %, уровень заграждения < -28,4 дБ, скомпенсирована паразитная полоса на удвоенной резонансной частоте, площадь топологии ПФ – 185,5 мм².

Приведенные параметры позволяют рекомендовать предложенное конструктивное решение ПФ к практическому использованию для миниатюризации радиоэлектронных средств.

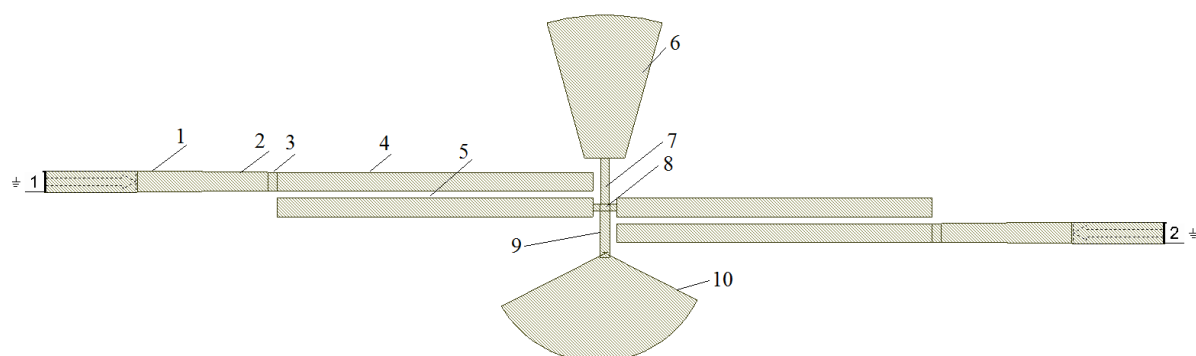


Рисунок 2 – ПФ на СМПЛ с двумя секторными резонаторами

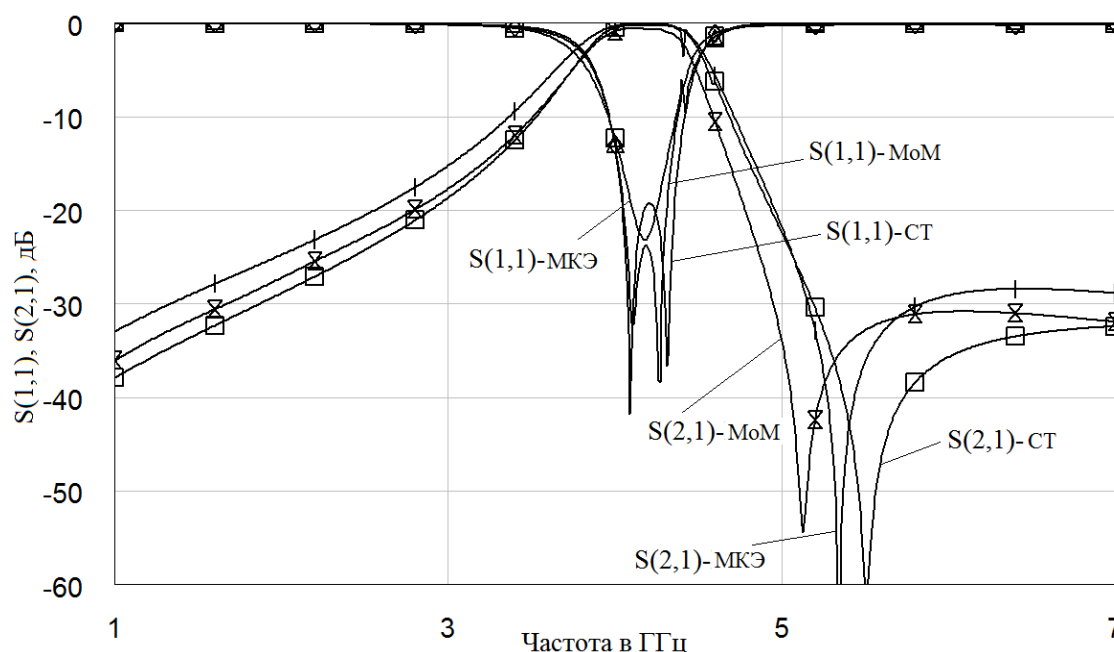


Рисунок 3 – АЧХ микрополоскового ПФ с двумя секторными резонаторами

4. Вывод

Исследование модернизированной конструкции ПФ на СМПЛ подтверждает достоверность полученных результатов и возможность использования фильтра в современных системах космической связи.

Библиографический список

1. Cohn S.B. Parallel-coupled transmission line-resonator filters // IRE Trans. microwave theory tech. MTT-6. No. 4. 1958. P. 223-231.
2. Режим доступа: <https://www.awrcorp.com/products/ni-awr-design-environment/microwave-office-software> (сайт компании AWR – разработчик программы MWO). (Дата обращения 05.03.21).
3. Режим доступа: <http://www.ansys.com/> (сайт компании ANSYS – разработчик программы HFSS). (Дата обращения 05.03.21.)
4. Горбачев А.П. Синтез микроволновых устройств на связанных линиях передачи: монография / А.П. Горбачев. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010 – 414 с. (серия «Монографии НГТУ»).
5. Boutejdar Ahmed, Nadim Galal, Omar A. S. Compact Bandpass Filter Structure Using an Open Stub Quarter-Wavelength Microstrip Line Corrections // 35th European Microwave Conference-Haris. 2005. p. 1271-1273.
6. Авгари Ф.С.А., Кубалова А.Р., Максимов А.П. Микрополосковый эллиптический фильтр с реализацией на резонаторах одинаковой электрической длины // Труды учебных заведений связи. 2017. т. 3. № 4. С. 5-15.
7. Васильев Е. П. Анализ методов моделирования микроволновых устройств на примере полосового фильтра с расширенной полосой заграждения // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2020. № 72. С. 62-70.

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ СТАНДАРТОВ ИСО

Н.В. Макарова

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

В работе рассматриваются вопросы построения модели процесса оценки качества программных средств (ПС) с учетом требований стандартов ИСО. В основу рассматриваемой модели положены основные положения международных стандартов: ISO/IEC 25010:2011, ИСО/МЭК 14598, ИСО/МЭК 12207 и др. [1-4]. Определяемые этими стандартами характеристики качества применимы практически к любому виду ПС, что важно при формировании универсальной модели процесса оценки качества. Так, характеристики и субхарактеристики, представленные в такой модели, обеспечивают согласованную терминологию по качеству программной продукции и формируют структуру для классификации требований по качеству для ПС и правила для принятия компромиссных решений между множествами программных продуктов. Также модель процесса оценки качества ПС позволяет определить и произвести оценку качества ПС с разных точек зрения лицам, связанным с заказом (приобретением), определением требований, разработкой, применением, оценкой, поддержкой, сопровождением, обеспечением качества и аудитом программных продуктов.

Оценка качества ПС производится посредством измерения внутренних атрибутов, внешних атрибутов или атрибутов эксплуатационного качества. Метрики, указанные в модели, определяют соответствующие методы измерения атрибутов качества [1-4]. При этом для соответствующей подготовки специалистов и всех участников процесса оценки качества ПС разработана специальная электронная информационно-образовательная среда, содержащая необходимое описание модели процесса оценки качества ПС с учетом требований стандартов ИСО, а также включающая систему обучающих уроков и тестирования.

Библиографический список

1. Липаев В.В. Выбор и оценивание качества. Методы и стандарты. - М.: СИНТЕГ, 2004. – 228 с.
2. Макарова Н.В. Основные особенности построения модели качества программных продуктов космического назначения // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. - Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т им. В.Ф. Уткина, 2019. С. 153-156.
3. Таганов А.И. Методы идентификации, анализа и сокращения проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости // Информационные технологии, 2011. № 9. С. 22-27.
4. Макарова Н.В., Таганов А.И., Цыцына М.И. Оценивание качества и функциональной надежности программных средств информационных систем // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2020: сб. тр. III междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.6/ под общ. ред. О.В. Милловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2020. С. 205-209.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПАССИВНЫХ МИКРОВОЛНОВЫХ УСТРОЙСТВ СИСТЕМ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

И.В. Садовская

Научный руководитель – Васильев Е.П., д-р техн. наук, профессор

Рассматривается и оптимизируется стандартный приемо-передающий модуль (ППМ).

В состав ППМ входят фазовращатель, аттенюатор, устройство защиты приемника, циркулятор и усилители мощности (УМ)[1]. Предлагается оптимизировать схему добавлением переключателя для одновременного использования на прием и передачу и исключением перемычек у ряда микрополосковых направленных ответвителей (НО) для повышения технологичности, на которых реализован УМ по схеме "бегущая волна". Исключение перемычек производится благодаря тому, что НО выполнены с фазосдвигающей цепочкой (НО_ФЦ)[2].

В каждом канале данного переключателя по два диода, припаянных к металлическим шлейфам. Было произведено упрощение цепи путем замены индуктивностей на микрополосковые линии.

Реализованная цепочечная структура субмодуля УМ состоит из двенадцати делителей-сумматоров мощности с переходными ослаблениями 3 дБ, 4,7 дБ, 6 дБ, 7 дБ, 7,78 дБ и 8,45 дБ. Все делители-сумматоры выполнены на микрополосковых НО_ФЦ.

Для наглядности результаты моделирования сведены в таблицу, где

$$|\Delta S| = |S(1,2) - S(1,3)|, \Delta\varphi^0 = \text{Ang}(S(1,2)) - \text{Ang}(S(1,3)).$$

Таблица S-параметров Schematic моделирования

	S(1,2)	S(1,3)	S(1,1)	S(2,3)	$ \Delta\varphi^0 $
-3 дБ	> -3.02	> -3.50	< -17.77	< -17.71	> 0.95
-4.7 дБ	> -4.82	> -2.07	< -22.29	< -20.46	> 1.00
-6 дБ	> -6.16	> -1.50	< -22.97	< -20.47	> 0.96
-7 дБ	> -7.21	> -1.20	< -21.36	< -20.15	> 1.00
-7.78 дБ	> -7.96	> -1.04	< -21.17	< -21.10	> 0.98
-8.45 дБ	> -8.68	> -0.95	< -18.62	< -22.15	> 0.95

Произведено схемотехническое и электродинамическое моделирование данных устройств, помимо этого, была выполнена их оптимизация.

Библиографический список

1. Гостюхин В.Л., Трусов В.Н., Гостюхин А.В. Активные фазированные антенные решетки. М. :Радиотехника, 2011. 303 с.
2. Левашев В.Г. Трёхступенчатый направленный ответвитель. [Электронный ресурс] URL: https://нэб.рф/catalog/000224_000128_0000165185_20161010_U1_RU/ (дата обращения 01.25.2021).

МОДЕЛИ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

А.А. Фоломеев, М.И. Цыцына

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

К классу критически важных информационных систем (ИС) относят системы, в которых скорость обработки информации должна быть выше скорости реально протекающих процессов. При этом под функциональной надежностью данных ИС понимается их свойство, проявляемое в качестве поддержки управления объектом, которое не приносит ущерба жизни и здоровью людям, окружающей среде.

Проведен анализ существующих моделей оценки надежности программного обеспечения (ПО) ИС с позиций их классификации и возможности применения в проектной практике. В классическом представлении согласно стандарту ISO/IEC 25010:2011 надежность выделена как одна из основных характеристик качества ПО и как способность программной системы или компонента выполнять требуемые функции в заданных условиях на протяжении указанного периода времени [1-3].

В процессе классификации моделей надежности в работе рассматривались аналитические и эмпирические модели надежности ПО. При этом на практике аналитические модели дают возможность рассчитать количественные показатели надежности, основываясь на данных о поведении программы в процессе тестирования, а эмпирические модели базируются на анализе структурных особенностей программ. В свою очередь, аналитические модели по классификации, разделенные на подкласс динамических и статических моделей, систематизированы по их практическому применению. К динамическим моделям надежности отнесены: модель Шумана, модель Ла Падула, модель Джелинского-Моранды, модель Шика-Волвертона, Модель Муса, Модель переходных вероятностей. К аналитическим статическим моделям отнесены: модель Миллса, модель Липова, простая интуитивная модель, модель Коркорэна, модель последовательности испытаний Бернулли, модель Нельсона. К эмпирическим моделям отнесена модель сложности ПО. Представленный перечень моделей является далеко не исчерпывающим, и для аргументированного выбора адекватных моделей оценки надежности программного обеспечения критически важных ИС необходимо провести соответствующие исследования.

Библиографический список

1. ISO/IEC 25010:2011. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения. Модели качества систем и программного обеспечения.
2. Таганов А.И. Методы идентификации, анализа и сокращения проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости // Информационные технологии. 2011. № 9. С. 22-27.
3. Таганов А.И., Цыцына М.И. Модели анализа и прогнозирования структурной надежности информационных систем на этапе проектирования // В сб.: Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2020. Сборник трудов III международного научно-технического форума/ под общ. ред. О.В. Миловзорова. Рязань, 2020. С. 209-214.

АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГИСТРАЦИИ ОПТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОКРЫТИЯ ОБЪЕКТОВ.

И.В. Бодрова, Д.И.Симонов

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

1. Проблема загрязнения околоземного пространства.

Проблема загрязненности околоземного пространства является одной из наиболее острых, связанных с находящимися на орбите космическими аппаратами.

На данный момент, наукой глубоко изучены вопросы рассеяния светового электромагнитного излучения от поверхностей различных тел. Используя эти знания, возможно решить задачу регистрации космического мусора и определения материалов, из которых он состоит и в последствии создать систему автоматической обработки поступающих данных.

2. Математические модели отражения светового пучка.

Для разработки информационной системы необходимо построить математическую модель, исходя из которой будет выстроена логика системы, выбран подходящий инструментарий для разработки программного обеспечения.

$$I_k(\theta_2, \phi_2) = \frac{1}{2} (J + Q \cos 2\varphi_k + U \sin 2\varphi_k \cos \gamma_k + V \sin 2\varphi_k \sin \gamma_k), k = 1, 2, 3, 4$$

3. Постановка задачи создания информационной системы регистрации, сортировки, учета оптических параметров отраженной световой волны.

Данную задачу можно решить используя практически любой язык программирования. Главным нюансом является не конкретный расчет параметров для субъекта, а решение этой задачи при различных условиях.

На этапе подготовки данных стоит выделить следующие возможные типы ситуаций:

Обрабатывается небольшой объем данных, данные вносит оператор вручную, данные не нуждаются в проверке на достоверность (не нуждаются в «очистке»).

Обрабатывается небольшой объем данных, данные вносит оператор вручную, данные нуждаются в проверке на достоверность.

Обрабатывается большой объем достоверных данных, данные в систему поставляются пакетами.

Обрабатывается большой объем данных, нуждающихся в «очистке», данные в систему поставляются пакетами.

При дальнейших исследованиях предполагается работа с данными первого и второго типа, а значит наиболее предпочтительным будет использование средств языков Python и R.

Библиографический список

1. Муртазов, А.К. Использование ПЗС-приемников для мониторинга околоземного пространства и астрономических объектов [Текст] / А.К. Муртазов // Материалы Международной научно-технической конференции «Современные проблемы астрономии». – Одесса, 2007. – С. 29.

2. Муртазов, А.К. Распознавание космического мусора по результатам его оптических наблюдений [Текст] / А.К. Муртазов // Материалы Международной научно-технической конференции «Космическая защита Земли - 2000». – Евпатория, 2000. – С. 84.

3. Дмитриев, А.Л. Оптические системы передачи информации [Текст]/ А.Л. Дмитриев – СПбГУ ИТМО, 2007. - 96 с.

4. Еремеев, В.В. Современные направления работ по анализу и повышению качества космических изображений поверхности Земли [Текст] / В.В. Еремеев // Цифровая обработка сигналов – 2012. -№1. – С. 38-44

5. Еременко, К.А. Работа с данными в любой сфере./ - Москва, Альпина Паблишер, 2019 – С. 80-144

6. Потопахин, В. В. Современное программирование с нуля./ - 2011 – С. 33-41.

ШИРОКОПОЛОСНАЯ СВЯЗЬ, ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И СПЕКТРОПОЛЯРИМЕТРИЯ В ОПТИЧЕСКИХ ДЛИНАХ ВОЛН

А.А. Чуйко

Научный руководитель – Бодрова И.В., канд. техн. наук, доцент

В данной статье мы даем описание поляриметра с CCD-камерой (ПЗС-камерой), т.е. камерой, использующей матрицу с зарядовой связью.

CCD-поляриметр состоит из четырех частей:

- 1) детектор (CCD-камера);
- 2) фильтр-колесо;
- 3) поворотная полуволновая (HWP) или четвертьволновая пластинка (QWP);
- 4) двухлучевой анализатор поляризации (например, плоскопараллельная пластина кальцита (или пластина Савара) или призма Волластона).

Чтобы измерить линейную поляризацию, необходимо получить серию CCD-изображений при четырех положениях HWP: 0° , 22.5° , 45° и 67.5° . Следующим шагом является измерение интенсивности двух ортогонально поляризованных изображений звезд, I_e и I_o и вычисление их отношения $Q = I_e/I_o$. Тогда нормированные параметры Стокса q и u могут вычисляться как:

$$Q_m = Q_0 + Q_{22,5} + Q_{45} + Q_{67,5}, \quad (1)$$

$$q = (Q_0 - Q_{45})/Q_m, \quad (2)$$

$$u = (Q_{22,5} - Q_{67,5})/Q_m, \quad (3)$$

Круговую поляризацию можно измерить с помощью четвертьволновой пластины QWP следующим образом: два CCD-изображения снимаются в положениях 45° и 135° (или -45° и 45°), а степень круговой поляризации $P_C=v$ вычисляется как:

$$Q_m = Q_{45} + Q_{135}, \quad (4)$$

$$v = 0.5(Q_{45} - Q_{135})/Q_m \quad (5)$$

Установку, такую как поляриметр DiPol-2, можно использовать как поляриметрическую «надстройку» к CCD-фотоаппарату, спектрографу низ-

кого разрешения или многофункциональному прибору. Повернутая волновая пластина и двухлучевой анализатор поляризации могут быть перемещены на оптический путь и удалены, когда они не нужны. Этот метод измерения, будучи простым, вероятно, наиболее эффективен для широкополосной спектрополяриметрии низкого разрешения со слабыми точечными источниками. Одновременная регистрация двух поляризованных изображений (или спектров) помогает максимизировать эффективность и избежать большинства систематических ошибок.

Библиографический список

1. Веледина А., Бердюгин А.В., Косенков И.А. Развитие оптической поляризации, 2019 13 с.
2. Бердюгин А.В., Цыганков С.С. Зависимость межзвездной поляризации в локальном горячем пузыре от длины волны, 2017. 104 с.
3. Fekel FC Jr, Tomkin J (1982) Secondaries of eclipsing binaries. IV - The triple system Lambda Tauri, 1982. 301 с.

СЕКЦИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ И ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

УПРОЩЕНИЕ ОБМЕНА ДАННЫМИ С ПОМОЩЬЮ QR-КОДА И ЕГО ПРЕИМУЩЕСТВА

И.А. Попков

Научный руководитель — Крошилин А.В., д-р техн. наук, профессор

Тема упрощения и ускорения обмена платежными данными [1] между организацией и банком для физических лиц – важная задача, которая требует своевременного решения. Создание алгоритма, который упрощает передачу платежных данных физических лиц от организации к банку и информации о платеже от банка к организации, сильно ускорит и упростит процедуру оплаты услуг электросетевой организации для физического лица.

Для работы с банковской системой числовой и символьный варианты кодирования информации не подходят. С помощью графического способа кодирования платежной информации многие государственные учреждения осуществляют обмен платежными данными с банком. Рассматривая методы и решения в сфере обмена данными, можно обнаружить очень удобный и современный способ передачи информации. QR-код - это одно из направлений дополненной реальности. Она объединяет реальные параметры с виртуальными. В настоящее время существует огромное количество специальных сервисов, позволяющих в несколько кликов сгенерировать такой код.

Зная возможности и преимущества данного вида передачи информации, можно оптимизировать работу большой информационной системы 1С:Предприятие [2] под генерацию информации о клиентах посредством QR-кода для ускорения и упрощения обмена данными с банком.

Технология оплаты по QR-коду для России новая, но в других странах подобные решения существуют довольно давно. Многие платежные системы [3] предоставляют такие сервисы. Отмечая преимущества данного вида передачи платежных данных для организации (продавца), можно выделить универсальность для всех видов платежей, скорость передачи данных в банк и возврат информации о платежах, экономию ресурсов.

Можно с уверенностью сказать, что технология QR-кодирования набирает большую популярность в нашей стране ввиду своей простоты и очевидных преимуществ для простых клиентов компаний данный вид передачи данных необходим для интеграции в процесс оплаты услуг электросетевой организации. В основном покупатели услуг проживают в малонаселенных городских поселениях Рязанской области. Для них данный вид передачи информации важен тем, что с его помощью можно практически полностью исключить томительные ожидания заполнения данных в банках, множественную сверку данных, а также упростить сам процесс оплаты услуг.

Библиографический список

1. Arenas, M.; Barceló, P.; Libkin, L.; Murlak, F. (2014). [Foundations of Data Exchange](#). Cambridge University Press.
(Иностранный источник) — Основы обмена данными. Из-во Кембриджского Университета. 2014
2. Профессиональная разработка в системе "1С:Предприятие 8": в 2 т./ В.А. Ажеронк, А.П. Габец, Д.И. Гончаров, Д.В. Козырев, Д.С. Куклевский, А.В. Островерх, М.Г. Радченко, Е.Ю. Хрусталева. - 2-е изд. -М.:1С-Паблишинг, 2012.
3. Шелобаев С.И., Арсеньев Ю.Н., Давыдова Т.Ю. Информационные системы и технологии. Экономика. Управление. Бизнес. Из-во: Юнити-Дана, 2006 г. С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДБОРА СОТРУДНИКОВ В КОМАНДИРОВКУ

М.О. Гукина

Научный руководитель — Крошилин А.В., д-р техн. наук, профессор

Система поддержки принятия решений (СППР) - это компьютерная система, состоящая из следующих пяти основных взаимодействующих компонентов: языковая подсистема; информационная подсистема; подсистема знаний; подсистема моделей; подсистема обработки и решения задач. Осуществляет реализацию отдельных функций в их рамках.

Система поддержки принятия решений включает в себя правила принятия решений и соответствующие модели с базами данных, а также интерактивный компьютерный процесс моделирования.

Основу СППР составляет комплекс взаимосвязанных моделей с соответствующей информационной поддержкой исследования, экспертные и интеллектуальные системы, включающие опыт решения задач управления и обеспечивающие участие коллектива экспертов в процессе выработки рациональных решений.

Основные проблемы, с которыми сталкиваются на предприятии при оформлении сотрудника в командировку: материальные (прибыль от проведения командировки не всегда достаточно большая; нерациональное распределение сотрудников (часто сотрудники с высокой должностью отправляются в командировки, на которые можно отправить сотрудников с более низкой должностью, у которых оплата труда меньше)); трудовые (нехватка сотрудников для направления в командировку; простой сотрудников; увеличение рабочих часов сотрудника).

Результатом решения должна являться рекомендация сотрудника для направления в командировку.

Рекомендуемые параметры, на основании которых можно делать рекомендацию сотрудника для отправки его в командировку: даты начала и окончания командировки; должность сотрудника; рейтинг сотрудника;

стаж работы сотрудника; стаж работы на занимаемой должности; Квалификация сотрудника; минимальный размер командировочных.

На основании выбранных параметров с помощью формулы можно сделать рекомендацию сотрудника для направления в командировку.

Для этого необходимо воспользоваться формулой [1]:

$$RS = \sum Ds - \sum Vd$$

где:

- RS – рекомендация сотрудника.
- Ds – данные сотрудника.

Vd – параметры сотрудника, который необходим для отправки в командировку.

1. Большие данные BigData для HR . Как увидеть личность за цифрой? [Электронный ресурс] / / URL: <https://hr-media.ru/bolshie-dannye-bigdata-dlya-hr-kak-uvidet-lichnost-za-tsifroj/> (дата обращения: 27.03.2021)

СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ»

УСТРОЙСТВО СТЫКОВКИ И ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЧЕКИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Д.С. Панинская

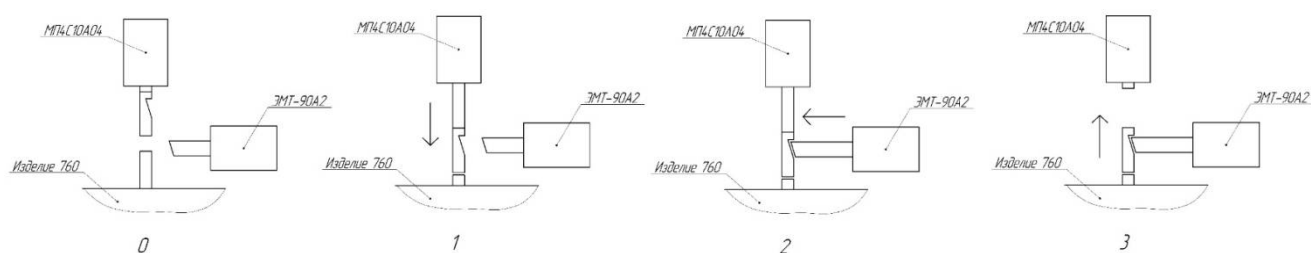
Научный руководитель – Сускин В. В., д-р техн. наук, профессор

Устройство стыковки и перемещения чеки специального назначения предназначено для диагностики изделий (боевых ракет). Изделие имеет в своей конструкции приспособление чеки – нажимное устройство и электромагнит ЭМТ-90А2. Исходным положением чеки является нижнее положение (чека нажата) – ракета находится в контейнере, в котором изначально и располагается. Противоположное положение – верхнее (чека отжата) – ракета находится в воздухе.

Из-за неудобства диагностики изделия непосредственно в контейнере (большие габариты, подстыковка множества систем диагностики) было разработано устройство стыковки и перемещения чеки специального назначения. Данное устройство помещается на изделие, фиксируется, далее подключаются системы диагностирования, которые объединяются и управляются автоматизированной системой контроля (АСК). Поднятие чеки изделия (ракета находится в воздухе) является пуском для систем диагностики, начинается проверка различных параметров (стабилизация полета, управление расходом топлива и другие).

Устройство стыковки и перемещения чеки специального назначения реализуется на поступательном электромеханизме МП4С10А04. Шток устройства, связанный с электромеханизмом, совершает поступательное движение.

Перемещение чеки изделия в нижнее положение будет иметь вид как на рисунке:



- Перемещение чеки в нижнее положение: 0 – исходное положение;
1 – опускание штока изделия электромеханизмом;
2 – зажатие штока изделия в нижнем положении электромагнитом;
3 – возвращение штока электромеханизма в исходное положение

СТРУКТУРА И ПРИНЦИП РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ

А.Д. Данилов

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

Рассматривается ряд проблемных вопросов теории термоэлектрического охлаждения. Проводится анализ перспективы использования термоэлектрических модулей (ТЭМ) в высокомоощных радиоэлектронных комплексах.

Помимо портативных холодильных камер, стационарных кулеров и охладителей электрических узлов, термоэлектрические системы применяются также для термостабилизации работы крупногабаритных блоков.

Интерес в исследовании данной области обусловлен во многом благодаря разворачивающейся политике мировых стран в сторону «зеленой» энергетики, то есть в направлении развития альтернативных источников энергии, где термоэлектричеству отводится важная роль. Во многих странах принимаются законодательные проекты, регулирующие применение химических соединений для охлаждения (таких как гидрохлорофтороуглероды и хлорофтороуглероды) и использование их на производстве в целом.

Основными конкурентными преимуществами эффективных термоэлектрических устройств охлаждения будут являться: минимальные габариты устройства, высокая надежность и ремонтпригодность, мобильность, минимизация вырабатываемого шума при эксплуатации и экологичность.

Основные преграды в развитии термоэлектрических установок и увеличении их КПД – низкое значение показателя термоэлектрической добротности (ZT) применяемых материалов и отсутствие современных инновационных предложений по осуществлению контакта полупроводников внутри модуля [1]. В последнее время замечен стремительный рост числа публикуемых научных работ, посвящённых данной тематике, наблюдаются значительные успехи в решении данных задач: открытие новых полупроводниковых материалов и структур, а в качестве связующего элемента – применение жидких соединителей взамен жестких пластин.

Главной задачей при проектировании описываемых устройств являются наиболее полный теплофизический расчет и анализ системы, которые должны отражать реальную картину следующих параметров: необходимую холодопроизводительность, тип и количество термоэлектрических модулей, необходимость дополнительных средств отвода тепла с горячей стороны ТЭМ-ов для поддержания максимально возможной разницы температур между сторонами термомодулей, достижение максимально возможного равномерного контакта по всей площади соприкосновения поверхностей радиаторов и ТЭМ-ов. Также важным моментом будет являться решение о выборе конструкционных материалов, которые должны обеспечить высокую степень термо- и электроизоляционных свойств, а также жесткость и прочность конструкции.

1. Улитенко А.И., Гуров В.С., Пушкин В.А. Принципы построения индивидуальных систем охлаждения электронных приборов и устройств. – М.: Горячая линия–Телеком, 2012. – 286 с.: ил.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДОСТУПА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ КЛИЕНТ-СЕРВЕР

И.А. Цепулин

Научный руководитель – Орешков В.И., канд. техн. наук, доцент

Целью является разработка клиент-серверного приложения для доступа к базе данных информационной системы. Актуальность заключается в том, что сейчас невозможно представить себе бизнес-процесс без баз данных. Очень востребованным является разработка клиент-серверных приложений. Её внедрение поможет быстрее обрабатывать информацию и добавлять новые данные.

Так как тема связана с разработкой информационной системы и технологией клиент-сервер, то и работать предстоит, прежде всего, с программированием на известном мне языке программирования - C# [1], а также с базой данных.

В результате анализа предметной области мною был сформирован план по разработке информационной системы, который предполагает несколько этапов.

Этап 1 – проектирование и создание небольшой базы данных. Этот этап не такой важный, но все же необходимый, так как разработка подразумевает наличие сервера базы данных. Тематика хранящихся данных будет связана с фармацевтикой, так как это обширная тема. В такой базе можно будет хранить для демонстрации работы, придуманные мною или взятые из открытых источников данные. Например, таким источником можно считать бесплатную базу организаций Рязанской области [2].

Этап 2 - создание системы. В данном случае под системой понимается несколько приложений, связанных друг с другом то есть несколько подсистем. Первая такая подсистема – приложение для контроля допуска. Она будет оперировать матрицей допуска с целью обеспечения разграничения доступа и обеспечения должного уровня безопасности. Вторая подсистема будет связана исключительно с логикой обработки данных из базы. От простого вывода определенных данных для анализа, до формирования данных и запросов для их занесения в базу данных.

Чуть позже мною было принято решение, что программа будет реализована в двух вариантах: для работы с базой данных и для работы с XML-файлами. Это связано с тем, что моей программой могут пользоваться в условиях отсутствия стабильной связи с сервером базы данных. Для локального хранения данных был выбран формат XML – расширяемый язык разметки.

Для достижения цели был осуществлен подбор базы литературных источников и была проанализирована предметная область. Далее планируется реализация перечисленных выше этапов при помощи популярной интегрированной среды разработки Visual Studio 2019 и PCУБД SQL Server.

Библиографический список

1. Герберт Шилдт. C# 4.0: полное руководство [Текст]: пер. с англ. - М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2011. - 1056 с. - ISBN: 978-5-907114-49-4.
2. Бесплатная база организаций Рязанской области [Сайт]. URL: <https://firmy-ryazan.ru/g-ryazan>.

КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ПЕРЕДАЧИ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ

Н.С. Потапкина

Научный руководитель – Перепелкин Д.А., д-р техн. наук, профессор

Программно-конфигурируемые сети (ПКС) – это архитектура, развивающаяся и подстраиваемая под постоянно меняющиеся современные системы и приложения [1].

ПКС отделяет функции передачи данных от функций управления в дискретных сетевых устройствах. Данный вид сетей дает возможность отдельно программировать управление сетью и структуру приложений. Главное отличие ПКС от обычной сетевой архитектуры заключается в управлении коммутатором организацией сетевых функций [1]. Данный вид управления происходит в любом месте, независимо от конкретных сетевых соединений между сервером и устройствами. В то же время отдельные устройства не принимают решения о трафике.

Использование программно-конфигурируемых сетей дает возможность разработать, например, систему контроля за состоянием технологического процесса (контроль температуры, влажности, чистоты, количества серы в процессе переработки нефтепродуктов) и собирать данные с датчиков состояния на одном сервере, с помощью которого можно контролировать весь технологический процесс производства. Также ПКС применяются при разработках умного дома, чтобы в любой момент из любой точки с доступом в сеть можно было не только выявлять включен или выключен утюг или свет, но и управлять этим.

Использование программно-конфигурируемые сети, а также датчики контроля состояния окружающей среды, плату Arduino Uno и плату дополнения Ethernet Shield позволяет создать «умный» университет.

Для отслеживания влажности и температуры в аудиториях требуется датчик DHT22, для контроля открытия/закрытия дверей и окон потребуется геркон, который представляет собой два разомкнутых или замкнутых контакта в колбе с инертным газом или с вакуумом (контакты меняют свое состояние под воздействием магнитного поля (магнита)).

Для контроля и сигнализирования о наличии открытого огня (пожаре) используется датчик огня (flame sensor Arduino), который позволяет определить наличие открытого пламени с помощью инфракрасного приемника. Данные со всех датчиков собираются на одном сервере с возможностью отслеживания в режиме «онлайн».

1. Коннов А.Л. Анализ и проектирование программно-конфигурируемых сетей. Учебное пособие. – Оренбург: ОГУ, 2016. – 115 с.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ПРИВОД ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СУСТАВОВ

Н.А. Маркова

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

Последствием инсультов обычно являются нарушения подвижности суставов конечностей. Для их восстановления используют метод непрерывных пассивных движений (СРМ-терапия). Для реализации этого метода разрабатываются устройства, сгибающее и разгибающее суставы рук, ног, пальцев и не требующее активного сокращения околосуставных мышц. Это позволяет сохранить суставы пациента подвижными, вызывая незначительные боли и дискомфорт.

В современной медицине все большее место стали занимать механизированные и роботизированные аппараты. В частности, методика СРМ-терапии представляет собой лечение больных с помощью непрерывных пассивных движений, совершаемых с помощью различных механических аппаратов [1]. Пассивное движение в суставе производится по индивидуально подобранной программе реабилитации, что обуславливает эффективность воздействия. Задача при разработке устройства: обеспечение физиологически естественного пассивного сгибания изолированных суставов пальцев кисти руки.

Тренажеры состоят из основания, рамы крепления конечности, подвижной рамы с ремнями для крепления суставов, электродвигателя для движения подвижной рамы, блока управления. Основание и рама могут быть выполнены из алюминиевого уголка, что уменьшит вес устройства без потери жесткости и позволит сократить расходы. Подвижная рама приводится в движение сервоприводом, движение которого запрограммировано при помощи среды Arduino IDE. Для того, чтобы не травмировать суставы при сильной жесткости мышц пальцев, блок управления может остановить движение тренажера при превышении допустимого тока потребления электродвигателя. Блок управления выполняется на готовой плате Arduino UNO, где программно задается скорость движения, амплитуда движения, сила и пауза на сгибание/разгибание суставов.

1. Гиниятуллин Н.И. Механотерапия: состояние и тенденции развития / Н.И. Гиниятуллин, И.Р. Гильманшина, В.А. Сулейманова // Медицинский вестник Башкортостана. – 2014. – Т. 9. – №5. – С. 164-169.

МЕТОДЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧАТБОТА С TELEGRAM

Н.Ю. Юрков

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

Использование чатботов востребовано в различных отраслях экономической деятельности. Применение чатбота способствует круглосуточному сопровождению клиента в процессе получения услуги. Популярной платформой для размещения чатбота является мессенджер Telegram.

Взаимодействие чатбота с Telegram осуществляется с помощью отправки и получения сообщений, являющихся JSON-объектами. Существует два метода получения сообщений от Telegram: long polling и webhook. Оба метода не могут применяться одновременно [1].

Метод long polling заключается в периодическом опросе сервера Telegram на наличие сообщений для бота. Главное отличие long polling от общего метода polling, подразумевающего мгновенный ответ на запрос, заключается в ожидании ответа на отправленный запрос в течение установленного времени. Для реализации long polling используется метод getUpdates с установленным параметром timeout, отражающим время ожидания ответа на запрос [1].

Метод webhook заключается в отправке уведомлений со стороны Telegram о сообщениях и командах для чатбота. Для получения уведомлений требуется http-сервер с выделенным ip-адресом и установленным ssl-сертификатом. После получения уведомления клиент решает, как реагировать на сообщение, а также посылает ответ «Ок, 200», означающий обработку уведомления. Для реализации webhook используется метод setWebhook [1].

Сравнение long polling и webhook и выбор между ними основываются на преимуществах и недостатках методов. Преимуществами long polling являются простая настройка метода, возможность запуска чатбота без использования обратного адреса (хостинга и доменного имени). Недостатками long polling являются большая нагрузка на сервер в связи с частой передачей неинформативных ответов на запросы, необходимость обработки массивов JSON-объектов.

К положительным сторонам webhook относится передача только информативных уведомлений при получении сообщений, адресованных чатботу, за счет чего снижается нагрузка на сеть. К недостаткам относятся более сложная настройка метода, необходимость использования хостинга с выделенным ip-адресом и установки ssl-сертификата.

Эффективность применения чатботов в бизнесе подтверждает снижение затрат на обработку типовых запросов, подбор необходимой клиенту информации.

1. Официальная документация для разработчиков Telegram-ботов: – Режим доступа: <https://tlgrm.ru/docs/bots> (дата обращения 31.05.2021).

СЕКЦИЯ «ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ»

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАНДЕМИИ НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ

Ю.А. Рунцо

Научный руководитель – Куприянова М.В., канд. экон. наук, доцент

В 2020 году мир столкнулся с пандемией коронавируса. Из-за карантина предприятия перестают работать. Пандемия внесла свои коррективы в развитие строительной отрасли: падение спроса, разрыв географических цепочек, сокращение производства и банкротство предприятий.

Эпидемия напрямую влияет на покупательную способность населения, которая снижается. Это влияет на экономику всего процесса. Потребительский спрос упал в среднем на 10%. Основная задача предприятия во время пандемии – не потерять производство, так как производственный цикл очень сложен.

Из анализа статистики первых 4 месяцев 2020 года следует, что рост ВВП составил 9 % по сравнению с аналогичным периодом 2019 года. Общее потребление в денежном выражении составляет более 12 млрд рублей, из них 8,7 млрд рублей пришлось на первый квартал. В феврале 2020 года объем строительства увеличился на 2,3 % по сравнению с февралем прошлого года. Но к марту темпы роста упали до 0,1 %. Начало 2020 года вселило оптимизм у участников рынка. По итогам первого квартала 2020 года рост оборота розничной торговли составил 5%.

По меркам предпринимателей (40 %) количество компаний-конкурентов в их отраслях не изменилось, пандемия спровоцировала усиление конкуренции между действующими предприятиями. Для 37 % опрошенных конкурентами являются другие малые и средние предприятия, но 20 % предпринимателей вынуждены конкурировать с крупными и сетевыми предприятиями. Для 3 % предпринимателей конкурентами являются интернет-магазины.

Во втором квартале 2020 года более 19 % всех занятых в России (около 13,4 млн человек) по-прежнему работают в неформальном секторе экономики; подоходный налог и страховые взносы не уплачиваются. Участие в неформальной экономике сокращается – в середине 2019 года таких людей было 15,25 млн (21,3 % занятых). Благодаря новому налоговому режиму для самозанятых зарегистрировались 1,3 миллиона таких граждан.

Пандемия коронавируса затронула все без исключения сферы деятельности. Малый бизнес больше всего понес потери, а также банкротство. Конкурентоспособность предприятий в период коронавируса возрастает, что приводит к уходу слабых фирм с рынка.

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ ПРОЦЕССАМИ РАЗВИТИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И ПРОЕКТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

А.Р. Кипарисова

Научный руководитель - Константинова И.В., канд. экон. наук, доцент

Для того чтобы научно-исследовательские и проектные организации успешно функционировали в условиях усиливающейся конкуренции, необходимо постоянно совершенствовать процесс управления развитием своей деятельности. Проблема детального анализа подходов к управлению процессами развития предприятия остается актуальной.

Развитие предприятия – это направленные необратимые качественные изменения, обеспечивающие большую приспособляемость предприятия к окружающей среде, то есть это те изменения, которые направлены и необратимо повышают эффективность деятельности предприятия [2]. На данный момент существует десять основных подходов к управлению процессами развития предприятия: системный подход или организационное проектирование, функциональный подход или функционально-стоимостный анализ, комплексный подход или реструктуризация, интеграционный подход или трансформация, формирование стратегии как перспективы развития организации, поведенческий подход или концепция организационного развития, радикальный подход или реинжиниринг, подход контрольных сравнений или бенчмаркинг, подход сценарного моделирования, а также рассмотрение управления развитием в рамках проекта.

Современные подходы смотрят на управление развитием с разных точек зрения. Поэтому возникает сложность выделения одного определенного подхода для управления процессами развития научно-исследовательской и проектной организаций. Однако наиболее эффективными и целесообразными для решения проблем управления развитием является использование актуальных концепций менеджмента, которые основаны на применении системного, комплексного и стратегического подходов, функционально-стоимостного анализа, а также актуальными является управление развитием предприятия в рамках проекта. Однако чтобы предприятие перспективно развивалось, необходим совокупный подход к управлению развитием, включающий в себя основные аспекты функционального, организационного, мотивационного, информационного управления предприятием [1].

Библиографический список

1. Афанасьев Н.В. Управление развитием предприятия / Н.В. Афанасьев, В.Д. Рогожин, В.И. Рудыка. – Харьков: ИНЖЭК, 2003. – 184 с.
2. Зими́на А.А. Управление развитием предприятия как относительно самостоятельный комплекс стратегического менеджмента / А.А. Зими́на// Ученые заметки ТОГУ – 2014. – Том 5. – №4 – С. 950 – 954.

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Н.Н. Князькова

Научный руководитель – Ларионова О.А., доцент каф. ЭМОП

Эволюция цифровых технологий привела к значительным изменениям производственного процесса в различных высокотехнологичных отраслях. В результате в промышленности стали применяться не только станки и устройства с программным управлением, но и роботизированные комплексы и системы. Однако в этих комплексах и системах методы управления качеством имеют более низкий функционал в сопоставлении с технологическими процессами. Чтобы такое несоответствие нивелировать, следует интегрировать методы управления качеством и возможности передовых цифровых технологий. Так, традиционные системы управления качеством важно интегрировать с инновационным потенциалом цифровых технологий. Подобная интеграция предполагает применение электронного документооборота (EDM-системы), систем планирования ресурсов организации (ERP-системы), управления взаимоотношениями с клиентами (CRM), управления бизнес-процессами (BPM) и так далее.

Оперативный анализ информации, находящейся в хранилище данных, может быть проведен с применением информационных систем, производящих оперативную аналитическую обработку данных. Управленческий персонал, использующий данные системы, сможет производить анализ данных в наиболее удобной форме, компилировать и структурировать информацию, применять инфографику, выявлять промежуточные и конечные итоги, формировать комплексные отчеты, требуемые руководством предприятия для принятия оптимальных управленческих решений.

Влияние цифровых технологий на управление качеством в ближайшей перспективе затронет различные отрасли промышленности (не только высокотехнологичные). Развитие средств и методологии ЦСМК обеспечит ее доступность и эффективность для хозяйствующих субъектов, в том числе малого и среднего бизнеса.

Для этого потребуется решение имеющих место проблем внедрения цифровых технологий в ЦСМК:

- сокращения расходов на создание автоматизированных систем с высокой степенью защиты информации, не допускающих несанкционированных сведений, являющихся коммерческой или государственной тайной;
- отсутствия единой системы электронного документооборота при кооперировании различных хозяйствующих субъектов;
- минимизации дополнительных расходов, связанных с обслуживанием цифровой инфраструктуры в системе управления качеством;
- недостаточной квалификации специалистов по исследованию сложных систем управления качеством многоуровневого плана с применением цифровых технологий.

Решение данных проблем подразумевает:

- сокращение расходов на создание автоматизированных систем с высокой степенью защиты информации за счет получения государственной поддержки ИТ-отрасли (путем обращения в региональные или федеральные

отраслевые министерства и федеральные службы по информационным технологиям);

- создание единой системы электронного документооборота в ЦСМК кооперирующих предприятий за счет IT-персонала компании, знающего принципы организации их совместной работы (создавать такую систему должен IT-персонал компаний, а не внешние специалисты, не знающие специфики системы менеджмента качества в организации);

- снижение административно-управленческих расходов по обслуживанию ЦСМК (сокращение управленческого аппарата в IT-отделах компаний, которые контролируют ход выполнения поставленных задач);

- повышение квалификации IT-сотрудников предприятий, внедряющих ЦСМК (за счет направления сотрудников на курсы по информационной безопасности).

**СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ГОСУДАРСТВЕННОГО И МУНИЦИПАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ»**

СЕКЦИЯ «ИНОСТРАННЫЕ ЯЗЫКИ»

MODELING THE PROCESSES OF EDUCATIONAL ACTIVITIES

A. A. Ermolaeva

Scientific supervisor – Andreeva G. Yu., Senior Lecturer

Education plays an important role in the life of a modern person, since it is the main source of the formation and development of human capital, the socio-economic activity of the country. The current stage of development of education is characterized by the intensity of transformations that are associated with the organizational and management structure, its objectives and content, teaching methods and technologies, sources and mechanisms of financing. The education system needs modernization due to the continuous improvement of information and communication technologies and the development of a modern high-tech society. Acceleration of scientific and technical progress based on the introduction of automated systems, software control systems and microprocessor tools poses an important task for the education system - to improve the quality of educational activities through informatization, the introduction of modern pedagogical and information technologies.

The report examines a number of problematic issues in the design of a monitoring system for educational activities in order to obtain objective information about the development of educational institutions and the effectiveness of the pedagogical process. One of the effective ways to improve the learning process is the development of an operational system for monitoring knowledge and assessing the quality of educational activities. Such a system is a way of organizing feedback, allowing to obtain reliable information about the current state of the pedagogical system to identify deviations from the educational standard in order to form corrective and preventive actions. Informatization of education as a process of intellectualization of the activities of participants in the educational process, developing on the basis of the implementation of the capabilities of information technology, supports the integration trends of the process of cognition of the regularities of the subject area and the environment, combining them with the advantages of individualization and differentiation of learning, thereby providing synergy of pedagogical influence.

Modeling is an analytical stage in the design of an information system, which allows you to determine the performance of the system and correctly predict its operation. Automation of the education quality audit will make it possible to transfer the main part of the workflow to software, which will make it possible to increase the efficiency of the educational process, objectively analyze current indicators, and determine the degree of compliance with educational standards. The consumers of the educational activity control system are persons interested in it as a source of objective information about the quality of education for making informed management decisions.

COMBINING IMAGES USING THE PYRAMID OF IMAGES

A. A. Zaitseva

Scientific supervisor – Andreeva G. Yu., senior lecturer

The report examines the effectiveness of the global optimization method-image pyramid in the problem of image correlation matching.

In correlation-extreme navigation systems (CES) of aircraft (LA), the most time-consuming stages are the comparison of the current image (TI) with the reference image (EI) and the determination of the global extremum (GE) of the criterion function (CF).

The CF is multi-modal and the number of local extremes can reach several hundred. In order to find the global extremum, it is necessary to use the global optimization method. The best result in terms of the quality of the combination is given by the full scan method (MPS). This method is based on iterating through all possible mutual positions of the EI relative to the TI with a step $h=1$ and calculating the KF value for each position of the EI. This method has the best result in the accuracy of the combination, but at the same time is the most time-consuming.

The use of a pyramidal data structure in image processing algorithms allows us to solve such problems as: reducing the image processing time by reducing the image several times and determining more accurate initial approximations for processing the lower levels based on the results of processing the upper levels. The pyramid is a sequence of N images, and each subsequent image is obtained during the reduction (compression) in a given number of times.

To determine the effectiveness of the image pyramid method (MPI), a number of experiments were carried out to determine the reliability and accuracy of the determination of GE CF when combining images.

The conducted experimental studies show that the image pyramid method has a place for use as a method of correlation matching of images in the CNS. Using this method allows you to reduce the time of combining images by 2-3 times, depending on the reduction factor, and the accuracy of the combination remains within the limits of acceptable values for the CES.

TIME SERIES FORECASTING AND ITS SCOPE

A.S. Grivin

Scientific supervisor – Andreeva G. Yu., senior lecturer

Prediction of events has always excited humanity. Who doesn't want to know what will happen tomorrow? When a person became subject to mathematics, he was able to come closer to substantiating theorems and hypotheses, which subsequently began to explain and solve problems in predicting certain events in the future.

Forecasting does not have a single template for all problems; in this area, there are many approaches to solving. One such approach is time series

forecasting. To understand the scope of this approach, you need to understand how time series forecasting works.

First, let's answer what a time series is. A time series is a sequence of numerical indicators, ordered in time, characterizing the level of the state and changes in the phenomenon under study. [one]

Then time series forecasting will be that the data we received in the past will help us determine the value of the data in the future. It is important to understand that the data that we accumulate cannot reflect an unforeseen factor. Therefore, forecasting approaches are usually combined to better assess events.

In forecasting a time series, several key concepts can be distinguished: baseline, trend, seasonal fluctuations, noise.

Baseline - defined as the average of a time series.

Trend is an indicator of how time series change from one period to another.

Seasonal fluctuations - for a certain period of time, say a week, month, year, the values of the time series have a tendency to increase or decrease.

Noise - in another way, also called error, this characteristic refers to random fluctuations and also to uneven data movements.

After the introductory information, you can now imagine what tasks this approach can solve. First, to forecast time series, you need to generate the data that needs to be analyzed. Secondly, an algorithm is needed to identify dependencies and make assumptions to predict the time series.

One of the more common tasks is predicting stock prices. Forecasting can also be used in weather forecasting. Let's consider different forecasting problems and approaches to their solution.

The task of predicting the load of delivery services. This task has become very popular due to the pandemic when the demand for the delivery service has increased. Forecasting can help optimize performance and prevent downtime at the highest load point.

Demand forecasting problem. Optimization of personnel work and reduction of storage costs increases the company's profit. To do this, you can apply the forecast of purchases of goods and the number of customers. Thanks to this, it is possible to determine how many goods need to be stored in the warehouse and in what time range it will be disassembled. Using this information correctly can reduce storage costs and improve staff performance.

Anomaly search task. During the operation of industrial equipment, problems may arise, but if they are not included in the range of permissible values, the range of permissible values is understood as the confidence interval of the forecast, then the anomaly is found. If not, then the forecast increases its scope.

Time series forecasting is a popular task that has great application in various fields and industries. This task will increase its usefulness in such areas as energy, finance, marketing, logistics. There are also many methods that can help solve these problems.

FEATURES OF FUNCTIONING OF INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEMS

A.Yu. Steblyuk

Scientific adviser - Andreeva G.Yu., senior teacher.

The report examines information and analytical systems and, in particular, the features of their organization and functioning. The topic of the report was chosen on the basis of modern trends in the development of information technology and the widespread use of systems of various types to control and monitor large amounts of data circulating within the enterprise.

The text of the report mentions that information and analytical systems are a separate type of information systems designed to process large data streams [1,4]. The main task of such systems is to carry out search, collection, subsequent processing and presentation of the obtained data in a form convenient for perception and analysis by the user [1].

Information and analytical systems in their classical version usually consist of two subsystems:

1) Subsystem necessary for collecting and storing information about the enterprise. It collects and filters data, and also accumulates information, ensuring its application for subsequent analytical operations [4,5,6].

2) The subsystem responsible for access to information, its subsequent analysis and reporting of the organization [3]. Usually it contains blocks that provide access to information, its security and timely blocking of unauthorized access.

Subsystems belonging to the first type are based on the technology of online transaction processing, which is based on the concept of the so-called data warehouse. Usually, along with such a repository, information marts are used, which are analytical databases for one of the private departments. The specified components of the subsystem are reflected in the "analytical pyramid" representing the information structure (Figure 1) [4]:

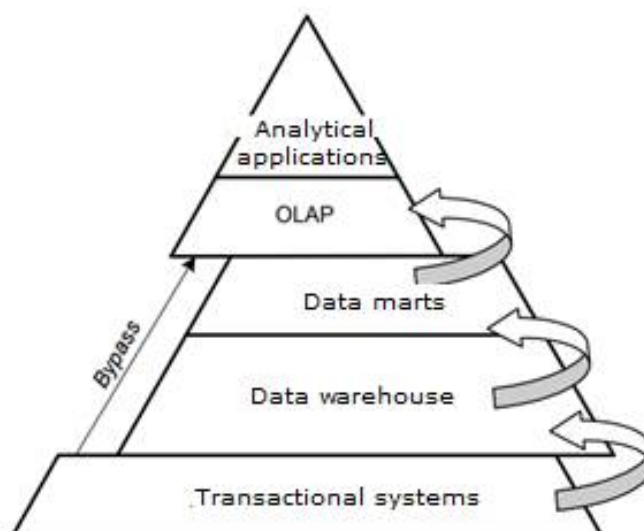


Figure 1 - Analytical pyramid

As you move from the base of the pyramid to its top, the processed data is combined into information designed to support management decisions.

Returning to the topic of information and analytical systems, it is important to emphasize a similar trend with the "analytical pyramid" - the main task of the formation of such systems is to move the information base of the enterprise from an uncertain environment to a more organized system that will be a source of information that meets the basic needs and requirements of the enterprise [2, 3].

Thus, information and analytical systems can significantly simplify the process of monitoring and controlling information in the process of a production enterprise.

Bibliographic list

1. Isaev D.V. Business intelligence systems and analytical applications. [Text] - Financial newspaper, 2005, No. 31 (711). - p. 14-15, No. 32 (712). - p. 15.
2. Kravchenko T.K., Presnyakov V.F. Infocommunication technologies of enterprise management. [Text] - M.: GU-HSE, 2003. - 272 p.
3. Lodon J., Lodon K. Management of information systems / Per. From English. ed. D.R. Trutnev. [Text] - St. Petersburg: Peter, 2005. - 912 p.
4. Isaev D.V. Analytical information systems. [Text] - M.: GU-HSE, 2008. - 60 p.
5. Kaplan R., Norton D. Strategic unity. Create synergy throughout your organization using a balanced scorecard. [Text] - M.: Williams, 2006. - 384 p.
6. Information and analytical systems: relevance and examples [Electronic resource] - URL: https://spravochnick.ru/informatika/informacionno-analiticheskie_sistemy_aktualnost_i_primery/

APPLICATION OF INVARIANT MOMENTS TO THE PROBLEM OF RECOGNITION OF IMAGE

D. A. Kutseva

Scientific supervisor-Andreeva G. Yu., senior lecturer

The development of computer technologies goes fast in the modern world. They make it possible to communicate, search the information of interest, store and process large amounts of data, automate complex computing and organize processes and much more.

One of the areas of application of computer technologies is the field of image processing, in which the problem of image recognition is set.

The problem of effective recognition is important in the spheres of automation of certain processes of human activity associated with the identification of various objects of the surrounding world.

The paper discusses the application of Hu invariant moments and Zernike invariant moments to the problem of pattern recognition. As a measure of the similarity between the current image and reference image, a cross-correlation function is calculated.

Invariant moments have found application in many image recognition systems. The idea of using moments to solve the problem was realized in 1962, when Mr. Ming Kuei Hu obtained a set of invariant moments, using the

theory of algebraic invariants, in his article "Visual pattern recognition by moment invariants" [1].

The invariants describing the image or shape do not change if the object undergoes the following geometric transformations or a combination of them: scaling, shifting, rotation, mirror reflection.

Invariant moments are divided into asymmetric (oblique) and true moments. Asymmetric moments, unlike true moments, are sensitive to image reflection [2].

To determine the effectiveness of recognition using invariant moments, experimental studies were conducted and a software stand was developed, shown in Figure 1.

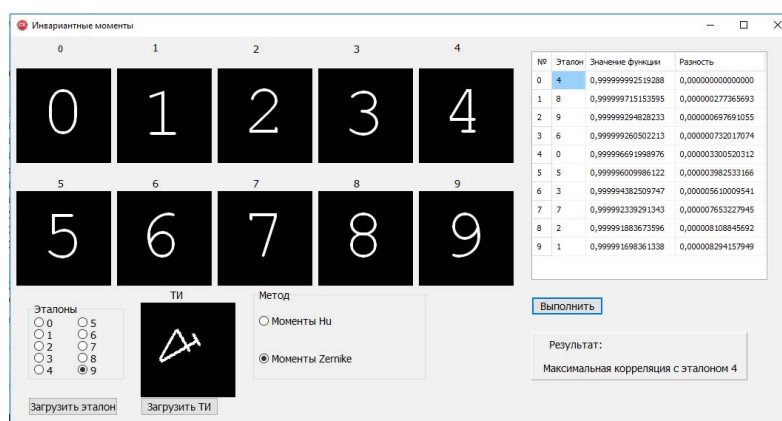


Figure 1 – Software stand

As a result of the conducted experimental studies, the following conclusions were obtained.

1. Images should have a simple, uniform background.
2. The image must first be prepared for the recognition process.
3. The Hu and Zernike moments give the same results in the control examples, but the Hu moments are the least time-consuming.
5. Invariant moments are not operable under complex geometric transformations.

Bibliographic list

1. Hu, M. Visual pattern recognition by moment invariants / M. Hu // IRE Trans. Information Theory. – 1962. – Vol. IT-8. – P. 179-187.
2. Belkasim S. Moment Invariants. [Electronic resource]. – Pre-stop mode: <http://pami.unateroloo.ca/mkamel/SD776/NOTES/note2.pdf>. – Title from the screen.

RELEVANCE OF THE ACCESS CONTROL SYSTEM

E.A. Taranenko

Scientific adviser - Andreeva G.Yu. senior lecturer

The report examines the relevance and capabilities of the access control system (ACS).

Access control and management system - the best security and control of an enterprise, institution, building.

Equipping the territory of an institution, office complex or enterprise with control systems significantly increases the security of the institution or organization. ACS is an innovative solution to the problems of accounting, monitoring and protection of any work or trade complex. This is done by combining the above factors into a single control system.

The main features of the ACS are as follows:

- 1) video and photo verification of personnel;
- 2) accounting for individual hours worked;
- 3) display of detailed information about the premises;
- 4) control of access to individual zones and the general territory of the enterprise.

This system provides for the possibility of escorting a guest who does not have a permanent pass card to the controlled area. For this, the "escort" mode is provided, during which the temporary pass of the guest and the pass of the attendant are analyzed.

ACS can be installed locally or everywhere. The first option is more economical and suitable for small offices. At large enterprises, network control is established that unites all components of the system.

The main advantage of this system is the thorough and complete control of persons, which simplifies the work of the departments of rationing, security and personnel accounting.

The main task of the ACS is to control access to a given territory and identify persons who have access. Additional tasks:

- 1) accounting of working hours;
- 2) payroll calculation (when integrated with accounting systems);
- 3) maintaining the base of personnel / visitors;
- 4) integration with the security system.

In an intensely competitive environment, there is always a risk of taking actions that could harm business development. The access control and management system protects it from attempts to create problems with the normal functioning process. The market may offer systems of varying levels of complexity. It is important to navigate correctly in all the variety of ACS and choose the most economical and at the same time reliable in operation.

ASSESSMENT OF EQUIPMENT STATE USING SIGNATURE ANALYSIS

E.S. Kabanova

Scientific adviser – Andreeva G.Ju., Senior Teacher

At enterprises that carry out diagnostics and testing of equipment, the term "Technical condition" is often used. The technical condition characterizes the state of the equipment at certain point in time under certain conditions and is regulated by specialized documentation.

To assess the state of equipment, including MPS (microprocessor systems), large number of approaches and devices are used. Oscilloscopes, voltmeters, ammeters, frequency meters, pulse generators, and signature analyzers are widely used for autonomous debugging of equipment at the circuit level. At higher level, in-circuit emulators, ROM emulators, logic analyzers, development boards are used, as well as special debugging tools that are built into LSIs at the stage of their development.

Simple equipment for monitoring digital circuits (ammeters, voltmeters, oscilloscopes) cannot satisfy all the necessary equipment testing requirements. For these purposes, logical analyzers (LA) have been developed. It records the states of signals at specified control points. Nevertheless, using logical analyzer for assessing the state of equipment requires highly qualified personnel, therefore it is of little use at the stage of production and operation.

Here, the principles of signature analysis have become more widespread, which, without requiring high qualifications of personnel, make it possible to quickly and accurately find a failed MPS component using inexpensive and compact equipment.

This approach relies on a unique data streams' compression algorithm. A certain number called a signature (key code) characterizes each point in the system. The measured binary sequences are excited at the control points of the MPS under the action of a special test program. The control point signatures are determined on a known working system and are indicated on the MPS schematic diagram. The basic signature parser takes input from the tested node. The trigger and end pulses are latched to trigger and end the sample. Then, pulses from the node under test are passed to the shift register to produce the hexadecimal equivalent of the signal. If the signature received by the Signature Analyzer matches the signature of the same node on guaranteed good board, that area is working correctly.

By probing different areas of the board with a signature analyzer and comparing the results to the expected values, often detailed in the repair and maintenance manuals, the problem area can be found.

The technology can detect component-level faults in a wide range of electronic modules, from consumer electronics to specialized electronics. Simplicity, speed and ability to work practically without human intervention make the use of signature analysis convenient in any conditions.

RESEARCH OF ROCK SONGS LITERARY DEVICES USAGE

L.L. Kuznetsov

Supervisor – Khilova O.V., senior lecturer

Nowadays music has become a very important part of most people's life. Apart from studio recordings and live concerts of artists that gather thousands of people, music can be also found in any film, any advertisement on the television, on the radio or in the Internet. Concerning music usage in non-musical sphere, a question arises: "What kind of music is used most often and why?"

If we take a look on cinematography, then we could notice that in most films the songs from the 20th century are used, while quite recent releases are omitted. The most popular genre for that usage is rock, maybe that's why new artists are not so relevant – the majority of them represent pop music. However, there's still a question, why such preference is made for rock songs? In this research we are going to show that rock artists have become so popular and so relevant not only due to their ability to create great music, but also due to their poetic talent. To prove this statement, we will make an analysis of literary devices usage in a classic rock song.

If we look at the song named "Egypt (The Chains Are On)", written and performed by Ronnie James Dio, we can see that the plot tells us about an ancient civilization that was enslaved by a highly developed one, and how these people suffer from their new masters. The music written in harmonic minor is often associated with Arabic countries, so it helps to feel the atmosphere of the song. The song contains two verses and a bridge, which we will analyze sequentially.

The first line of the first verse has a metaphor: "lost horizon". Metaphor is a literary device which contains an implied comparison, i.e. "his words cut deeper than a knife". In the second line a metonymy can be found: "the queen lies dark and cold". Metonymy is a device, where some characteristics of one object are put to another object, somehow related to the first one, like "the kettle boiled" – in this context people usually mean that the water in the kettle boiled. The next line contains a hyperbole "the stars won't shine". Hyperbole is a device in which some characteristics of an object are intentionally exaggerated, i.e. "I'm so hungry that I could eat a horse". The fourth line has a comparison "the world was milk and honey". Comparison is a device, where two or more places, things or people are compared or contrasted. Another example of comparison can be found in Shakespeare's quote: "All the world's a stage and men and women are merely players".

The second verse contains two more new literary devices. In the fourth line a personification can be found: "the sand moves and whispers". Personification is a device, where an inanimate object receives some characteristics of a person, for example "my computer works very hard". The fifth line contains an epithet: "golden sea". Epithet is a device, which helps to make some property of an object more prominent, i.e. "...And see the coloured counties..." In the bridge the first two lines contain a repetition: "you've seen them" is used twice. Repetition is a device, where some words or phrases are intentionally repeated.

So, this song contains plenty of literary devices, which makes it more beautiful and filled with sense. This approach can be found in many other classic rock songs, that's why they are still so relevant nowadays in many spheres.

IMPLEMENTATION OF A BACKPROPAGATION ALGORITHM FOR TRAINING THE CONVERTER NETWORK TO CHANGE FREQUENCY INTO THE CODE

A.V. Konkova

Scientific director – Mozhaeva O.V., senior lecturer

The use of sensors measurement, regulation and control systems is widespread. The sensors convert a non-electrical quantity (pressure, temperature, frequency, etc.) into an electrical signal, convenient for recording information about the state of the research object. The output sensors have a continuous output signal with certain informative parameters (voltage, pulse repetition rate, etc.).

For further processing of the measurement results, it is necessary to use a secondary converter, which allows transforming an analog value into a digital code (Figure 1).

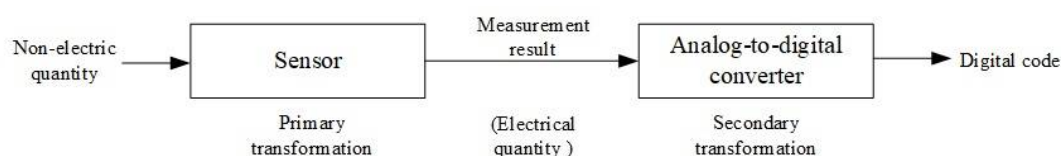


Figure 1 – Non-electrical quantity measurement process

The characteristic describing the dependence of the input electrical quantity on the measured non-electrical quantity, in the general case, is nonlinear.

It becomes necessary to solve the linearization problem, which consists in restoring the sought linear dependence. That is why functional information converters based on the technology of artificial neural networks are used.

Neural network must be trained in order to be able to perform a given task. The goal of training a network is to adjust its weights in such a way that the application of a set of inputs leads to the required set of outputs.

The backpropagation algorithm is the most suitable for the training the converter artificial network. The main idea of this method is to propagate error signals from the network outputs to its inputs, in the direction opposite to the forward propagation of signals in normal operation [1,2].

Bibliographic list

1. Wasserman, Philip. Neural Computing: Theory and Practice. — Coriolis Group. — 1989. — 230.
2. Soldatova O.P. Neuroinformatics: study guide. — Samara. — 2013. — 130.

GENERATIVE DESIGN AND ADDITIVE TECHNOLOGIES

M.A.Titova

Scientific supervisor – Andreeva G.Y., senior lecturer

The technology of generative design and its connection with additive manufacturing are considered in this paper. The use of generative design technology is especially important in industries in products of which such parameters as weight and strength play a key role, where it is necessary to lighten the structure and reduce consumables. The leading industries applying generative design are architecture and art, mechanical engineering and aerospace, medicine.

During the work, it was revealed that additive manufacturing is an important development for generative design. Generative structures often have organic forms that are impractical to produce using traditional methods. To use additive technologies more efficiently requires the use of specialized software focused on the design features of objects that are manufactured on 3D-printers.

There are many generative design tools for minimization mass or maximization strength in accordance with technical constraints on the market. Then tool solves the mathematical optimization problem and generates one or more design candidates. Advanced software must be adapted to create additive manufacturing projects that can be used without the need to manually handle geometric defects. In addition to automatically creating smooth surfaces on a finite element mesh, the user should have an idea of the final cost and the feasibility of using additive manufacturing for a design option [1].

For the analysis of generative design, two software products were considered - Fusion 360 from Autodesk and Solid Edge Generative Design Pro from Siemens Digital Industries. The disadvantage of the first generation tool is that one result is obtained during the generation process. The disadvantage of the second is the uniformity of the results. These tools are not fully adapted to additive manufacturing. However, Fusion 360 uses more innovative technology to implement generative design. It combines designer input parameters with Artificial Intelligence algorithms and the power of cloud computing to create optimal designs.

Thus, as the result of work, the following problems were identified:

- the lack of ability to generate complex designs in optimization software;
- the lack of automatic smoothing to create surfaces without defects;
- the lack of calculation of the characteristics of the optimized model required for a rational choice for 3D-printing;
- the lack of Russian, home software capable of meeting the needs of additive manufacturing.

1. Schafstall H. Bridging the Gap Between Design and Additive Manufacturing Using Smart Generative Design / H. Schafstall, R. Dua // E-book: Additive Manufacturing 2020. – p. 5-8.

VIDEO SYSTEMS FOR TRACKING MOVING OBJECTS

A.V. Pchelkin

Scientific supervisor-Andreeva G. Yu., senior lecturer

With the development of technology, the requirements for the safety and awareness of groups and individuals are constantly increasing, so the task of monitoring has found its application in various areas of human activity. Video systems for tracking mobile objects play a significant role in solving monitoring tasks. Currently, they are widely used on roads, in commercial, military, public security, electrical supply and other areas.

Let's consider the first version of such a system-the **IProject** system developed by Satvision. This system is a high-performance professional software that allows you to build scalable video surveillance systems that include an arbitrary number of servers and IP cameras and workstations. The principle of operation is that the intelligent software detector registers and tracks the trajectory of objects in the field of view of the camera and sends a signal when a pre-configured alarm event is triggered: when crossing a given line or entering a controlled area. The disadvantage of such a system is that it is ideal only in security systems.

The second option of such a system is the support system from the company "**Synesis**". This system uses a multi-camera tracking algorithm, in which there is a continuous comparison of data on the position of objects from different cameras, taking into account the relative location and linking the cameras to the map of the area. The algorithm builds a generalized trajectory of the object as it moves from camera to camera and projects this trajectory onto the map. In this case, the object can be observed by several cameras at the same time or be in the blind zone. The multi-camera trajectory allows you to implement geo-visual search tools, automatic angle selection, and other security features that are often shown in science fiction films. The big disadvantage of such a system is the higher cost due to the large number of video surveillance cameras.

And the third version of the video tracking system is the family of tracking systems "**Hunter**" developed at JSC GRPZ. In these systems, the tasks of improving the vision of images, detecting air and ground objects, evaluating their parameters, constructing motion trajectories, etc. are solved. At the same time, all tasks are solved in real time.

The products are designed to solve the following main tasks:

- improved vision of the phono-target picture produced by image sensors to improve the efficiency of target detection and recognition by the operator;
- automatic and visual detection of targets and their capture on auto-tracking;
- automatic tracking of air targets in the mobile (with closed-loop control) and stationary (electronic tracking) fields of view;
- electronic image stabilization;
- generation of control signals for rotary platform drives with installed image sensors.

Conclusion

The choice of a video system for tracking mobile objects will depend on the amount of data, the task and the planned costs. Therefore, you cannot

choose one best system and always use it. Each video system is designed for its own specific task.

Bibliographic reference book

1. Methods of automatic detection and tracking of objects. Image processing and control / B. A. Alpatov, P. V. Babayan, O. E. Balashov, A. I. Stepashkin. M.: Radiotekhnika, 2008. 176 p.
2. IProject // URL: <https://satvision-cctv.ru/base/blog/obzory-tovarov/soprovozhdenie-obektov-treking/>
3. Multicameral analysis / / URL: <https://habr.com/ru/company/synesis/blog/117746/>

ALGORITHM FOR SOLVING THE PROBLEM OF NAVIGATION AND ORIENTATION BASED ON QUATERNIONS

A. E. Kutsev

Scientific supervisors - Serebryakov A.E., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kuprina O.G., Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

One of the tasks in the creation of aircraft, mechanical and electronic devices is to determine their position in space. In the case of creating a system for determining the position of a body in space for aircraft and missiles, an important point arises: this system should not fail when weather conditions change and should not depend on any landmarks. In this case, autonomous navigation systems are created that are able to determine the position of the aircraft from their internal data when the coordinates are initially set.

Strapdown inertial navigation systems (SINS) are a more advanced device in which the angular rotation of the body is compensated electronically, that is, a digital processor is used. The SINS itself is installed in the body of the aircraft and generates signals proportional to the angular and accelerated movements of the body. There is a task of processing the received data, translating them from the associated coordinate system with the aircraft to a geographical or other specified coordinate system.

In SINS the calculation is performed using two algorithms: orientation and navigation. The orientation algorithm determines the angular position of a moving object relative to its center of mass based on the gyroscope readings in the associated coordinate system.[1] The orientation problem can be solved using various kinematic parameters, for example: Euler-Krylov angles, guiding cosines, Rodrigue-Hamilton parameters, quaternions, and others.[2]

From a mathematical point of view, all methods lead to the same results, so the choice of parameters follows from the simplicity of implementation on a computer, with the least use of its resources.

Therefore, preference is given to the numerical implementation of the Rodrigue-Hamilton parameters or their hypercomplex construction – the quaternion. Such equations are linear, have a fourth order, and are defined for any angles and obey a single normalization equation. Multiplication of quaternions

is conveniently performed using quaternion matrices, which reduces to the usual multiplication of matrices (size 4x4 and 4x1).

The general algorithm consists of an initial exhibition, in which the initial coordinates are determined (set from the outside or determined after some time by the readings of gyroscopes and accelerometers), then the orientation and navigation algorithms are solved cyclically and sequentially, the output of which has data in the geographical coordinate system.

At the initial exhibition, the quaternion of the transition Λ is determined.

The navigation algorithm includes the formation of a hypercomplex display of the acceleration vector N and the transition from the associated coordinate system to the geographical one (1).

$$N_g = \Lambda \circ N \circ \bar{\Lambda} \# (1)$$

Then, by numerical integration, the velocity and coordinates are determined (the trapezoid method was used in the work).

The orientation algorithm is used to find new values of the transition quaternion Λ . By solving the matrix linear differential equation (2).

$$2\dot{\Lambda} = \Lambda \circ \Omega - U_g \circ \Lambda. \# (2)$$

Its solution is reduced to the accumulation of the current and previous values of the transition quaternion. [3,4]

Thus, this method of solving the problem of orientation and navigation is extremely simple for numerical solution on a computing machine (matrix multiplication and summation) and for modification (normalization of the transition quaternion) is highly accurate. Disadvantage: more difficult to understand.

As a result, the layout of this navigation system based on the STM32F429I-DISC1 microcontroller was assembled and programmed.

References

1. Matveev V.V. Inertial Navigation System. 2012. 199 p.
2. Raspopov V.Ya, Matveev V.V. Fundamentals of Building Free-form Inertial Navigation Systems. 2009. 280 p.
3. Bromberg P. V. Theory of Inertial Navigation Systems. 1979. 296 p.
4. Hamilton W.R. Lectures on Quaternions. Dublin. Hodges and Smith. 1853.

OVERVIEW OF MEDICAL DATA MINING METHODS

S.A. Sbrodov

Scientific Director – Andreeva G.Y., Senior Lecturer of the Department of Foreign Languages

Cluster analysis.

Cluster analysis is a method of systematization of multidimensional studies, based on the establishment of similarity and similarity among a variety of variables. The purpose of cluster analysis is to detect homogeneous variables among the total number, which are called clusters. [1].

Factor analysis.

Factor analysis connects various ways of estimating a large number of observed variables through covariance or correlation matrices, detects condi-

tions corresponding to the presence of relationships among the variables under consideration, binds these variables into clusters, representing a large number of examined properties through a smaller number of the most capacious internal ones [2].

Neural networks.

The simple operation that neural networks perform with data is as follows: they use a "weighted" sum of input quantities (i.e., the sum taken with certain coefficients, which are called weights). Then the acquired value is reorganized with the support of a nonlinear monotone function (activation function) so that the resulting value lies in the range from 0 to 1. The described system is called an artificial neuron. The network consists of a large number of such neurons, while some of them process the input data directly (the first layer of neurons), others-signals acquired at the output from the neurons of the first layer, etc., in the end, there is a single output neuron at the output, which introduces the result [3].

Decision trees.

Decision trees – this method of understanding laws in a hierarchical sequential structure, which makes it possible to link an object or situation at the input with one or more output (end) nodes [4]. As a rule, decision trees are considered logical systems, usually represented in the format: "if... then".

Regression analysis.

This statistical method of study is widely used for the purpose of forecasting. The use of this method has a significant advantage, but in some cases this method can be a source for illusions or erroneous relationships, for this reason, it is recommended to use it carefully within the problem under consideration, since, for example, correlation does not indicate a causal relationship [5].

Discriminant analysis.

A statistical method, similar to logistic regression analysis, used to determine the factors associated with the presence or absence of a particular medical outcome. A method of analytical statistics used for discrete dependent variables, focused on the distribution of sets of observed variables and assigning new values to the variables; sometimes used instead of logistic regression analysis. In simple terms, discriminant analysis is a statistical mechanism that is used to decide which variables divide the resulting data sets [6].

Correlation analysis.

Correlation analysis makes it possible to speculate on the degree to which different variables behave similarly [7]. In the most aggregate form, accepting the hypothesis of the presence of a correlation means that a change in the value of variable A will occur at the same time as a proportional change in the value of B: if these two variables increase, then the correlation is positive; if one variable increases, but the second decreases, the correlation is negative.

Bibliographic list

1. Cluster analysis: [Electronic resource] // Studme.org. URL: https://studme.org/75019/statistika/klasternyy_analiz. (Accessed: 10.04.2021).

2. Nasledov, A. IBM SPSS Statistics 20 and AMOS: professional statistical data analysis: [Text]. - St. Petersburg: Peter, 2013. - 416 p.

3. Kurochkin S. V. Neural networks: just about the complex. Probability theory and its applications [Electronic resource]. URL: http://tvp.ru/prog/kur_neur.htm. (Accessed 10.04.2021).

4. Akobir Shahidi. Decision trees – general principles of work: [Electronic resource]. URL: <http://www.basegroup.ru/trees/>. (Accessed: 11.04.2021).

5. Regression analysis - a statistical method for studying the dependence of a random variable on variables: [Electronic resource]. URL: <https://businessman.ru/new-regressionnyj-analiz-statisticheskij-metod-issledovaniya-zavisimosti-sluchajnoj-velichiny-ot-peremennyx.html>. (Accessed: 11.04.2021).

6. Discriminant analysis: [Electronic resource] // Evidence-based medicine for all. URL: <https://medspecial.ru/wiki/Дискриминантный%20анализ/>. (Accessed: 12.04.2021).

7. Correlation: [Electronic resource] // Wikipedia. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Корреляция#Корреляционный_анализ. (Accessed: 13.04.2021).

DESIGNING A STRAPDOWN NAVIGATION SYSTEM BASED ON THE STM32F103C8T6 MICROCONTROLLER AND THE GY-85 INERTIAL SENSOR

A. V. Zvonkov

Scientific supervisors - Serebryakov A.E., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kuprina O.G., Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

The purpose of this research work is the development of an integral electronic device - a strapdown inertial navigation system (SINS) and the creation of its experimental prototype based on the STM32 microcontroller and an inertial MEMS sensor. An inertial navigation system allows you to autonomously determine the location of an object in space, as well as control its movement. SINS are most widespread due to the absence of bulky, complex and heavy electromechanical platforms (in SINS, sensors for measuring linear accelerations and angular velocities are rigidly connected to the device body, and a special electronic computing device plays the role of a platform).

The 32-bit STM32 microcontroller was chosen as the SINS control device. With the help of it, the device organizes the collection of information from inertial sensors and implements algorithms for initial orientation and navigation to determine the geographic coordinates of the object. ADXL345 linear acceleration sensors and ITG3205 angular rotations transmit information to the controller via the I2C serial data bus at a speed of 100 kHz and can measure linear accelerations up to ± 16 g and angular rotations up to ± 2000 degrees per second, respectively. The degree of nonlinearity during measurements is in the range of 0.2-0.5%. To transfer information from the microcontroller to a personal computer, a USB 2.0 serial interface of the USB HID (Human Interface Devices) class is used. The main power source of the device is a 4.2 V Li-ion battery. The overall dimensions of the device are 53 mm x 82 mm x 3.5 mm, and its weight is about 70 g.

For debugging and flashing this device, we used the ST-LINK/V2 programmer, and a breadboard assembled based on a printed circuit board designed by Altium Designer. The result of the work done was graphical dependencies built on a laptop in a special program for visualizing the trajectory of an object. However, the algorithm implemented in this device does not provide for the calculation of the height. This is because at each point of the trajectory of the flying object, the acceleration of gravity changes its value, increasing in the direction of movement from the equator to the pole of the Earth. This introduces significant computational errors that accumulate with each processing cycle of the input signals. Therefore, to calculate this coordinate, other devices are used, for example, barometers.

This device can determine two geographical coordinates - latitude and longitude. Its accuracy is not so high to use it on the aircraft due to the small bit capacity of the microcontroller - 32 bits, which will cause a large accumulating error in the calculations. However, it clearly shows the algorithm of SINS functioning with the use of quaternions in calculations, which opens the prospect of using the created navigation system as an educational laboratory practice. It is also advisable to use this device on objects, the movement time of which does not exceed the order of several minutes.

STUDYING IMAGE RECOGNITION ALGORITHMS

A.S. Borts

Scientific adviser - Andreeva G.Yu., senior teacher

The report discusses image recognition algorithms, including methods for classifying and identifying images. The topic was chosen based on the trends of modern science, as one of the most relevant at the moment.

The text of the report mentions various recognition methods that can be used to solve image recognition problems.

Any recognition system includes both the process of image synthesis, that is, the formation of descriptions of objects and their classes, and the analysis of images. There are three approaches to solving this problem:

1. The principle of comparison with the standard, also called the principle of enumeration. It is used if a set of reference images can be compared for each class, then the recognition task is reduced to a simple comparison of images with standards based on the selected similarity measure.

2. The clustering principle is applied if the features are a set of parameters without explicitly defined relationships. In this case, the image is represented by an n-dimensional vector in the feature space, and each class is associated with a set of vectors. Then each class corresponds to a region of the feature space, called a cluster. In this case, the recognition task is the unambiguous assignment of a point in space to a certain class.

3. The principle of generality of properties is based on identifying the distinctive features of classes based on the final samples of images. The identified properties are stored as some structures, functions, or relationships. The recognition process is reduced to analyzing the image according to a scheme

that allows you to identify the necessary properties of the image, followed by a comparison with the properties of classes.

Invariant moments are used in many image recognition tasks. Invariant moments are divided into asymmetric and true moments. Asymmetric moments, unlike true moments, are sensitive to image reflection. The invariant moments are further subdivided into regular, i.e. scale-invariant central moments, orthogonal, i.e. Zernike, Legendre moments, and algebraic.

The invariants describing the image or features do not change if the object undergoes the following transformations or a combination of them:

- 1) scaling;
- 2) moving;
- 3) turn;
- 4) mirror image.

Thus, to solve the problem of text recognition, it is rational to use the principle of comparison with the reference image together, for example, with the vector of values of invariant moments H_u – as a measure of image similarity. This will allow the results to be resistant to shifts, rotations, specular reflections, and a combination of these distortions for the image. Also, when solving the recognition problem for printed texts, the main drawback of using invariants does not have a significant impact – on images with no clearly expressed homogeneous background, the invariant moments of H_u do not give good results when combining images.

THE INFLUENCE OF THE INTERNET ON TV

K.A. Gluhov

Supervisor – Trushkova I.N., Cand. of Ped. Sciences, Associate Professor

This article deals with one of the most important questions of modern television: "Does television have a future in the Internet Age or not?" With the advent of the Internet, TV is increasingly fading into the background, losing its place in our daily life. The young generation "does not touch" TV at all, why do they need it if everything may be easily found in other gadgets like smartphones? The conducted studies have arrived at different conclusions about what may happen to the television.

The Internet has also motivated researchers, for example, Giacomo Summa, to study the impact of the Internet on the future of the TV. He argues that television is not disappearing, but on the contrary, it is gaining momentum, as the Internet has brought many new ways and methods of creating TV series, news, movies and other user-generated content. So, let's say, "consumers have become producers." The Internet and television seem to have entered into a symbiosis, complementing each other, bringing something new. Giacomo Summa predicts 10 ways to develop television: channels will disappear; without the remote; screens do anything, anywhere; ads get personal; do not just watch-get involved; virtually watch together; is it real or is it television; your TV follows you; "Regular Joes" Go Hollywood; creation Goes Viral [1]. According to Giacomo Summa's viewpoint, television will adapt to the Internet or it will almost completely change, or disappear.

Gunn Enli and Trine Sivertsen's survey "The End of Television – Again!" suggests that you should not rush to conclusions about the future of the television, you need to rely on various studies. Nevertheless, like Giacomo Summa, they confirm the fact that if television does not change, it will cease to be in demand and disappear. And as an example, Netflix co-founder and chief executive Reed Hastings said: "In ten or twenty years, line-graph television will die" [2]. While television is still in demand, do not worry. However, it must change gradually in order not to be forgotten.

So, what is the future of television? There are many different interesting opinions and surveys on this problem. In general, they are divided only into two ways: TV will die like a landline telephone or the TV will adapt to the Internet. And, if television fails to change itself, it will die in about ten or twenty years, as we rely more and more on the Internet, computers, phones and other technological advances.

References

1. Giacomo Summa Social TV: the Future of Television in the Internet Age. – B.S. European Economics University of Milan, 2008.
2. Gunn Enli and Trine Syvertsen The End of Television—Again! How TV Is Still Influenced by Cultural Factors in the Age of Digital Intermediaries. – Department of Media and Communication, University of Oslo, 0318 Oslo, Norway; E-Mails: gunn.enli@media.uio.no (G.E.), trine.syvertsen@media.uio.no (T.S.)

APPLICATION OF NEURAL NETWORKS IN SEARCH ENGINE ALGORITHMS

D.D. Dyachkov

Supervisor – Sokolova O. V., senior lecturer

A search engine is a software program that helps people find the information they are looking for based on a specified set of criteria. In the Digital Age, we can easily say that a search engine is the basic thing for any work with a decent amount of data. Search engines are used in many different scope of applications. The history of search engines dates back to the early 90s. The first known search engine was Archie, which was a common FTP site hosting service. Archie was used for placement of the index of the loaded catalog lists. The most popular search engine is Google Search.

In course of time, search engines are getting more advanced and versatile. Algorithm changes may differ depending on what the main search object in the system is needed to improve. For example, in digital libraries it may be an accent on keywords, authors and book writing genres. In an adjacent field of digital movie and music streaming, if you look at popular over-the-top content platforms such as Netflix, Spotify and Amazon Prime they can apply search on other criteria as similar titles previously watching or listening by user, which type of content more popular with users of a certain age and many others. Additionally, for all digital content platforms user location can matter. This is because different types and genres of content can have different popularity depending on the region. Despite the advertising display algorithm not

regulated by the user directly, it makes a decent amount of profit for large retail or analytics companies such as Amazon, Walmart or their advertising companies. When a client is watching a product page, the website needs to suggest a client the most appropriate products for subsequent view and purchase. In this case, a search engine will offer products based on the user region, product popularity in this category, the customer purchase history and many others. Eventually, Google search used hundreds of criteria and ranking factors in his algorithm. Each of them and many other criteria need to have their own weight changing for a certain situation to ensure the most essential search results.

Consequently, it should be understood that an algorithm which depends on that count of different criteria cannot be configured manually. For these algorithms to be more effective, it is important to adjust the balance of all criteria for each individual situation. The use of neural networks is one of the ways for solving this situation. A neural network is a series of algorithms that try to recognize the basic relationships in a dataset through a process that may be similar to the work of the human brain. Neural networks attempt to adapt changes in input for generating the best possible result without having to change the inference criteria. Neural networks are one approach to machine learning. Machine learning is the study of computer algorithms that improve automatically through experience and it has become an integral part of many commercial applications and research projects. Application of neural networks in search engine algorithms performed in many spheres. Further will be considered as an example of patent using machine learning.

Google LLC patent "Predicting a search engine ranking signal value" was applied in December 2016 and was patented in June 2019. This document describes techniques and devices for a refined search with machine learning. Selected techniques help improve computer searches through enabling selection of search criteria used in a prior search. Additionally, a component of machine-learning in a search engine possible to change to improve future search results based on the selection and worth of the refined search result. Selected method is described for determining, based on multiple search criteria, search results and presenting the search results. With the results presented, selectable items associated with the multiple search criteria used to determine the results are also presented, and one of these selectable items is received through selection. A computer-implemented method comprising: determining, based on multiple search criteria, search results; presenting the search results; responsive to receipt of the selected item, determining refined search results, the refined search results based on a search criterion associated with the selected item and at least one other of the multiple search criteria; and presenting the refined search results. It's also worth noting that machine learning continues to grow in all areas, which means it can be used in similar scopes.

References

1. Mueller A. C. & Guido S.. Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists Paperback // O'Reilly Media; 1st edition. 2016.
2. Aggarwal C. C. Machine Learning for Text // Springer; 2018.

OBJECT DETECTION USING CNN

Ya.D. Zhavoronkov

Scientific supervisor – E.N. Termysheva, Senior Teacher

In recent decades, more and more attention of scientists is focused on the intellectualization of technology. The advances already made in this area are being used in both the scientific and industrial fields. One of the most widespread and studied topics now is the technology of artificial vision and object recognition.

Using neural computing, computers collect data, analyze it, study it, and make informed decisions. Previously, complex mathematical equations played the role of a neural computation mechanism, which made the complexity of tasks incredibly high. In 1958, Frank Rosenblatt voiced the idea of the perceptron, an algorithm for supervised learning of binary classifiers. The perceptron became the first representative of neural networks¹.

Since then, dozens of topologies have been developed, such as feed-forward neural networks, used to recognize related objects that are difficult to classify; multilayer perceptrons, mainly used in speech recognition and general classifications; recurrent neural networks, optimal for text recognition; complex modular neural networks that have found application in stock market forecasting and data manipulation. The above-mentioned topologies are used in different areas, but in the field of image recognition convolutional neural networks are the undisputed leaders (Figure 1)².

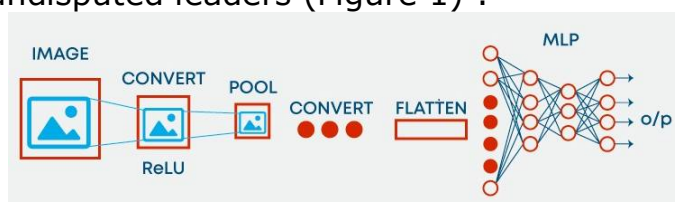


Figure 1 - Scheme of the convolutional neural network³

A convolutional neural network contains a three-dimensional arrangement of neurons instead of a standard two-dimensional array. The first layer is called convolutional. Each neuron in the convolutional layer processes information from only a small portion of the visual field. The network perceives images piecemeal and may perform operations multiple times to complete image processing. Processing includes converting an image from RGB or HSI to grayscale. The main distinguishing feature and advantage of the weight of this approach is the absence of the need to store thousands of neurons. Convolutional networks work with kernels (filters), small weight matrices that are applied to all data and generate a feature map. Convolutional neural networks show very effective results in image and video recognition, semantic analysis, and paraphrasing detection.

References

1. Tishkin R.V. IDENTIFICATION SYSTEM OF CLOUD FORMATIONS ON SPACE MULTI-ZONE IMAGES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS: dissertation abstr. cond. of sciences in tech.: 05.13.01. Ryazan, 2008. 19 p
2. A Comprehensive Guide to Convolutional Neural Networks // <https://towardsdatascience.com> (date of the application: 02.03.2021)
3. Types of Neural Networks and Definition of Neural Network // <https://www.mygreatlearning.com/blog/types-of-neural-networks/?highlight=Neural%20network> (date of the application: 01.03.2021)

CLASSICAL PRINCIPLES FOR PATH LENGTH CONTROL OF HELIUM-NEON LASER RING CAVITY

J.R. Ivanenko

Supervisors – M.V. Chirkin, Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences, Professor; A.E. Serebryakov, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor; O.G. Kuprina, Ph.D. in Pedagogic Sciences, Associate Professor

A ring laser gyroscope (RLG) is an optical sensor based on the Sagnac effect that measures a laser gyroscope rotation angle with high precision. The ring laser gyro has many exceptional advantages such as short start-up time, high precision, a wide dynamic range and a stable scale factor. The RLG is insensitive to linear accelerations and it is in wide use in the aircraft attitude controls, north finding applications including navigation and space missions. A cavity perimeter (CP) varies within four wavelengths in the temperature range from $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$. The cavity perimeter adjustment by active methods is achieved by creating an external negative feedback that controls the cavity path length [in such a way that](#) an error signal tends to zero.

In the first version [1] of the cavity perimeter adjustment system (CPAS) for the RLG an [initial start-up](#) device (ISD) charges the capacity in the feedback circuit of the integrating amplifier (IA) to tune to the gain curve maximum (GCM) at the given temperature. Then the feedback circuit of the IA is disconnected from the ISD and the CPAS becomes autonomous. Ultimately, the control voltage generated at the output of the high-voltage amplifier is applied to the piezoelectric transducer, which moves the mirror until the CP reaches the value obtained by the mirror tuning to the GCM. In the next version [2] of the improved CPAS a device for the initial displacement setting (used instead of the ISD) assigns the initial length of the CP at a certain temperature. The adjustment principle of the CP is similar to the principle described above. In the third version [3] of the CPAS a dual photodetector is used to obtain quadrature signals, which allow determining the direction of the gyro rotation. After amplification these signals phase-shifted by $\pi/2$ enter quadratic converters. Finally, a signal is generated, this signal does not depend on the gyro clock frequency and it is described by only one function $\cos(\omega t)$ or $\sin(\omega t)$, where ω is the angular frequency of moving mirror oscillations and t is time.

In conclusion, I would like to emphasize that the described CPASs are classical CPASs. In the RLGs they are widely used for cavity perimeter maintaining at varying temperatures. Also, I would like to note that the development of principles for the ring cavity perimeter adjustment has reduced the number of semitransparent mirrors that consequently decreased optical losses in the cavity.

References

1. Bo H.G. Ljung, Charles J. Williams. Pathlength Controller for a Ring Laser Gyroscope. U.S. Patent, No. 4267478, Int. Cl. H01L 41/08, May 12, 1981.
2. Bo H.G. Ljung, Hyman Cohen. Pathlength Controller for Ring Laser Gyroscope. U.S. Patent, No. 4561780, Int. Cl. G01C 19/64, Dec. 31, 1985.
3. Bo H.G. Ljung. Pathlength Controller for a Ring Laser Gyroscope. U.S. Patent, No. 4320974, Int. Cl. G01C 19/64, Mar. 23, 1982.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция РАДИОУПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗИ.....	3
Трафимова Л.В. Разработка алгоритма монтажа и эксплуатации первичного мультиплексора.....	3
Приходько А.А. Разработка поискового алгоритма управления параметрами кодирования речи в системах IP-телефонии.....	4
Миняев Н.Р. Проектирование автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии на базе стандарта NB-IoT г. Домодедово.....	5
Савченко А.Ю. Верификация устройств помехоустойчивого кодирования.....	6
Спиряков Р.С. Разработка совместного алгоритма кодирования и маскирования речевого сигнала.....	7
Николаев Н.В. Разработка модификации низкоскоростного алгоритма кодирования речевых сигналов с переменной скоростью передачи.....	8
Володин С.В. Современные алгоритмы низкоскоростного кодирования речевых Сигналов.....	8
Ермилов С.А. Адаптивный алгоритм низкоскоростного кодирования речевых сигналов на основе представления Хургина – Яковлева.....	10
Володин С.В. Методика оценки ЭМС для различных радиослужб, совместно использующих диапазоны радиочастот.....	10
Минаев Н.Г. Алгоритмы кодирования речи в полувокодерах.....	12
Бронникова Э.А. Разработка алгоритма адаптации низкоскоростного кодера речевых сигналов к темпу речи.....	13
Алексенко С.О. Разработка алгоритма приема радиосигналов высокоинформативной бортовой системы видеоконтроля изделий ракетно-космической техники.....	15
Дынькова В.А. Исследование методов синтеза фильтров для представления Хургина - Яковлева при использовании различного числа производных.....	16
Иваненко Д.Д. Разработка алгоритма оценки ЭМС и условий совместного использования РЭС сухопутной подвижной службы с РЭС гражданского назначения.....	17
Устинова А.И. Разработка алгоритма адаптации системы OFDM к действию структурных помех.....	18

Муравьева Ю.В. Разработка низкоскоростного алгоритма кодирования при воздействии акустических шумов.....	19
Долгова Д.А. Параметры речевого сигнала.....	20
Баранова А.В. Проектирование цифровой радиорелейной линии с повышенной производительностью.....	21
Полякова Л.Р. Способы защиты от утечки акустического и виброакустического канала	23
Антонов Д.В. Разработка адаптивного алгоритма маскирования речи на основе представления Хургина – Яковлева.....	24
Михайлин А.О. Разработка алгоритма идентификации диктора на базе оценки речевого сигнала на выходе системы связи.....	25
Артемьев Д.С. Проектирование и исследование микроволновых полосковых полосовых фильтров с подавлением паразитных полос пропускания.....	26
Крысин И.Г. Разработка алгоритма выделения слитной речи из зашумлённого сигнала на выходе системы связи.....	27
Кирпиченко А.П. Разработка алгоритма выбора вида модуляции в интересах адаптации радиосистем передачи информации к воздействию импульсных помех....	28
Шмакова М.Ю. Разработка системы кадровой синхронизации на основе сложных Сигналов.....	29
Краюшина М.И. Алгоритмы определения центра пятна датчика оси диаграммы направленности АОЛС.....	29
Триль А.В. Методы и алгоритмы оценки качества речи в каналах связи.....	32
Секция «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ».....	34
Аппаротов А.А. Получение АЧХ усилителя мощности СВЧ диапазона.....	34
Белова А.В. Алгоритмы фильтрации доплеровских сигналов на фоне помех в бортовых РЛС.....	35
Глухов К.А. Анализ методов кодирования видеосигнала с дополнительной дискретизацией изображения.....	36
Литвинов И.Ю. Адаптация рекурсивных режекторных фильтров.....	37
Ларионов А.И. Радиолокационное обнаружение беспилотных летательных аппаратов...	38

Лобков С.А.	
Исследование алгоритмов нелинейного спектрального анализа сигналов в задаче оценивания угловых координат.....	39
Петунин А.А.	
Автокомпенсаторы доплеровской фазы пассивных помех.....	40
Петухов А.В.	
Исследование работы устройств беспроводной связи в условиях воздействия различных типов помех.....	41
Пилипчук Е.А.	
Исследование алгоритмов оценивания угловых координат источников Радиои兹лучения.....	42
Пшенников А.О.	
Разработка математической модели модуля интегрирования угловых скоростей для задачи разработки навигационной системы с MEMS сенсором для системы дополнительной реальности.....	43
Фошина М.Р.	
Обработка тепловизионных изображений для выявления утечек тепловых сетей.....	44
Харитошкин А.А.	
Имитационная модель приёмника аппаратуры потребителя спутниковой навигационной системы.....	45
Молчанов М.А.	
Умножитель в формате с плавающей точкой для цифрового фильтра на ПЛИС радиоприёмного тракта радиолокационной станции.....	46
Королёв З.А.	
Обнаружение движущихся целей с использованием алгоритма 2D-FFT для автомобильных радаров FMCW.....	45
Кузнецов И.А.	
Исследование методов внутрикадрового кодирования ТВ-сигнала.....	47
Мартынов В.И.	
Применение алгоритмов обработки сложных сигналов для получения радиолокационного изображения цели в РЛС с высоким разрешением.....	49
Жирков Е.А.	
Лазерный дальномер повышенной точности.....	50
Голубев А.Д.	
Система обработки радиотехнических сигналов на фоне комплексов помех.....	51
Шилов Н.А.	
Исследование алгоритмов обнаружения малоразмерных целей.....	52
Д.А. Аникеев	
Разработка информационного взаимодействия ПЛИС–ПЭВМ в аппаратно-программном комплексе тестирования.....	52
Голубев А.Д.	
Система обработки радиотехнических сигналов на фоне комплексов помех.....	54
Аппаротов А.А.	
Проектирование и моделирование полосового фильтра моноимпульсной радиолокационной станции.....	55

Секция «БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ».....	56
Ионкин М.В. Исследование влияния шума на выходные параметры балансного смесителя СВЧ диапазона.....	56
Концов Ю.А. Разработка алгоритма оценки координат объекта в сотовых сетях.....	57
Лесников М.В. Фильтр Калмана как способ устранения ошибок дрейфа гироскопа в стационарном режиме.....	58
Лобовиков Д.Л. Исследование влияния коэффициента расширения спектра на мощность сигнала в точке приема.....	59
Назарков Д.А. Проблемы и перспективы точного позиционирования с использованием аппаратуры потребителя ГНСС.....	60
Погодин Д.А. Схемотехника составных транзисторов.....	61
Половинкин В.В. Пространственное кодирование Аламоути в случае с несколькими передающими антеннами в MISO-системах передачи информации.....	62
Рябов А.И. Разработка алгоритма определения положения объекта в сети 5G.....	63
Седов Е.Д. Разработка и совершенствование импульсных источников питания радиоаппаратуры.....	64
Соломонова А.Ю. Преимущества и недостатки диапазонов 5G.....	65
Степанов А.А. Разработка и совершенствование аппаратуры для акустической локации.....	66
Тимакин А.С. Модуляция режимов передатчика на ЛБВ.....	67
Уласов Г.А. Особенности проектирования одноканального прямоходового понижающего преобразователя с активным ограничением напряжения...	68
Яковлев А.Э. Эффективность передачи информации в многоантенных MIMO системах.....	69
Янин А.О. Устранение эффекта электроакустического преобразования в радиостанции.....	70
Якушев А.А. Исследование радиолокатора миллиметрового диапазона длин волн.....	71

Секция «ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И ОСНОВЫ РАДИОТЕХНИКИ».....	73
Калинкин И.С. Применение процессоров ARM в задачах ЦОС.....	73
Дворянков Д.А. Исследование влияния движения носителя на показатели качества обнаружения препятствий.....	74
Тихонов С.И. Сравнение реализации секционированной свертки на процессорах Эльбрус-8с и tms320с6678.....	75
Катков П.В. Использование процессора OMAP-L138 в цифровой обработке сигналов.....	76
Ганин С.В. Насыщение вероятности ошибки LDPC кодов.....	77
Кондратьев А.П. Алгоритмы адаптации скорости кодирования для LDPC кодов.....	78
Чигрина Т.А. Оценка частотного рассогласования при приеме OFDM-сигналов.....	79
Виноградов Н.С. Оценка возможностей SOC ZYNQ в задачах ЦОС.....	80
Шевлягин С.А. Разработка модели системы связи QPSK модуляции.....	81
Королев М.Д. Разработка адаптивного эквалайзера для приемника стандарта DECT.....	81
Секция «ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ».....	83
Шальнев В.А. Расчет и проектирование МПФС ЛБВ W-диапазона.....	83
Набатчикова Т.С. Методика проектирования ЭОС пушки Пирса.....	84
Маранкин Н.М. Возможности повышения электронного КПД диодного микроволнового автогенератора.....	85
Филиппин И.С. Исследование механизмов возмущения плазмы двухплечевого тлеющего разряда постоянного тока в гелий-неоновом кольцевом лазерном гироскопе.....	86
Колядов И.Д. Генерация лазерного излучения в дальней ИК-области.....	87
Калинин Н.А. Разработка цифровой системы управления частотной подставкой лазерного гироскопа.....	89
Шишов Р.А. Исследование влияния газовых добавок на уровень газового излучения азотного лазера.....	90
А.В. Звонков Разработка и исследование работы БИНС на основе микроконтроллера.....	91

А.Е. Куцев Алгоритм решения задачи навигации и ориентации на основе кватернионов.....	92
Секция «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА».....	94
Евстифеева С.В. Построение компьютерной модели и макетирование устройства получения рентгеновских изображений.....	94
А.О. Мордвинов Сравнение скоростей работы STM32 при использовании различных библиотек.....	95
Быков И.А. Разработка прибора учёта электрической энергии. Микросхемы приборов учёта электрической энергии.....	96
Чекмасов Е.А. Разработка низкочастотного генератора с цифровой перестройкой.....	97
Коровин А.А. Разработка источника питания для вентилятора коронного разряда.....	98
СЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ».....	101
Сафрошкин А.В. Анализ эффективности работы устройства автоматического отключения на подстанции 110/35/10.....	101
И.Д. Ипец Исследование резервных защит транзитных ЛЭП 110-220 кВ и анализ факторов их срабатывания.....	102
Васильев А.А. Анализ применения возобновляемых источников для электроснабжения жилых объектов.....	103
Кочетков Д.И. Исследование и анализ факторов, определяющих надежность противоаварийной автоматики в системах электроснабжения.....	104
Заборов Д.Б. Разработка системы резервного электроснабжения населенного пункта на основе возобновляемых источников энергии.....	105
Андрейкин П.В. Дугогасящие катушки на ПП «Дягилевская ТЭЦ».....	106
Бутаев Ф.Н. Автоматический расчет параметров срабатывания релейной защиты.....	107
Лузянин Р.Н. Анализ эффективности работы участка электрической сети подстанции 35/10 кВ «Дудкино».....	108
Ойцев А.Д. Разработка и исследование установки для испытания на пробой высоковольтных изоляторов.....	109
Харьков А.А. Электрическая составляющая наведенного напряжения в распределительных сетях.....	110

Кузин А.А.	
Анализ систем электроснабжения потребителей первой категории и аварийная и технологическая бронь.....	111
Бабий А.М.	
Обзор и принцип устройства цифровых трансформаторов тока.....	112
Бутушин В.В.	
Энергосбережение в сетях до 35 кВ.....	113
Карпухин П.Д.	
Защита от однофазных замыканий на землю в сетях до 110 кВ на основе централизованных защит.....	114
Котова Т.Р.	
Реконструкция системы электроснабжения производственной базы АО «РЯЗАНЬГОРГАЗ» по адресу г. Рязань, ул. Зубковой, 4Б.....	115
Маючий П.П.	
Устройства автоматического секционирования в электрических сетях 6...10 кВ.....	116
Митряйкина И.С.	
Энергетические показатели автономных инверторов.....	117
Овчинников С.И.	
Разработка методики по исследованию электрофизических характеристик автоматических выключателей.....	118
Дусмуродов Б.С.	
Особенности применения цифровой подстанции.....	119
Ерузаев М.С.	
Релейная защита кабеля в распределительных сетях.....	122
Хлыстов Д.О.	
Анализ возможности математического моделирования с помощью программного обеспечения.....	122
Афанасьев А.С.	
Анализ реконструкции подстанции напряжением 6/0,4 кВ.....	123
Каширкин А.Г.	
Повышение энергетической эффективности подстанций, оборудованных системами оперативного тока.....	124
Новиков П.П.	
Формирование технических решений по системе релейной защиты и автоматике в рамках реконструкции ПС 110/10кВ «ОКА».....	125
Прохоров П.М.	
Исследование мероприятий по энергосбережению и повышению электроэнергетической эффективности АО «РКБ «Глобус».....	126
Секция «МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА».....	127
Денисова Ю.Н.	
Исследование полупроводниковых материалов и структур методом спектроскопии полной проводимости.....	127
Баскаков Н.А.	
Расчет эффективной высоты барьера на контакте металл – полупроводник.....	128

Баскакова А.В., Логинов Д.С., Рыбин Н.Б. Исследование структуры поверхности покрытий магнитоуправляемых контактов после их коммутационных испытаний.....	129
Гришин Н.Е. Разработка методики определения глубоких центров по спектрам токовой РСГУ в полупроводниковых барьерных структурах с неоднородным легированием.....	130
Жарков А.А. Методика анализа сложных поверхностей в микро- и наноэлектронике.....	131
Зинуков А.А. Алгоритм программного обеспечения для установки многократной коммутации магнитоуправляемых контактов.....	132
Люфт Е.Н. Исследование корреляционных свойств поверхности материалов микро- и наноэлектроники.....	133
Мантя М.Ф. Методика комплексного исследования барьерных структур на основе кристаллического и аморфного гидрогенизированного кремния.....	134
Васин А.В. Влияние технологических режимов травления на структуру пористого кремния.....	135
Вагайцев И.В. Погрешность определения энергии ионизации глубокого уровня методом РСГУ.....	136
Лозовая Е.А. Моделирование влияния упругих напряжений на энергетический спектр в квантово-размерных структурах ZnCdSe/ZnSe.....	137
Чернобровкина А.С. Особенности спектров фотолюминесценции пористого кремния.....	138
Назимов Д.Р. Возможности программы GPVDM для исследования полупроводниковых структур методом CELIV.....	139
Корнеев А.А. Исследование шумовых и электрических характеристик в солнечных элементах типа HIT в темноте и при освещении.....	140
Шипилов Я.С. Преобразователь емкость-напряжение РСГУ спектрометра.....	141
Шолин С.Е. Анализ текстур микро- и наноэлектроники на основе их параметров.....	142
Штырков Н.И. Исследование генерационно-рекомбинационных процессов в полупроводниковых барьерных структурах.....	143

Секция «АВТОМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ».....	144
Воробьев В.С. Разработка и исследование алгоритма анализа загруженности транспортной инфраструктуры.....	144
Алланазарова Ю.Р. Способ увеличения длительности непрерывного слежения за объектом интереса с помощью бортовой системы видеонаблюдения при наличии близкорасположенных похожих объектов.....	145
Баранова Ю.И. Разработка алгоритма обнаружения дорожных знаков для систем транспортной видеоаналитики.....	146
Гончарова Е.С. Метод вейвлет-фильтрации зашумленных изображений на основе оценивания состояний уровней.....	147
Ловкин Д.В. Слежение за объектом с использованием дифференциального метода оценки оптического потока.....	148
Овчинников А.Ю. Сравнение алгоритмов слежения, основанных на корреляционных методах в сложных условиях наблюдения.....	149
Потапов С.А. Формирование сигналов управления для следящего гироскоординатора.....	150
Свиридова А.И. Управление запасами фирмы при случайном спросе.....	151
Яблоков М.Ю. Стабилизация уровней сигналов от точечных объектов в матричных фотоприемниках.....	152
Яковлев А.В. Алгоритм локализации номеров транспортных средств на изображениях.....	153
Смирнов М.А. Разработка и исследование алгоритма определения параметров объектов, наблюдаемых комплексной системой видеонаблюдения.....	154
Секция «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ».....	156
Усик О.Н. Выбор монолитной архитектуры для системы создания обучающих курсов.....	156
Иващенко П.И. Разработка информационной системы финансирования паралимпийских видов спорта.....	157
Копцев Г.А. Сравнительная оценка систем подготовки отчетной документации для различных технологий хранения данных.....	158

Алеев К.А. Формирование требований к информационной системе управления кадрами.....	159
Агапов К.Ю. Особенности информационно-управляющих систем беспилотных летательных аппаратов.....	160
Конин П.А. Преимущества использования технологии WEBASSEMBLY в сравнении с JAVASCRIPT для разработки клиентских приложений.....	161
Куликова А.В. Визуализация картографических данных в СУБД NEO4J.....	162
Прокофьева А.Р. Информационная система оценки качества реализации договорного регулирования трудовых отношений в организациях отрасли.....	163
Конькова А.В. Многопоточное обучение нейронной сети преобразователя частоты в код на основе дельта-правила.....	164
Андреев Д.А. Разработка информационной системы ведения претензионно-исковой работы в сфере ЖКХ.....	165
Секция «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ».....	166
Бодров Н.В. Система настройки и автоматического прогона источников тока до 400 А.....	166
Богатов А.В. Разработка модели, обеспечивающей имитацию видеопотоков составных частей системы управления зенитно-ракетного комплекса ближнего действия.....	167
Карпинович А.Е. Построение точных экспериментальных планов.....	168
Меркушкин А.А. Построение линейных регрессионных моделей сложных объектов.....	169
Тараканов А.И. Изготовление деталей с помощью технологии автоматизированной лазерной резки.....	170
Плотников Д.В. Оптимизация процесса нанесения изображения с использованием искусственного интеллекта.....	171
Еремин М.М. Распознавание объектов на изображениях с помощью компьютерного зрения.....	172
Шилин А.О. Автоматизированное проектирование технологических процессов в современной САПР системе.....	173
Буханова Е.К. Автоматизация электроэрозионной обработки деталей на производстве.....	175

Григорьев А.Е. Исследование возможностей построения привода постоянного тока.....	176
Секция «ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ И БИОМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА».....	
175	
Волченкова А.В. Выявление признаков аритмии на основе обработки ЭКГ с помощью алгоритма Пана-Томпкинса.....	177
Ежова М.С. Пять советов по внутреннему аудиту.....	178
Симбирцев В.А. Совершенствование процесса разработки технологической документации на основе информационных технологий.....	179
Сосипатров Р.Ш. Программная реализация цифровой обработки кардиосигнала.....	180
Спиряева Л.А. Алгоритм автокомпенсации фоновой помехи в компьютерной оптической системе мониторинга микроциркуляции крови пациента.....	181
Титкин К. А. Передача конструкторской документации в производство.....	182
Секция «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА».....	
183	
Панин П.Г. Детали реализации механизмов управления и мониторинга сетей.....	183
Ермолаева А.А. Моделирование процессов образовательной деятельности.....	184
Куцева Д.А. Инвариантные моменты ZERNIKE в задаче распознавания образов.....	185
Титова М.А. Генеративный дизайн в промышленности.....	186
Пчелкин А.В. Нейросетевые методы сопровождения объектов.....	187
Стеблюк А.Ю. Особенности функционирования информационно-аналитических Систем.....	188
Борц А.С. Изучение алгоритмов распознавания изображений.....	190
Губанов Е.А. Обзор и анализ методов распознавания образов на изображениях.....	191
Зайцева А.А. Параллельные вычисления в задаче совмещения изображений.....	192
Никонов Г.С. Методы программной обработки астрономических изображений.....	193
Кабанова Е.С. Обзор и анализ методов оценки состояния оборудования.....	194

Пивень Р.В.	
Применение графических процессоров в задаче совмещения изображений.....	195
Бакамбис И.Н.	
Анализ нейросетевых методов сегментации изображений.....	196
Еремина А.В.	
Разработка алгоритма обнаружения модели бизнес-процесса на основе журнала событий.....	197
Карпова А.С.	
Анализ алгоритма разработки приложений для поддержки процесса управления коммерческими проектами.....	198
Кежватова А.Т.	
Формирование персональных рекомендаций с помощью сингулярного разложения.....	199
Панина И.С.	
Использование нейросетевых технологий для поиска аномалий на изображениях.....	200
Рубцова А.М.	
Автоматизированная система закупки лекарственных препаратов на основе прогноза заболеваний населения.....	201
Суслина А.А.	
Применение алгоритмов машинного обучения для анализа банковских транзакций.....	202
Шмелева Д.Г.	
Использование нейронных сетей для оценки состояния оборудования электросети.....	203
Ушакова А.Р.	
Модификация алгоритма C-MEANS.....	204
Минка К.Е.	
Исследование и разработка методов анализа и прогнозирования бизнес-процессов.....	205
Аксенов М.А.	
Система поддержки принятия решений в кардиологии.....	206
Бадикова Л.С.	
Исследование и разработка алгоритмов и программного обеспечения для автоматизированной системы мониторинга автотранспортных средств.....	207
Баранова С.Н.	
Исследование и разработка алгоритмов обработки больших массивов данных.....	208
Гришин С.В.	
Маркирование областей проявления микровыражений на последовательности изображений.....	209
Кривокубов В.О.	
Контрольно-кассовая техника. Основные положения.....	210
С.М. Кузяков	
Исследование эффективности передачи изображений с использованием методов помехоустойчивого кодирования.....	211

Лукьянов Н.А. Моделирование функций нетригонометрических базисов.....	212
Магомадов Р.У. Параллельные вычисления в задачах корреляционного совмещения Изображений.....	213
Пронькин А.В. Разработка и исследование методов подавления шума и детектирования границ на изображениях.....	214
Савосина Т.М. Устранение влияния переотражения в измерении дальности до объектов.....	215
Сидоров А.М. Разработка системы поддержки удаленного мониторинга сердечной Деятельности.....	216
Скачков А.М. Разработка и исследование методов машинного обучения для распознавания образов.....	217
Холодова И.А. Основные этапы создания печатных плат.....	219
Ципорков Н.И. Выявление способов решения прикладных задач с большим объемом вычислений.....	220
Яценя Н.А. Коррекция ошибок измерения дальнометрической информации.....	221
Секция «КОСМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ».....	223
Кузнецов Л.Л. Исследование алгоритмов обработки информации системы глобального наблюдения Земли.....	223
Ладыгин Д.Ф. Системное проектирование модуля цифровой решетки летательного аппарата.....	224
Нгуен Д.Х., Лыу Т.Д. Проектирование компактного фильтра для систем космической связи....	226
Макарова Н.В. Модель процесса оценки качества программных средств с учетом требований стандартов ИСО.....	229
Садовская И.В. Моделирование и исследование пассивных микроволновых устройств систем космической связи.....	230
Фоломеев А.А., Цыцына М.И. Модели оценки надежности программного обеспечения критически важных информационных систем.....	231
Бодрова И.В., Симонов Д.И. Анализ программных средств автоматической регистрации оптических параметров покрытия объектов.....	232

Чуйко А.А. Широкополосная связь, визуализация и спектрополяриметрия в оптических длинах волн.....	233
Секция ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ И ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ.....	235
Попков И.А. Упрощение обмена данных с помощью qr-кода и его преимущества.....	235
Гукина М.О. Исследование информационной системы подбора сотрудников в командировку.....	236
Секция «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ».....	238
Панинская Д.С. Устройство стыковки и перемещения чеки специального назначения.....	238
Данилов А.Д. Структура и принцип работы системы охлаждения на основе термоэлектрических модулей.....	239
Цепулин И.А. Разработка системы доступа и обработки данных на основе технологии клиент-сервер.....	240
Потапкина Н.С. Конструирование и проектирование вычислительного комплекса передачи и обработки данных в программно-конфигурируемых сетях...	241
Маркова Н.А. Электронный привод тренажера для разработки суставов.....	242
Юрков Н.Ю. Методы взаимодействия чатбота с TELEGRAM.....	243
СЕКЦИЯ «ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ»	244
Рунцо Ю.А. Анализ влияния пандемии на конкурентоспособность предприятий.....	244
Кипарисова А.Р. Анализ подходов к управлению процессами развития научно-исследовательской и проектной организации.....	245
Князькова Н.Н. Влияние цифровых технологий на управление качеством продукции на предприятии.....	246
Секция «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО И МУНИЦИПАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ».....	249
Секция «ИНОСТРАННЫЕ ЯЗЫКИ».....	249
Ermolaeva A. A. Modeling the processes of educational activities.....	249
Zaitseva A. A. Combining images using the pyramid of images.....	250
Grivin A.S.	

Time series forecasting and its scope.....	250
Steblyuk A.Yu.	
Features of functioning of information-analytical systems.....	252
Kutseva D. A.	
Application of invariant moments to the problem of recognition of image....	253
Taranenko E.A.	
Relevance of the access control system.....	255
Kabanova E.S.	
Assessment of equipment state using signature analysis.....	256
Kuznetsov L.L.	
Research of rock songs literary devices usage.....	257
Konkova A.V.	
Implementation of a backpropagation algorithm for training the converter network to change frequency into the code.....	258
Titova M.A.	
Generative design and additive technologies.....	259
Pchelkin A.V.	
Video systems for tracking moving objects.....	260
Kutsev A. E.	
Algorithm for solving the problem of navigation and orientation based on quaternions.....	261
Sbrodov S.A.	
Overview of medical data mining methods.....	262
Zvonkov A. V.	
Designing a strapdown navigation system based on the STM32F103C8T6 microcontroller and the GY-85 inertial sensor.....	264
Borts A.S.	
Studying image recognition algorithms.....	265
Gluhov K.A.	
The influence of the internet on TV.....	266
Dyachkov D.D.	
Application of neural networks in search engine algorithms.....	267
Zhavoronkov Ya.D.	
Object detection using CNN.....	269
Ivanenko J.R.	
Classical principles for path length control of helium-neon laser ring cavity.....	270

VI - я научно-техническая конференция магистрантов
Рязанского государственного радиотехнического
университета

Редакторы Н.А. Орлова
М.Е. Цветкова
Корректор С.В. Макушина

Подписано в печать 30.04.2020. Формат бумаги 60×84 1/16.
Бумага писчая. Печать трафаретная. Усл. печ. л. 17,75
Тираж экз. Заказ №
Рязанский государственный радиотехнический университет.
390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1.
Редакционно-издательский центр РГРТУ.